
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

ENDÜSTRİYEL KAZALAR İÇİN ACİL DURUM TOPLANMA NOKTASININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE SEÇİMİ

Onur HOŞCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2019

Onur HOŞCAN tarafından hazırlanan "ENDÜSTRİYEL KAZALAR İÇİN ACİL DURUM TOPLANMA NOKTASININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE SEÇİMİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Tedarik ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ

Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……..……..

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Doç. Dr. Talip KELLEGÖZ

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ...……

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi .....……

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 23/12/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

……..…….

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- 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 çalışmasında 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.

Onur HOŞCAN
23/12/2019

ENDÜSTRİYEL KAZALAR İÇİN ACİL DURUM TOPLANMA NOKTASININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE SEÇİMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Onur HOŞCAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2019

ÖZET

Teknolojik afet kavramı altında kendine yer bulan büyük endüstriyel kazalar, sanayileşmenin hız kazandığı bu dönemde çevre ve insan sağlığını tehdit eden güvenlik riskleri ve maddi hasarlar nedenleriyle hayatımızda önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu çalışmada, ilgili mevzuat gereği üst seviyeli sanayi kuruluşlarının büyük endüstriyel kazalara yönelik dâhili acil durum planı hazırlama zorunluluğu kapsamında, çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından etkilenmeyeceği mesafe veya korunakta belirlemesi gereken toplanma noktası yerinin seçimi için karar vericilere rehberlik edecek bir yaklaşım önerisi ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak ilk aşamada, bir endüstriyel kuruluşta farklı türde ve miktarda depolanan tehlikeli kimyasal maddelere yönelik muhtemel kaza senaryoları üzerinden ALOHA yazılımı ile modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Modelleme çalışmaları sonucunda endüstriyel kuruluş için muhtemel toksik yayılım, yangın ve patlamalara ait etki mesafeleri ve tehlike bölgeleri elde edilmiştir. İkinci aşamada, toplanma noktasının belirlenmesinde kullanılacak ana ve alt seçim kriterlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu aşama, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP metodu yardımıyla konuya hakim profesyonellere uygulanan anket sonucunda elde edilen karşılaştırma verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Son aşamada, kuruluş sınırları içinde çalışanların, endüstriyel kaza kaynaklı acil durumların olumsuz sonuçlarından minimum etkiyi göreceğinin değerlendirildiği mesafede ve ilk aşamada belirlenen fiziksel etki alanları dikkate alınarak 3 aday nokta seçilmiştir. Bu aday noktalar, ikinci aşamada göreli ağırlıkları belirlenmiş olan alt kriterler bazında yine AHP yöntemiyle değerlendirilmiş ve bir seçim gerçekleştirilmiştir. Sonuçta problemimizin çözümünü sağlayan bir yaklaşım elde edilmiştir.

Bilim Kodu	:	90615
Anahtar Kelimeler	:	Endüstriyel kazalar, Acil durum planları, Toplanma noktası, Çok kriterli karar verme
Sayfa Adedi	:	198
Danışman	:	Doç.Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ

EMERGENCY ASSEMBLY POINT SELECTION WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD FOR INDUSTRIAL ACCIDENTS

(M. Sc. Thesis)

Onur HOŞCAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2019

ABSTRACT

Major industrial accidents, which have found their place under the concept of technological disaster, constitute an important place in our lives due to the security risks that threaten the human and the environmental health and also property damage that may arise during this period of industrialization. In this study, in accordance with the related legislation, an approach that will guide the decision makers to choose the assembly point that employers should determine the distance or shelter in which employees will not be affected by the negative consequences of the emergencies within the scope of the obligation of high-level industrial organizations to prepare an internal emergency plan for major industrial accidents is aimed to proposed. For this purpose, in the first phase, possible accident scenarios for dangerous chemical substances in different types and amounts stored in an industrial organization were carried out with the help of ALOHA software. As a result of the modeling studies, possible effect distances and danger zones for toxic emission, fire and explosions have been determined for the industrial establishment. In the second phase, the weights of the main and sub-selection criteria, which were used to determine the assembly point, were obtained. In this phase, it was used the comparison data survey applied to experts, who have mastered about this issue and were calculated with the help of AHP method, which is a multi-criteria decision-making method. In the last phase; within the boundaries of aforementioned industrial area the 3 candidate points were selected which were determined taking into account the physical impact areas detected in the first phase and by considering the distance from which the employees would see the minimum effect from the negative consequences of the emergencies caused by industrial accidents. These candidate points were evaluated with the help of AHP method on the basis of sub-criteria whose relative weights were determined in the second phase and a selection was made. As a result, an approach that provides solution of our problem is obtained.

Science Code : 90615

Key Words : Industrial accidents, Emergency plans, Assembly point, Multiple-criteria decision making methods

Page Number : 198

Supervisor : Assoc.Prof. Saliha ÇETİNYOKUŞ

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca tecrübelerinden faydalandığım, yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ'a en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca manevi desteklerinden dolayı tüm dostlarıma ve öğrenim hayatım boyunca beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR xvii

1. GİRİŞ 1

2. ÇALIŞMA KONUSU VE KAPSAMI 5

2.1. Endüstriyel Kazalar 5

2.2. Büyük Endüstriyel Kaza Vakaları 8

2.2.1. Afet veri tabanları 9

2.2.2. Afetlere yönelik önemli kurum ve organizasyonlar 11

2.2.3. Ülkemizde yaşanmış büyük endüstriyel kazalar 13

2.2.4. Diğer ülkelerde yaşanmış büyük endüstriyel kazalar 17

2.3. İlgili Uluslararası Mevzuat 22

2.4. İlgili Ulusal Mevzuat 29

2.5. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Araçları 32

2.6. Çok Kriterli Karar Verme ve AHP 35

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 43

4. MATERYAL VE METOT 59

4.1. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Çalışmaları 59

4.2. AHP Uygulaması 61

Sayfa

4.3. Toplanma Noktasının Belirlenmesi 63

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ 65

5.1. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Çalışmaları 65

5.1.1. Propan tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları 65

5.1.2. Bütan tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları 84

5.1.3. LPG tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları 91

5.1.4. MTBE tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları 99

5.2. AHP Analizi 106

5.3. Toplanma Noktasının Belirlenmesi 120

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 135

KAYNAKLAR 139

EKLER 145

EK-1. Karşılaştırma matrisleri 146

EK-2. ALOHA ekran görüntüleri 183

EK-3. AHP değerlendirme puanları hesaplaması 197

ÖZGEÇMİŞ 198

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Büyük endüstriyel kazalara ilişkin diğer direktifler 28

Çizelge 2.2. Saaty önem ölçeği 39

Çizelge 2.3. Rassallık gösterge değerleri 41

Çizelge 3.1. Fiziksel etki alanının belirlenmesine yönelik çalışmalar 52

Çizelge 3.2. Afet lojistiği üzerine çalışmalar 54

Çizelge 3.3. Acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları 56

Çizelge 4.1. Ortalama atmosferik koşullar 60

Çizelge 5.1. Propan tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 75

Çizelge 5.2. Propan tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 79

Çizelge 5.3. Propan tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 83

Çizelge 5.4. Bütan tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 88

Çizelge 5.5. Bütan tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 90

Çizelge 5.6. Bütan tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 91

Çizelge 5.7. LPG tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 96

Çizelge 5.8. LPG tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 98

Çizelge 5.9. LPG tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 99

Çizelge 5.10. MTBE tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri 103

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.11. MTBE için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri..... 105

Çizelge 5.12. MTBE tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri..... 106

Çizelge 5.13. Ana kriterlere ait öncelik değerleri..... 107

Çizelge 5.14. Ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi 108

Çizelge 5.15. Ana kriterlere ait normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi..... 108

Çizelge 5.16. Aritmetik ortalaması alınmış ikili karşılaştırma matrisi..... 109

Çizelge 5.17. Fiziksel etki alanına ait hesaplamaların özeti..... 112

Çizelge 5.18. Yönetim ve koordinasyona ait hesaplamaların özeti..... 113

Çizelge 5.19. Ulaşıma ait hesaplamaların özeti 114

Çizelge 5.20. Tahliyeye ait hesaplamaların özeti 115

Çizelge 5.21. Temel gereksinimlere ait hesaplamaların özeti..... 116

Çizelge 5.22. Fiziksel özelliklere ait hesaplamaların özeti 117

Çizelge 5.23. Mevzuata ait hesaplamaların özeti 118

Çizelge 5.24. Ana kriterlere ait ağırlık değerleri..... 119

Çizelge 5.25. Alt kriterlere ait ağırlık değerleri 119

Çizelge 5.26. En kötü durum senaryosu alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi..... 123

Çizelge 5.27. Sık yaşanan kaza senaryosu alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 123

Çizelge 5.28. Birincil tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 123

Çizelge 5.29. İkincil tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi..... 124

Çizelge 5.30. Üçüncül tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi..... 124

Çizelge 5.31. Tek noktada modelleme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 124

Çizelge 5.32. Birden fazla noktada modelleme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi..... 124

Çizelge 5.33. Kriz masası kurulmasına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi..... 125

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.34. Acil durum müdahale noktasına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 125

Çizelge 5.35. Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 125

Çizelge 5.36. Kuruluş içi haberleşme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 125

Çizelge 5.37. Kuruluş dışı haberleşme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 126

Çizelge 5.38. Tahliye rotalarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 126

Çizelge 5.39. Personel yoğun bölgelerine yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 126

Çizelge 5.40. Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 127

Çizelge 5.41. Yaya personel ulaşımına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 127

Çizelge 5.42. Araçla personel nakline müsaitlik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 127

Çizelge 5.43. Araçla personel nakline müsaitlik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 127

Çizelge 5.44. Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 128

Çizelge 5.45. Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 128

Çizelge 5.46. Hava-deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 128

Çizelge 5.47. Acil hizmet birimlerine yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 129

Çizelge 5.48. Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 129

Çizelge 5.49. Kanalizasyon alt yapısına bağlantı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 129

Çizelge 5.50. Haberleşme alt yapısı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 129

Çizelge 5.51. Malzeme deposuna yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 130

Çizelge 5.52. Temel donatı alanlarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 130

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.53. Alan alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 130

Çizelge 5.54. Zemin tipi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 130

Çizelge 5.55. Arazi eğimi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 131

Çizelge 5.56. Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 131

Çizelge 5.57. İkincil bir afete dayanım alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 131

Çizelge 5.58. Doğal bariyer kullanımına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 131

Çizelge 5.59. Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 132

Çizelge 5.60. İlgili mevzuat tanımını karşılama alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 132

Çizelge 5.61. İlgili mevzuat tanımını karşılama alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi 132

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Seveso gelişim süreci....25

Şekil 2.2. Ulusal mevzuatta büyük endüstriyel kazalara ilişkin yayımlanan dokümanlar....30

Şekil 4.1. Atmosferik koşullara ait ekran görüntüsü (1)....60

Şekil 4.2. Atmosferik koşullara ait ekran görüntüsü (2)....61

Şekil 4.3. AHP hiyerarşik yapısı....62

Şekil 5.1. Kimyasal seçimi ekran görüntüsü....66

Şekil 5.2. Propan kaynağının türü ve hacim bilgileri ekran görüntüsü....66

Şekil 5.3. Senaryo (1) seçimi ekran görüntüsü....67

Şekil 5.4. Sızıntının türü ve alanına ait ekran görüntüsü....68

Şekil 5.5. Sızıntı yerine ait ekran görüntüsü....68

Şekil 5.6. Analiz edilen tehlike seçimi ekran görüntüsü....69

Şekil 5.7. Propan için toksik maruz kalma sınırları ekran görüntüsü....70

Şekil 5.8. Propan tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)....71

Şekil 5.9. Buhar bulutu alevlenebilir alan seçim ekranı görüntüsü....72

Şekil 5.10. Propan için alevlenebilir alan maruz kalma sınırları ekran görüntüsü....72

Şekil 5.11. Propan için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1)....73

Şekil 5.12. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı seçim ekranı görüntüsü....73

Şekil 5.13. Propan için patlama alanı maruz kalma sınırları ekran görüntüsü....74

Şekil 5.14. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)....75

Şekil 5.15. Propan tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)....76

Şekil 5.16. Propan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)....76

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.17. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1).....77

Şekil 5.18. Senaryo (2) seçimi ekran görüntüsü 77

Şekil 5.19. Termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü 78

Şekil 5.20. Propan tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2).....79

Şekil 5.21. Propan tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2).....80

Şekil 5.22. Senaryo (3) seçimi ekran görüntüsü 80

Şekil 5.23. Ateş topu kütle oranı seçimi ekran görüntüsü 81

Şekil 5.24. BLEVE termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü.....82

Şekil 5.25. Propan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3).....82

Şekil 5.26. Propan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3).....84

Şekil 5.27. Bütan tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1) 85

Şekil 5.28. Bütan tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1).....86

Şekil 5.29. Bütan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1).....86

Şekil 5.30. Bütan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1).....87

Şekil 5.31. Bütan tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)……87

Şekil 5.32. Bütan tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1).....88

Şekil 5.33. Bütan tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2).....89

Şekil 5.34. Bütan tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2).....89

Şekil 5.35. Bütan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3).....90

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.36. Bütan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3) 91

Şekil 5.37. LPG tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1) 93

Şekil 5.38. LPG tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 93

Şekil 5.39. LPG tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1) 94

Şekil 5.40. LPG tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 94

Şekil 5.41. LPG tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1) 95

Şekil 5.42. LPG tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 95

Şekil 5.43. LPG tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2) 97

Şekil 5.44. LPG tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2) 97

Şekil 5.45. LPG tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3) 98

Şekil 5.46. LPG tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3) 99

Şekil 5.47. MTBE tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1) 100

Şekil 5.48. MTBE tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 101

Şekil 5.49. MTBE tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1) 101

Şekil 5.50. MTBE tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 102

Şekil 5.51. MTBE tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1) 102

Şekil 5.52. MTBE tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1) 103

Şekil 5.53. MTBE tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2) 104

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.54. MTBE tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2) 104

Şekil 5.55. MTBE tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3) 105

Şekil 5.56. MTBE tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3) 106

Şekil 5.57. Ana kriterlere ait hesaplamaların ekran görüntüsü 112

Şekil 5.58. Fiziksel etki alanına ait hesaplamaların ekran görüntüsü 113

Şekil 5.59. Yönetim ve koordinasyona ait hesaplamaların ekran görüntüsü 114

Şekil 5.60. Ulaşıma ait hesaplamaların ekran görüntüsü 115

Şekil 5.61. Tahliyeye ait hesaplamaların ekran görüntüsü 116

Şekil 5.62. Temel gereksinimlere ait hesaplamaların ekran görüntüsü 117

Şekil 5.63. Fiziksel özelliklere ait hesaplamaların ekran görüntüsü 118

Şekil 5.64. Mevzuata ait hesaplamaların ekran görüntüsü 118

Şekil 5.65. AHP hiyerarşik yapısı 118

Şekil 5.66. Aday toplanma noktalarının "Google Earth Pro" görüntüsü 122

Şekil 5.67. Aday toplanma noktaları ve kırmızı tehdit bölgeleri "Google Earth Pro" görüntüsü 122

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
m^2	Metrekare
kg	Kilogram
km	Kilometre
kw	Kilowatt
m	Metre
mPa	Megapaskal
mSv	Milisievert
ppm	Milyon başına parça
psi	İnç kare başına düşen pound cinsinden kuvvet
λ	Temel değer

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AAS	Analitik ağ süreci
AB	Avrupa birliği
AEGL	Akut maruz kalma düzeyi
AFAD	Afet ve acil durum yönetimi başkanlığı
AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
AHS	Analitik hiyerarşi süreci
AHY	Analitik hiyerarşi yöntemi
ALOHA	Tehlikeli atmosferlerin bölgesel konumu
BLEVE	Kaynayan sıvı-genleşen buhar patlaması
BM	Birleşmiş milletler
CBS	Coğrafi bilgi sistemi
CI	Tutarlılık göstergesi
CLP	Sınıflandırma, etiketleme ve paketleme tüzüğü
CR	Tutarlılık oranı

Kısaltmalar	Açıklamalar
CRED	Afetlerin epidemiyolojisi araştırma merkezi
ÇKKV	Çok kriterli karar verme
EEC	Avrupa ekonomik topluluğu
EM-DAT	Uluslararası afet veri tabanı
EPA	ABD çevre koruma ajansı
ERPG	Acil müdahale planlama kılavuzu
GIS	Coğrafi bilgi sistemi
LEL	Alt patlama sınırı
LOC	Maruz kalma sınırı
LPG	Likit petrol gazı
MAHB	Büyük kaza tehlikeleri bürosu
MARS	Büyük kaza raporlama sistemi
MKE	Makine kimya endüstrisi
MTBE	Metil tert-butil eter
NFPA	Ulusal yangından korunma derneği
OECD	Ekonomik işbirliği ve kalkınma örgütü
PAC	Kimyasallar için koruyucu eylem kriterleri
RI	Rassalık göstergesi
TABB	Türkiye afet bilgi bankası
T.C.	Türkiye cumhuriyeti
TEEL	Geçici acil maruz kalma sınırı
TNT	Trinitrotoluen
TPAO	Türkiye petrolleri anonim ortaklığı
VCE	Buhar bulutu patlaması

1. GİRİŞ

Son yıllarda düzensiz şehirleşme, sanayileşmenin giderek hız kazanması ve bu bağlamda plansız endüstriyelleşme, iklim değişikliği gibi olaylar afetlerin sayı ve etkilerinin artmasına neden olmaktadır. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda (2009) afet; "toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar" olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası afet veri tabanında ise afet; "genellikle doğanın neden olduğu, yerel kapasiteyi zorlayan, dış yardım için ulusal veya uluslararası seviyede yardım talebinde bulunulmasını gerektiren ve büyük hasara, yıkıma ve insanın acı çekmesine neden olan beklenmedik ve ani olay, felaket" olarak tanımlanmaktadır (EM-DAT 2019).

Afetler, bazı kaynaklarda gelişme hızı (ani/yavaş) ya da ölçeğine (küçük/büyük) göre sınıflandırılmakla birlikte, sıklıkla doğal afetler (yavaş gelişen-şiddetli soğuk, kuraklık ve ani gelişen-deprem, sel, kitle hareketi, heyelan) ve teknolojik (insan kaynaklı) afetler olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir (Işık ve diğerleri, 2012).

Doğal afetler, oluşumları tabiat olaylarına dayanan afetler iken, teknolojik afetler savaşlar, çatışmalar, terör olayları, göçler gibi küresel olaylar ile hatalı veya eksik planlama ve uygulamaların sebep olduğu olaylar olarak tanımlanmaktadır (Kadıoğlu, 2011). Endüstriyel kazalar, teknolojik afetlerin altında değerlendirilmektedir.

Ülkemizde teknolojik afetleri bir bütün olarak değerlendiren tek kurum AFAD'dır. İlgili kanunda teknolojik afetler, "insan faaliyetleri ya da doğal afetlerin tetiklemesi sonucunda oluşan endüstriyel, maden, ulaşım ve taşımacılık, nükleer ve radyolojik, deniz kirliliğine neden olan kazalar, büyük yangınlar, biyolojik olaylar, kritik altyapılar ve siber tehditler ile çevresel tehlikeler gibi can kaybına, hastalıklara, sosyal, ekonomik ve çevresel bozulmalara neden olan afet ya da acil durumlar" olarak tanımlanmaktadır.

2000-2019 yılları arasında dünyada 5 110 teknolojik afetin gerçekleştiği, bunlar sonucunda 159 478 can kaybının yaşandığı belirlenmiştir. Aynı yıllar arasında ülkemizde ise 101

teknolojik afetin yaşandığı ve sonuçta 2 469 kişinin hayatını kaybettiği tespit edilmiştir. 101 teknolojik afetin büyük bir kısmını ulaşım kazaları oluştururken 12 tanesinin endüstriyel kaza olayı olduğu belirlenmiştir (EM-DAT, 2019).

Tarihi süreçte de tehlikeli kimyasal maddelerin üretimi, depolanması ve kullanımı nedeniyle teknolojik afet kapsamında değerlendirilen birçok büyük endüstriyel kaza yaşanmış ve gerçekleşmeleri sonrası geri dönüşü ve telafisi mümkün olmayan çok büyük maddi ve manevi kayıplar meydana gelmiştir.

Özellikle, 1970'li yıllar ve sonrasında yaşanan büyük endüstriyel kazalardan çıkarılan dersler benzer vakaların önlenmesini ve kontrolünü amaçlayan bir dizi yasal düzenlemenin önünü açmıştır. Tehlikeli kimyasal maddeleri barındıran işyerlerinde, güvenli ve çevreci işletme anlayışının gerçekleştirilebilmesine yönelik olarak Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerince bazı endüstriyel faaliyetlerin başlıca kaza tehlikelerinin tanımlanması ve bu kazaların olumsuz etkilerinin sınırlandırılması için 82/501/EEC sayılı Seveso-I Direktifi yayımlanmış ve bugüne kadar uzanan süreçte ilgili mevzuat sürekli olarak güncellenmiştir.

1999 Aralık ayında Türkiye'nin, AB'ye katılacağı öngörülen bir aday ülke olduğu Avrupa Konseyi tarafından onaylanmıştır. AB Uyum Sürecine giren ülkemiz, ilgili tüm AB gerekliliklerinin ulusal mevzuatımıza tam olarak yansıtılması ve ilgili mevzuatı yönetme adına kurumsal yapıların kurulması ve sürece tam uyum sağlamak maksadıyla da kontrol ve cezaların kanun maddeleri ile garanti altına alınmasına yönelik bir dizi çalışma başlatmıştır.

Bu kapsamda, Türkiye'de doğal ve teknolojik afetlerin kontrolü ve yönetimi ile ilgili çok sayıda düzenleme hayata geçmiştir. 02 Mart 2019 tarihinde "tehlikeli maddeler bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi amacıyla, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler ile ilgili usul ve esasları belirlemek" amacıyla yayımlanan "Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik" bu düzenlemelerin önemli bir parçasıdır.

Ülkemizde ilgili Yönetmeliğe tabi tehlikeli maddeleri bulunduran çok sayıda alt ve üst seviyeli kuruluş bulunmaktadır. Bu kuruluş işletmecilerinin kuruluşun seviyesine göre

yerine getirmekle yükümlü olduğu birçok yasal sorumluluğu mevcuttur. Üst seviyeli kuruluşlara getirilen bu sorumluluklardan bir tanesi, yenisinin hazırlanma ve yayımlanma sorumluluğu da Çevre ve Şehircilik Bakanlığına verilen hâlihazırda yayımlanmış 1 Temmuz 2020 tarihine kadar yürürlükte olan "Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Dâhili Acil Durum Planı Tebliği"dir (31/03/2016 tarih, 29670 sayılı Resmî Gazete). İlgili Tebliğ'de çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından etkilenmeyeceği mesafe veya korunakta yer "toplanma noktası" olarak tanımlanmaktadır, ancak oldukça önemli bu kavramın seçimi veya belirlenmesi üzerine herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, büyük endüstriyel kazalara yönelik dahili acil durum planı kapsamında toplanma noktası/noktalarının, bilimsel gerçeklere dayalı, karar vericilere rehberlik edecek ve benzer diğer yer seçim problemlerine uygulanabilecek yapıda bir yaklaşım önerisi ile belirlenmesidir. Bu kapsamda, toplanma noktasının çok kriterli karar verme yöntemi ile seçimi problemi üç aşama halinde ele alınmıştır. İlk aşamada, örnek bir endüstriyel kuruluşta tehlikeli kimyasal kaynaklı meydana gelebilecek endüstriyel kazaların patlama, yangın ve toksik yayılıma ait fiziksel etki alanları belirlenmiştir. İkinci aşamada, toplanma noktasının belirlenmesinde kullanılan ana ve alt seçim kriterleri Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) analizi ile ağırlıklandırılmıştır. Son aşamada ise ilgili örnek kuruluşta aday noktalar arasından toplanma noktası belirlenmiştir. Tez çalışmasının birinci bölümünde, teknolojik afet sınıfına giren endüstriyel kazalar için dâhili acil durum planları kapsamında belirlenen toplanma noktası hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde endüstriyel kazalar, büyük endüstriyel kaza vakaları, ilgili uluslararası ve ulusal mevzuat, sonuç analizi ve fiziksel etki alanı modelleme araçları ile çok kriterli karar verme konuları hakkında bilgiler sunulmuş ve toplanma noktası kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek maksadıyla kullanılan AHP yönteminin adımları açıklanmıştır. Üçüncü bölümde fiziksel etki alanı belirlenmesi, afet lojistiği üzerine yürütülen çalışmalar ve acil durumlar ile ilgili yer seçim çalışmalarına yönelik literatür taraması sunulmuştur. Dördüncü bölümde fiziksel etki alanı modellemeleri ve belirlenen kriterler doğrultusunda kullanılan AHP yöntemine ait hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Beşinci bölümde senaryolar bazında modelleme çalışmaları yürütülmüş ve etki alanları belirlenmiş, AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları manuel olarak ve "Super Decisions" paket programı yardımıyla belirlenmiş, aday noktalar arasından bir toplanma noktası seçimi gerçekleştirilmiştir.

2. ÇALIŞMA KONUSU VE KAPSAMI

Bu bölümde endüstriyel kazalar, endüstriyel kaza örnekleri, ilgili uluslararası mevzuat, ulusal mevzuat, sonuç analizi ve fiziksel etki alanı modelleme araçları ile çok kriterli karar verme konuları hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Endüstriyel Kazalar

Tehlikeli maddelerin işlendiği, üretildiği ve depolandığı tesisler; endüstriyel gelişimin temel bileşenleridir. Ulusal ve uluslararası pazarların ihtiyaçlarına istinaden orantılı bir artış gösteren bu tesislerin; üretimde kullandıkları, depoladıkları veya nakil ettikleri tehlikeli madde türleri ve miktarları da bununla beraber artmaktadır. Kullanılan bu maddelerin tehlikeli özellikleri, işlenme ve üretim prosesleri esnasında ve depolamada kontrol altında tutulmaya çalışılsa da beklenmedik bir durumun tehlike yaratma potansiyeli her zaman mevcuttur. Tehlikeli kimyasalın özelliğine bağlı olarak olumsuz bir durumun insan ve çevre üzerine etkileri farklılık göstermektedir.

Hayatın çok çeşitli alanında karşılaşılan tehlikeli kimyasal maddeler, önemli sağlık, çevre ve güvenlik riskleri ortaya çıkaran endüstriyel kazalara neden olmaktadır. İnsan kaynaklı afet ya da teknolojik afet kapsamında değerlendirilen endüstriyel kazalar ilgili mevzuatta, "herhangi bir kuruluşun işletilmesi esnasında, kontrolsüz gelişmelerden kaynaklanan ve kuruluş içinde veya dışında insan ve/veya çevre sağlığı için anında veya daha sonra ciddi tehlikeye yol açabilen bir veya birden fazla tehlikeli maddenin sebep olduğu büyük bir yayılım, yangın veya patlama olayı" olarak tanımlanmaktadır. (Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik [BEKÖEAHY], 2019: madde 5). Afet Yönetim Enstitüsü (Disaster Managemet Institute) terimler sözlüğünde ise büyük endüstriyel kaza; bir veya daha fazla tehlikeli kimyasal içeren, endüstriyel faaliyet veya nakliye sırasında olay anında/sonrasındaki kontrolsüz gelişmelerden ya da doğal olaylardan kaynaklanan ve ciddi etkilere neden olan belirli bir ana emisyon, yangın veya patlama içeren olay olarak tanımlanmaktadır.

Tehlikeli maddelerin üretimi, kullanımı, nakli ya da bertarafı esnasında oluşabilecek ve çevre/insan sağlığı üzerinde ağır tahribata neden olabilecek büyük endüstriyel kaza riskleri kimyasalın durumuna, nedenine ve sonuçlarına bağlı olarak 3 başlıkta sınıflandırılır;

- Yanıcı maddenin bir ısı kaynağı ya da alev vasıtasıyla tutuşmasından kaynaklı ortaya çıkan *yangın*
- Ani gaz salımı ile hava ve yanıcı madde karışımından kaynaklanan *patlama*
- *Toksik* maddelerin toprak, su ya da havaya *yayılımı*

Yangın olayı ve türleri:

Yangın; ısı, ışık, çoğu zaman duman ve alev üreten bir yanma olayıdır. Yangının insanlar üzerinde termal radyasyona maruz kalma nedeniyle cilt yanığı şeklinde bir etkisi vardır. Yanıkların ciddiyeti, ısının yoğunluğuna ve maruz kalma süresine bağlıdır. Kimyasal kaynaklı yangın olayları kendi içinde 3 sınıfta incelenebilir:

Parlama (flaş) yangını: Yanıcı bir gaz sızıntısından oluşan buhar bulutu önemli bir aşırı basınç olmadan tutuşturulduğunda bir ani alevlenme oluşur bu tarz yangınlara parlama yangını denir. Bu yangınların ana tehlikesi, parlama ateşinin yakın çevresindeki karada veya suda olsun, parlama ateşi yolundaki nesneleri etkileyen termal radyasyonun ısı etkisidir. Bu yangının süresi çok kısadır ve hasar termal radyasyon ve oksijen tükenmesinden kaynaklanır.

Jet yangını: Basınçlı, delinmiş bir kaptan veya borudan yanıcı ve patlayıcı kimyasal maddenin salınmasından sonra sıvı ya da gazın tutuşturulması ile meydana gelir. Bu salınımın basıncı, çoğu durumda stabil olan uzun bir alev üretir. Jet yangınının süresi, serbest bırakma hızı ve kaynağın kapasitesi ile belirlenir.

Havuz yangını: Bir uçucu sıvı yakıt tabakasının buharlaştığı ve tutuştuğu bir tür yayılma yangınıdır. Yakıt katmanı yatay katı bir alt tabaka üzerinde veya daha yüksek yoğunluklu bir sıvı üzerinde (genellikle su) yüzebilir. Bu tür yangınlarda maksimum yanma hızı net yanma ısısının ve buharlaşması için gereken ısının bir fonksiyonudur. Havuz yangınları kontrolü çok tehlikeli ve güç yangınlardır. Benzin, mazot türü petrol ürünlerinin yoğun depolandığı tank çiftliği alanlarında belirgin şekilde görülmektedir.

Patlama olayı ve türleri:

Patlama; ani şiddetli bir enerji salınımı meydana getiren aşırı hızlı yanma ve gazların genişlemesi nedeniyle meydana gelir. Bu şiddet; enerjinin serbest bırakılma hızına bağlıdır. Patlamalar genellikle kimyasal patlamalar, fiziksel patlamalar ve buhar bulutu patlamaları olarak sınıflandırılır.

Kimyasal patlama: Bir tesis veya tankta kimyasal patlamalar, içte meydana gelen ekzotermik reaksiyondan kaynaklanabilir. Bu reaksiyon, kararsız maddelerin ayrışmasını, monomerlerin polimerizasyonunu veya yakıt oksidan karışımlarının yanmasını içerebilir. Moleküler sayının ısınma sonrası artması, kabın patlama noktasına kadar basıncında bir artışa neden olabilir ve patlayıcı maddenin hızlı ayrışmasıyla kendiliğinden bir infilaka sebebiyet verebilir.

Fiziksel patlama: Buhar kazanı patlamalarında olduğu gibi aşırı basınç nedeniyle oluşan patlama türüdür ve patlama sonucu yangın görülmeyebilir. Ancak, içeriğin yanıcı olması durumunda; kaynama noktasının üzerinde bir sıcaklıkta ve basınç altında sıvı içeren bir tank patladığında, hızlı bir şekilde atmosfer basıncı seviyesine inilmesi esnasında bir buhar bulutu oluşur ve bir kaynakla tutuşarak ateş topu haline dönüşebilir. En yaygın örneği "Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)" olarak adlandırılır. Bu olay; tanktaki aşırı basınç, hali hazırda basınçlı olan bir kabın bir korozyon veya mekanik bir etki ile hasar görmesi ya da bu basınçlı tankın dış etki kaynaklı bir yangına maruz kalması sonrası alevlerin metali ısıtarak zayıflatması suretiyle meydana gelebilir.

Buhar bulutu patlaması: "Vapor Cloud Explosion (VCE)", içinde yanıcı, parlayıcı sıvı ya da gaz bulunan boru hattı, tank, proses ekipmanları, kanalizasyon sistemleri, kapalı odalar ve yer altı tesislerinin hasara uğraması sonrası içindeki kimyasalın havayla karışması ve tutuşması durumunda meydana gelen patlama türüdür. Parlayıcı buhar bulutu, tutuşması durumunda patlayabilir ve buhar bulutu patlamanın öncesinde sızıntının meydana geldiği noktadan uzaklaşabildiğinden dolayı uzak mesafelerde bile önemli yıkıma neden olabilecek bir basınç yarattığından, kaynağından oldukça uzakta olan alanları dahi tehdit edebilir.

Toksik yayılım olayı:

Bir kimyasal kaza sırasında; proses ekipmanının hızlı ve önemli miktarlarda toksik materyali serbest bırakması ve bunun depolanma alanı ve yakın çevresi boyunca yayılacak kadar ciddi bir bulut oluşturmasına denir. Bu duruma; kaçağa neden olan aşırı basınç, yüksek basınçta toksik madde içeren bir boru hattının yırtılması, atmosferik kaynama noktasının üzerinde depolanan zehirli madde içeren bir tankın yırtılması neden olabilir. Hâkim rüzgâr hızı ve hava koşulları, toksik yayılımın boyutlarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Tehlikeli maddelerin kullanımı, üretimi, depolanması ya da nakli sırasında bu tür kaza riskleri her zaman bulunmaktadır. Yukarıda anlatılan büyük endüstriyel kazalar sonrası meydana gelebilecek olayların sebepleri, insan hatası, mühendislik hatası /enstrümantasyon hatası, yönetim kategorilerinden biri ya da bunların bir kombinasyonu olabilmektedir. Bu bağlamda diğer afetlerden farklı olarak endüstriyel kazalar, iyi bir planlama ve hazırlık ile önlenebilmekte ya da etkileri minimize edilebilmektedir. Uygun planlama politikalarının, mühendislik önlemlerinin, afet bilincinin geliştirilmesine yönelik tüm kamu ve sivil toplum kuruluşlarıyla işbirliği ile hareket edilmesinin, endüstriyel kazaların meydana gelmesini engellemek, gerçekleştiğinde ise etkilerini minimum düzeyde tutmak maksadıyla önemli olduğu, yaşanan afetlerin sıklık, dağılım ve değişimini incelemenin, alınacak önlemlerin belirlenmesinde yol gösterici olacağı değerlendirilmektedir (Varol, 2007).

2.2. Büyük Endüstriyel Kaza Vakaları

Dünyanın çeşitli coğrafyalarında yaklaşık bir asırdır meydana gelen endüstriyel kazalar ciddi sosyal, çevresel ve ekonomik olumsuzluğa yol açmıştır. Yaşanmış bu kazaların analizi; benzerlerinin önlenmesi ve kontrolüne yönelik olarak stratejiler ortaya konulması, olası risklerin azaltılabilmesi adına önemli bir veri sağlamıştır. Bunlara ilaveten endüstriyel kaza vakaları, ulusal ve uluslararası mevzuatın oluşturulması için önemli bir müktesebat teşkil etmiştir.

Günümüzde birçok ülkenin kendilerine özgü (afet kavramının farklı tanımlanması ve afetlerle ilgili sorumlulukların başka kurum/kuruluşlar tarafından takip ve kontrol edilmesi

nedeniyle) afet arşivleri olduğu görülmektedir. İster doğal ister teknolojik afet kapsamında olsun bu tarz kayıtları sistematik şekilde tutan; kazaların nedenleri, oluşum mekanizmaları ve ortaya çıkardığı sonuçları içeren veri tabanları ve bilgi sistemleri bulunan pek çok ülke mevcuttur. Bunun yanı sıra Birleşmiş Milletler (BM), AB ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) gibi uluslararası organizasyonlar, bu tür afet ve kazaların kayıtlarının tutulmasını daha geniş kapsamda değerlendirmektedir.

2.2.1. Afet veri tabanları

Yaygın olarak kullanılan ve benzer çalışmalarda ana kaynak olarak başvurulan uluslararası veri tabanları; Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED)'nin Uluslararası Afet Veri Tabanı (EM-DAT) ve AB'nin Ortak Araştırma Merkezi'ne bağlı Büyük Kaza Tehlikeleri Bürosu (MAHB) tarafından yönetilen Büyük Kaza Raporlama Sistemi (MARS), ulusal düzeyde ise T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından kullanıma sunulan Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) bu tez çalışmasında incelenmiştir.

Uluslararası Afet Veri Tabanı (EM-DAT)

1988 yılından bu yana Belçika merkezli Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (Center for Research on Epidemiology of Disasters – CRED) tarafından kullanıma sunulmuş olan EM-DAT, doğal ve teknolojik afetler ile ilgili en kapsamlı bilgi kaynaklarından birisidir. Temel amacı ulusal ve uluslararası boyutta insani yardım organizasyonlarını istatistiksel veri sağlamak suretiyle desteklemektir. EM-DAT 1900 yılından günümüze kadar gerçekleşmiş doğal ve teknolojik afetlerle ilgili bilgi (afetin yaşandığı ülke, afet türü, tarih, ölü, yaralı, afetten etkilenen kişi sayıları ile tahmini hasar miktarı) içermekte, düzenli olarak güncellenmekte tüm bu evrensel veriyi kullanıcılara ücretsiz olarak sunmaktadır. EM-DAT veri tabanı bilgileri, BM kuruluşları, sivil toplum örgütleri, sigorta şirketleri, araştırma kuruluşları ve medya gibi çeşitli kaynaklardan çaprazlama yapılarak derlenmektedir. Veri tabanında afetler doğal ve teknolojik olarak iki bölümde, teknolojik afetler ise; endüstriyel kazalar, taşımacılık kazaları ve diğer teknolojik kaynaklı kazalar olarak üç alt sınıfta ele alınmaktadır. Bir afetin ilgili veri tabanında kayıt altına alınabilmesi için; en az 10 kişinin ölmesi, en az 100 kişinin etkilenmesi, olağanüstü

hal ilan edilmesi ve ilgili devlet tarafından uluslararası yardım çağrısı yapılması kriterlerinden en az birinin gerçekleşmiş olması gerekmektedir (Bahadır ve Uçku, 2018).

Büyük Kaza Raporlama Sistemi (MARS)

AB Ortak Araştırma Merkezi bünyesindeki Büyük Kaza Tehlikeleri Bürosu (Major Accident Hazards Bureau - MAHB) tarafından yönetilen ve Seveso direktiflerinin gerektirdiği raporlama ihtiyaçlarının karşılanması maksadıyla geliştirilen bir bilgi sistemidir. Büyük Kaza Raporlama Sistemi (Major Accident Reporting System - MARS), AB üye ülkelerince kullanılmasının yanı sıra OECD ülkeleri tarafından da gerçekleşen endüstriyel kazalara dair bilgi paylaşımı ve bu kazaların standart bir formatta raporlanması maksadıyla kullanılmaktadır. Bu sistem, endüstriyel kazalar meydana geldiği ilk anda bildirim maksadıyla hazırlanan kaza profillerini ve akabinde ilgili kazanın oluşum mekanizması ve sonuçları ortaya konduktan sonra hazırlanan detaylı kaza analizlerini içermektedir (Girgin ve Yetiş, 2006).

Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB)

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı bünyesindeki Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Başkanlığı'nca kullanıma sunulan ve test yayınına açılmış olan bilgi bankası ile afetlere karşı hazırlıklı olunması, olası zararların azaltılması için tüm belge ve kaynakların bir arada bulunması, geçmiş verilerin analiz edilebilmesi, doğal ve teknolojik afetler konusunda mevcut çalışmaların daha da geliştirilmesi amaçlanmaktadır. (AFAD, 2019).

Geçmiş afetler ile ilgili elde edilen oluşum mekanizmalarının ve sonuçlarının güvenilir bir dijital platformda saklanabilmesini sağlayacak olan TABB, afet anında ve sonrasında yaşanabilecek can ve mal kayıplarının önceden önlenebilmesi için yaşanmış afetlere ilişkin bilgi birikiminin korunmasının gerekliliğinden yola çıkarak hazırlanmış bir ulusal bilgi bankasıdır. TABB ilk etapta 2 modül olarak tasarlanmış olup; Analiz Modülü, Türkiye Ulusal Afet Arşivi'nde yer alan afetlere ilişkin verilerin değerlendirilmesi, istatistik modüllerinin eklenmesi ve grafik oluşturma gibi opsiyonları kullanıcılara sağlayan modüldür. Doküman Modülü ise; kişi/kurum ve kütüphanelerde elektronik ortamda

bulunan yayınların yüklendiği, elektronik ortamda bulunmayan bazı kaynaklara ilişkin ise erişim adresleri ya da konumlarının gösterilmesi suretiyle arşivde yer bulmasının sağlandığı modüldür.

2.2.2. Afetlere yönelik önemli kurum ve organizasyonlar

Uluslararası düzeyde ilgili veri tabanlarına yaşanan afetlere yönelik olarak gerekli araştırmaları yaparak veri sağlayan, kazaların oluşum mekanizmalarını inceleyen, hazırladıkları kaza analiz raporları ile kök neden tespitinde bulunan ve çoğu zaman ilgili afetlerin yaşanmasını engellemek maksadıyla düzenlemeler üzerinde çalışan kurum ve kuruluşlara tavsiyelerde bulunan belli başlı kurum ve organizasyonlar mevcuttur. Bunlar;

ABD Kimyasal Güvenlik ve Tehlike Araştırma Kurulu

ABD Kongresi 15 Kasım 1990'da Temiz Hava Yasası'nda yeni bir kaynak görevi görmesi için ve endüstriyel güvenliği artırma çabasıyla bağımsız bir federal kurum olan ABD Kimyasal Güvenlik ve Tehlike Araştırma Kurulu'nun (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board-CSB) kurulmasına izin veren bir dizi değişiklik yapmış ve bu kurul 1998 yılı Ocak ayı itibarıyla çalışmalarına başlamıştır. İlgili kurul dünya çapında büyük çaplı endüstriyel/kimyasal kazaları araştırmakla görevli, bağımsız bir kuruluş olup, bünyesinde mekanik ve kimya mühendisleri, endüstriyel güvenlik uzmanları, araştırmacılar ve sınai güvenlik konusunda bilirkişiler barındıran bir çalışma ekibinden oluşmaktadır. Yaralanma, ölüm, çevre sağlığı ve milyonlarca doların üzerinde tesis kaybı gibi sonuçlar doğuran ağır endüstriyel kazaların kök neden analizlerini yaparak; emniyet yönetimi eksikliklerini, ekipman arızalarını, insan hatalarını, öngörülemeyen kimyasal reaksiyonları ve olaya dahil olan diğer tehlikeleri vurgulayan raporlar hazırlayan kurul, gelecekte bu tarz kazaları önlemek ve azaltmak için düzenleyici kurumlara, endüstri kuruluşlarına ve çalışma gruplarına önerilerde bulunmaktadır. İlgili kurulun yaşanan kaza vakalarına ilişkin hazırladıkları raporlar, geniş kapsamlı kaza süreçlerinin fotoğrafları ve güvenlik tanıtım videoları; süreç güvenliğini oluşturmak ve desteklemek açısından değerli kaynaklar sunmakta endüstriyel güvenlik konusunda eğitim materyali olarak kullanılmaktadır.

Büyük Kaza Tehlikeleri Bürosu

AB Ortak Araştırma Merkezi (E.U. The Joint Research Center-JRC) bünyesindeki Büyük Kaza Tehlikeleri Bürosu (Major Accident Hazards Bureau - MAHB) 1996'da kurulmuştur. Bu merkez, AB politikası ve Seveso yükümlülüklerine yönelik bilimsel destek sağlanması ve bu yükümlülüklerin uygulanmasına yönelik ortak yaklaşımların desteklenmesi ve AB Ortak Araştırma Merkezi üye devlet uzmanları arasında karşılıklı teknik tavsiyede bulunma ve teknik değişiklikleri koordine etme yetkinliklerine katkı sağlanmasına yönelik görevler üstlenmektedir. AB Ortak Araştırma Merkezi, AB yönetim politikalarının oluşmasına, gelişmesine, uygulanmasına ve izlenmesine yaptığı bilimsel araştırmalar aracılığıyla destek sağlamak amacıyla, bilim ve teknoloji referans merkezi olarak hizmet vermekte ve toplumsal sorunları incelerken yeni yöntem ve standartlar geliştirmesinin yanı sıra bilgi birikimini Üye Devletler, bilimsel topluluklar ve uluslararası ortaklarla paylaşmaktadır. AB Ortak Araştırma Merkezince yürütülen araştırmaların; sağlıklı ve güvenli bir çevre anlayışının oluşmasına güvenli enerji kaynaklarının kullanımına katkıda bulunduğu değerlendirilmektedir. Bu yapısıyla da AB Ortak Araştırma Merkezi'nin Avrupa'daki endüstriyel kaza önleme ve bu tarz kazalara hazırlık konusunda müktesebata katkıda bulunma ve Avrupa'nın dışında yer alan bölgelerde de bu konuya istinaden farkındalık yaratma açısından önemli bir yer tuttuğu değerlendirilmektedir.

Tüm bu sorumluluklarını yerine getirirken bünyesindeki Büyük Kaza Tehlikeleri Bürosu (MAHB) ve yönetimindeki Büyük Kaza Raporlama Sistemi (MARS)'nden faydalanan AB Ortak Araştırma Merkezi; Üye Devletler tarafından 1984'ten bu yana mevcut ve önceki Seveso Direktifleri kapsamında bildirilen tüm büyük endüstriyel kazaları içeren bir endüstriyel kaza raporları arşivine sahiptir. Endüstriyel kaza risklerinin ve sonuçlarının tahmini oldukça kompleks bir çalışma alanı olarak değerlendirilse de sahip olduğu geniş endüstriyel kaza arşivi, uzman kadrosunun konuya yönelik donanımı ve bu yapının AB tarafından maddi olarak destekleniyor olması avantajlı olarak görülmektedir. Merkez, AB'deki ve dünya çapındaki endüstriyel kazalardaki nedenleri ve eğilimleri anlamak, kimyasal kazaları önlemek için yerinde uygulamaları yaymak ve endüstriyel kazaların risk değerlendirmesi ve kazalardan alınan dersler hakkında geniş bir Avrupa bilgi tabanı oluşturmak konularında referans merkezi olma özelliğini sürdürmektedir.

İlgili kurum ve kuruluşların verileri ile oluşturulan veri tabanları taranarak tespit edilen, ülkemizde ve diğer ülkelerde gerçekleşmiş endüstriyel kazalara dair örnekler, kronolojik olarak aşağıda sunulmuştur.

2.2.3. Ülkemizde yaşanmış büyük endüstriyel kazalar

MKE Patlamaları

Temelleri 1925 yılında atılan Kırıkkale Makine Kimya Endüstrisi (MKE) fabrikasında bugüne kadar kayıt altına alınan 6 adet patlama gerçekleşmiştir. Resmi verilere göre ilgili tesislerde ilk patlama 18 Haziran 1986 yılında gerçekleşmiştir. Yahşihan İlçesi yakınlarındaki mühimmat deposunda yaşanan patlamanın aşırı sıcak sebebiyle gerçekleştiği, olaydan dolayı can kaybı yaşanmamasına rağmen 19 kişinin yaralandığı kayıtlara geçmiştir. İkinci kaza yine aynı yıl içerisinde yaşanan, 2,5 ton trinitrotoluen (TNT) bulunan binada meydana gelen yangının çalışan 350 işçiyi etkilediği ve ortaya çıkan kuvvetli patlamalar hasebiyle deprem etkisi yaratan ve de yerel halkta korku ve paniğe sebebiyet veren patlamadır. Yangın söndürme faaliyeti esnasında 7 itfaiye eri hayatını kaybetmiştir. Kayıt altına alınan üçüncü kaza 2 Şubat 1988 yılında mühimmat fabrikasında meydana gelmiş, can kaybı yaşanmayan kazada dolum atölyesinde meydana gelen hasarın maliyetinin 22 milyon 674 bin 500 lira olduğu açıklanmıştır. 3 Temmuz 1997 tarihinde yaşanan barut deposu patlaması sonrası yangının ormanlık bölgeye sıçraması nedeniyle kontrol altına alınması ve söndürülmesi faaliyetleri bir günden fazla süre almıştır. Patlamanın yarattığı etkiyle çok sayıda ev ve iş yeri zarar görmüş, birçok hane halkı güvenliğini sağlamak maksadıyla şehri terk etmiştir. Patlama nedeniyle biri işçi olmak üzere 4 kişi hayatını kaybetmiş ve çok sayıda kişi yaralanmıştır. 31 Ağustos 2008 tarihinde meydana gelen beşinci patlama İmla Tesisinde gerçekleşmiştir. Tesis bölgesine yakın çok sayıda hane zarar görmüş, 3 kişi hayatını kaybetmiş, 15 kişi yaralanmıştır. Kayıt altına alınan son kaza 24 Haziran 2010 tarihinde gerçekleşen barut fabrikası patlaması olup, bu olay bir iş kazası olarak kayıtlara geçmiş herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır.

Konyalılar Mensucat Fabrikası Patlaması

8 Ağustos 1992 tarihinde Tekirdağ/Çorlu'da yer alan bir tekstil fabrikasında meydana gelmiştir. Kazaya depoda biriken metan gazının çevresel bir tetikleyici ile yarattığı patlama

neden olmuştur. Kaza yemek dağıtımı yapıldığı esnada yemekhanenin altında meydana gelmiş ve 32 kişi ölmüş, 84 kişi yaralanmıştır (Girgin ve Yetiş, 2006).

İzmit TÜPRAŞ Yangını

17 Ağustos 1999 tarihinde 20'nci yüzyılın en büyük doğal afetlerinden biri olarak nitelendirilen Marmara depremi meydana gelmiş ve bu deprem İzmit TÜPRAŞ rafinerisinde büyük hasara yol açmıştır (Danış ve Görgün, 2005). Depremin etkisiyle devrilen baca rafineride büyük bir yangına sebebiyet vermiş ve yangın söndürme faaliyetleri 5 günden fazla sürmüştür. Ortaya çıkan bu kaza bir afetin diğerini tetiklediği domino etkili bir büyük endüstriyel kaza meydana getirmesine örnek teşkil etmiştir. Hasarın giderilmesi maksadıyla üç aydan fazla süre ile çalışmalar sürdürülmüş ve 80 milyon dolardan fazla maliyete katlanılmıştır.

AKSA Akrilonitril Sızıntısı

17 Ağustos 1999 depreminin sebep olduğu bir başka kaza, Yalova'da kurulu AKSA fabrikasının akrilonitril tanklarından üçünün hasar görmesi sonrası hava, su ve toprağa toplam 6 400 ton akrilonitril karışması vakasıdır. Bu sızıntı nedeniyle 5 000'den fazla kişi kimyasala maruz kalmış ve çeşitli derecelerde etkilenmiştir. Kazanın çevrede yaşayan diğer canlıları da olumsuz yönde etkilediği ve birçok hayvan türünün yaşamını yitirdiği gözlenmiştir.

Akçagaz Patlaması

28 Temmuz 2002 tarihinde likit petrol depolanan İzmit Akçagaz tesislerinde gaz sıkışması sonucu bir tankerin patlaması sonrası oluşan yangın toplam 10 tanka sirayet etmiştir. Art arda gelen patlamaların akabinde tesislerde çıkan yangına itfaiye ekipleri müdahale etmiş ve askeri helikopterler yardımıyla çıkan yangın kontrol altına alınmıştır. Yangında herhangi bir can kaybı yaşanmazken, 2 kişinin zehirlendiği, patlamalar sonrası 500 metreye kadar yayılan tank parçaları nedeniyle 50 civarında evin zarar gördüğü ve 3 milyon liralık bir maddi kayba neden olduğu kayıtlara geçmiştir.

ATAŞ Rafinerisi Yangını

25 Temmuz 2004 tarihinde Mersin'de Anadolu Tasfiyehanesi A.Ş.'de (ATAŞ Rafinerisi) 9 bin ton benzin hammaddesi içeren nafta dolu 102 numaralı tank yanmaya başlamış, yangın alarmı aktif hale gelen rafinerinin kendi yangın söndürme sistemi devreye girmiş ve afet planı uygulamaya konulmuştur. Art arda yaşanan 2 patlama yangının büyümesine neden olmuş ve çıkan yangın civar ilçe ve tesislerden gelen itfaiye ekiplerinin yoğun çabası ile 22 saat sonra kontrol altına alınabilmiştir. Olayda herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır.

Kubilay Boya Fabrikası Yangını

20 Haziran 2007 tarihinde İzmir'in Aliağa ilçesinde organize sanayi bölgesinde bulunan, endüstriyel ve metal boya üretimi yapan Kubilay Boya Fabrikasında elektrik kontağı yüzünden yangın çıkmıştır. Yangın üretim bölümünden kısa sürede tiner ve solvent malzemeleri de içeren tüm depolama alanına sıçramış ve kimyasal yangını 6 500 metrekare alana kurulu fabrikanın tamamını kullanılmaz hale getirmiştir. Toplamda 50 itfaiye aracı ile ekiplerin müdahalesi sonrası çevre fabrikalara sıçraması engellenen yangının; boya fabrikası, yanıcı, parlayıcı tesislerde olması gereken ve itfaiye araçlarının rahat hareketini sağlayan ring hattı, kimyasal yangın söndürme sistemi ve yangın hidrat sisteminin olmaması sebebi ile kontrol altına alınmasının güçleştiği belirtilmiştir. Yangında herhangi bir can kaybı yaşanmazken, ortaya çıkan maddi hasarın 5 milyon dolar olduğu değerlendirilmiştir.

Batman TPAO Doğalgaz Dolum Tesisi Patlaması

Patlama, 17 Şubat 2011 tarihinde Kozluk İlçesi'nde yer alan Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'na (TPAO) ait petrol sahasındaki doğalgaz dolum tesisinde gaz sıkışmasından kaynaklı olarak meydana gelmiştir. Patlamayla birlikte doğalgaz tüpleri 300-500 metrelik alana yayılmış olup, civar köylerde yerel halkta korku ve endişeye sebep olmuştur. Patlamanın duyulmasıyla birlikte başta çevre ilçelerden olmak üzere bölgeye çok sayıda ambulans ve itfaiye araçları sevk edilmiş, çıkan yangın itfaiye ekiplerinin çalışmasıyla söndürülmüştür. Patlama nedeniyle tesislerde görev yapan iki işçi ve bir bekçi olay yerinde yanarak can vermiştir. Yaklaşık 3 ay önce hizmete giren ve 5 milyon dolara mal olan dolum tesisi yaşanan bu kaza sonrası kullanılamaz hale gelmiştir.

Kayalar Boya Sanayi Yangınları

Tuzla Kimyacılar Sanayi Sitesi bölgesinde yer alan Kayalar Boya Sanayi'nde 2 adet yangın gerçekleşmiştir. Bu yangınlardan ilki 7 Ağustos 2012 tarihinde trafo patlaması ile başlamış vernik ve boya fabrikası depolarına sıçramıştır. Sürekli meydana gelen patlamalar olay yerine intikal eden itfaiye ekiplerinin yangına müdahalesini oldukça zorlaştırmış ve yüksek alevler fabrikanın yakınından geçen yüksek gerilim hatlarının da kopmasına neden olmuştur. Olaya müdahale esnasında rüzgârın yön değiştirmesi sebebiyle yangın asıl fabrika binasına da sıçramış ve söndürme ve soğutma işlemleri iki gün sürmüştür. Olayda herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır. Yine aynı bölgede kayıt altına alınan ikinci yangın 29 Haziran 2014 tarihinde boya imalatı yapılan bir fabrikada çıkmıştır. Yaklaşık 33 bin metrekare alan üzerinde yer alan fabrikanın deposunda çıkan yangına, İstanbul'un civar ilçelerinden de gelen destek itfaiye ekipleri ile müdahale edilmiş ve yanan kimyasal maddeler fabrika dışına iş makinaları yardımıyla çıkarılmıştır. Yaklaşık 4 saatlik bir müdahalenin ardından kontrol altına alınan yangında can kaybı yaşanmamış olup, ciddi bir maddi hasar meydana gelmiştir.

Güneydoğu Galvaniz Fabrikası Patlaması

Gaziantep ili Şahitkamil İlçesi'ndeki 4'üncü Organize Sanayi Bölgesinde Güneydoğu Galvaniz Fabrikasında 30 Ocak 2013 tarihinde buhar kazanının tahliye borularındaki aşırı sıkışma nedeniyle meydana gelen patlamanın şiddetiyle tesislerdeki yaklaşık 1 kilometrekarelik alanda büyük hasar meydana gelmiş, galvaniz taşıyan vinçler devrilmiş ve yangın çıkmıştır. Patlama bölgesinde yer alan asit havuzlarının varlığı olaya müdahaleyi zorlaştırmıştır. Patlama sırasında bölgede çalışan yaklaşık 15 işçi şiddetli basıncın etkisiyle çevreye savrulmuş bazıları enkaz altında kalmıştır. Meydana gelen bu patlama sonrası 7 kişi hayatını kaybetmiş ve 9 kişi yaralanmıştır.

Aliağa TÜPRAŞ Patlaması

Patlama, 17 Temmuz 2015 tarihinde, TÜPRAŞ İzmir rafinerisinde ham petrol ünitesi tuz giderici çıkış hattındaki bir kaçağın, elektrik kablosundaki arızadan dolayı meydana gelen patlamanın etkisiyle alev alması ile ortaya çıkmış ve ham petrol depolayan tankın patlamasına sebebiyet vermiştir. İlk anda rafineri teknik emniyet ekiplerinin müdahalesi ile

kontrol altına alınan yangın, kısa sürede kontrol altına alınmış ve büyük bir facianın eşiğinden dönülmüştür. Olayda herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır.

2.2.4. Diğer ülkelerde yaşanmış büyük endüstriyel kazalar

Halifax Felaketi

6 Aralık 1917 günü Kanada Halifax Limanında, Imo ve Mont Blanc isimli iki geminin çarpışması sonrası meydana gelmiş bir felakettir. Mont Blanc bir mühimmat gemisidir ve Imo ile çarpışması sonrası güvertesindeki benzol kıvılcımlar yüzünden ateşlenmiştir. Oluşan ateş ile alevlenen mühimmat varilleri patlamış ve gökyüzüne birer roket gibi fırlamıştır. lsı ve sıcak gazların oluşturduğu basınç geminin parçalarını birer şarapnele dönüştürmüş ve şok dalgasının meydana getirdiği sarsıntı kentin her yerinde hissedilmiştir. Patlamanın etkisiyle 325 dönüm arazi kullanılamaz hale gelmiştir. Patlamada yaklaşık olarak 2 000 kişinin hayatını kaybettiği ve 9 000 kişinin ise yaralandığı bunun yanı sıra bu patlamanın şiddeti ve şeklinin atom bombası için bir örnek teşkil ettiği belirtilmiştir.

Oppau Patlaması

21 Aralık 1921 tarihinde Almanya'nın Oppau şehrinde BASF fabrikası gübre üretme tankında meydana gelen ve amonyum nitrat ve amonyum sülfat karışımının patlaması nedeniyle oluşan bu patlama yakın çevresindeki diğer fabrika ve yerleşim alanlarını yerle bir etmiş ve 300 km uzaktan dahi hissedilmiştir. Meydana gelen patlamanın 2 ton TNT patlamasına eş değer bir etki yarattığı, 500'den fazla kişinin hayatını kaybettiği, 2 000 kişiden fazlasının yaralandığı ve 6 500 kişinin evsiz kaldığı kayıtlara geçmiştir.

Teksas Felaketi

ABD tarihinin halen en ölümcül endüstriyel kazası olarak bilinen ve Fransız bandralı Grandcamp gemisinin Teksas limanında Nisan 1947'de patlaması ile kayıtlara geçen bir kazadır. Amonyum nitrat taşıyan ve kargo bölümü içerisindeki sıcaklık ve basıncın patlayıcı eşiğe ulaşması ile infilak eden gemi bütün limanı yerle bir etmiş 160 km çapındaki bir alana kadar 4,5 metrelik bir şok dalgası yollamıştır. Yaklaşık 600 ölü ve 3 500 yaralıya sebebiyet veren bu kazanın yarattığı ekonomik kaybın 100 milyon dolar

olduğu ve yüksek şiddette bir depremden çok daha fazla hasar ve kayba yol açtığı belirtilmiştir (Hart, 1999).

Feyzin Kazası

4 Ocak 1966 tarihinde Fransa-Lyon, Feyzin kasabasında; bir propan depolama tankından sulu bir tabakanın boşaltma işlemi denendiği sırada meydana gelen sızıntı ile oluşan propan buhar bulutu etrafa yayılmıştır. Ortaya çıkan buhar bulutunun yaklaşık 160 metre uzaklıktaki bir arabadan gelen tutuşma kaynağını bulduğu belirlenmiş ilk sızıntıdan yaklaşık 90 dakika sonra aşırı sıcaklık ve basınçtan kaynaklı olarak tankta BLEVE meydana gelmiştir. Olay sonrası büyük zarara uğrayan tesiste beş depolama tankı kullanılamaz hale gelmiş, 18 kişi hayatını kaybetmiş ve 81 kişi yaralanmıştır.

Flixborough Kazası

1 Haziran 1974 tarihinde İngiltere Flixborough yakınlarında büyük bir patlama meydana gelmiştir. Bu patlamadan yaklaşık iki ay önce aynı tesise ait başka bir reaktörde tespit edilen siklohekzan sızıntısı nedeniyle soruşturma yürütmek için kapatılan tesis, yine aynı kimyasalın başka bir depodan sızması ile hafta sonu yapılan bir bypass montajı esnasında tutuşma kaynağı bulması ile yoğun hasara neden olan ve bölgede çok sayıda yangın başlatan büyük bir buhar bulutu patlaması meydana getirmiştir. Yangının kontrol altına alınması birkaç günü almış ve olay nedeniyle 28 kişi hayatını kaybetmiştir. Olayın mesai günlerinden birinde gerçekleşmemiş olması daha yüksek miktarda ölüm ve yaralanma vakası ile karşılaşılmasını engellemiştir.

Seveso Felaketi

İtalya'nın kuzeybatısında yer alan bu kasabada kentin hemen yanı başındaki ICMESA firmasına ait fabrikada 10 Temmuz 1976 günü üretim reaktörünün kontrolden çıkması sonucu bilinen en zehirli gazlardan olan dioksin gazı salınımı olmuştur. Kazaya tehlikeli bir reaksiyon seçimi ve reaktörün yeterince soğutulmadan bırakılmasının neden olduğu bilinmektedir. Etrafa yayılan gaz sızıntısı sonrası birkaç gün içinde 3 000'den fazla hayvan ölü bulunmuş olduğundan dioksinin besin zincirine daha fazla karışmasını önlemek maksadıyla 80 000'den fazla hayvan imha edilmiş, bitki örtüsü tahribata uğramış ve 30

000’den fazla insan etkilenmiştir. Bu elim kaza sonrası AB ülkeleri bu tarz felaketlere istinaden alınması gereken önlemleri daha resmi hale getirmek için 1982 yılında yönetmelik çıkarmış, ismini de bu felaketten dolayı Seveso Direktifi olarak almıştır (Versluis, Asselt, Fox, ve Hommels, 2010).

Bhopal Gaz Felaketi

3 Aralık 1984 günü, Hindistan-Bhopal'de ABD kökenli bir böcek ilacı üreticisi firmadan salınan yaklaşık 40 tonluk metil isosiyanat gazının yarattığı felakettir. Birçoğu uykusunda maruz kaldığı bu gazdan etkilenen 600 000'den fazla kişi olduğu, yaklaşık 8 000 insanın hayatını kaybettiği, 40 000 insanın geçici engelli olduğu, 3 900 kişinin ise ciddi ve sürekli engelli kaldığı saptanmış ve felaketin üzerinden yıllar geçmesine rağmen o dönemde gaza maruz kalan insanların halen fiziksel ve zihinsel engelli çocuklar dünyaya getirmesine neden olduğu belirtilmiştir. Bölgede 2004 yılında yapılan ölçümlerde, toprakta normalin 6 milyon katı toksik madde bulunmuştur.

Mexico City Felaketi

19 Kasım 1984’te Meksika’nın başkenti Mexico City’deki akaryakıt devi Pemex’in LPG terminalinde, büyük bir yangın ve bir dizi patlama meydana gelmiştir. Kontrol odasında ve ayrıca bir boru hattı pompasında basınç düşüşü fark edilmesinin ardından tank ile boru hattını bağlayan 8 inçlik bir borudan LPG salınımı olduğu tespit edilmiş ve salınım yaklaşık 5-10 dakika devam etmiş ve ilk BLEVE meydana gelmiştir. Patlamalar yangın ünitesine yayılmaya başlamış ve yeni BLEVE olayları meydana gelmiştir. Bu kaza sonrası 500’den fazla kişi hayatını kaybetmiş, 4 000’den fazlası yaralanmış ve ilgili bölgedeki yerleşim yerlerinde ciddi oranda maddi hasar meydana gelmiştir.

Baia Mare Kazası

30 Ocak 2000 tarihinde Romanya’nın Baia Mare kentinde bir Avustralya şirketi ile Romanya'nın kamu işletmesi olan Remin Sa’nın ortaklığı ile işletilen Aurul altın madeninde en önemli çevre felakatelerinden biri olarak tanımlanan bir kaza gerçekleşmiştir. Aşırı yağışlar madenin siyanürü çökertmek için kullandığı atık havuzunun dolup taşmasına neden olmuş, 120 ton siyanür ve ağır metal içeren 100 000 metreküp atık

su önce Lapus nehrine oradan Somes ve Tisza nehirlerine karışmış ve Tuna nehrine kadar ulaşmıştır. BM'nin ilgili kazaya yönelik aynı yılın Mart ayında yayımladığı raporda suya karışan kimyasalın bitki örtüsüne ve doğal yaşama ciddi zararlar verdiği fakat siyanürün suda parçalanması hasebiyle kalıcı bir hasarın gerçekleşmediği bildirilse de, bahse konu nehirlerde yaşayan balıklar ve diğer canlıların tamamının yaşamını yitirip karaya vurmasına sebep olmuş, kaza sonrasında Macar kurumların nehirde yaptığı ölçümlerde siyanür oranının 20 kat arttığı tespit edilmiştir. Bu kazadan etkilenen alanda ciddi sosyal ve ekonomik etkiler yıllar sonra dahi görülmeye devam etmiş ve içme suyu kaynak ve kuyularının kirlenmesi nedeniyle 2,5 milyon insan etkilenmiştir.

Enschede Kazası

13 Mayıs 2000 tarihinde Hollanda'nın Twente bölgesindeki Enschede kasabasında 100 ton havai fişek patlaması meydana gelmiş, kaza sonucunda 23 kişi hayatını kaybetmiş, 947 kişi yaralanmış, 1 500 adet bina hasarlanmış, 400 bina tahrip olurken, 1 200 kişi evsiz kalmıştır. Patlamanın şiddeti 5 000 kg TNT patlamasına eş değer olup 30 km uzaktan hissedilebilecek bir etki yaratmıştır.

Toulouse Felaketi

21 Eylül 2001'de Fransa'nın Toulouse kentinde bir kimyasal tesiste amonyum nitrat deposunun patlaması sonucu oluşmuş bir felakettir, bu olay Fransa'da II. Dünya Savaşı sonlandığından günümüze yaşanan en büyük endüstriyel felaket olarak kayıtlara geçmiştir. Patlayan 300 ton gübre 50 metre çap ve 15 metre derinliğinde bir çukura neden olmuş ve ortaya çıkan şok dalgası 30 kişinin ölümüne ve 2 200'den fazla kişinin yaralanmasına sebebiyet vermiştir. Bunun yanı sıra yaklaşık 2 000 yapı yok olmuş ve 27 000'den fazla ev zarar görmüştür.

Teksas Rafineri Patlaması

Amerika'nın Teksas eyaletinde bulunan BP rafinerisinde petrol arıtma faaliyetler gerçekleştirilmekte ve benzin jet yakıtı gibi kimyasal ürünler üretilmektedir (Kalantarnia, Khan ve Hawboldt, 2010). Rafineride meydana gelen şiddetli patlamada 15 kişi ölmüş, 170'den fazla kişi yaralanmıştır. 10 km yarıçapında geniş bir bölgeye küller ve yanmış

metal parçaları dağılmıştır. ABD hükümeti bu olaydan sonra firmayı milyonlarca dolarlık tazminata mahkûm etmiştir.

Buncefield Kazası

9 Aralık 2005 tarihinde Londra'nın 40 kilometre kuzeybatısında Hemel Hempstead bölgesinin yakınlarında İngiltere'nin neredeyse tüm güney kesimine petrol sağlayan en önemli tesislerden biri olan Buncefield petrol deposunda yakıt tanklarından birine dolum yapıldığı sırada otomatik seviye ölçüm cihazının arızalanması hasebiyle pompalanmaya devam eden yakıt, ventlerden dışarıya boşalmaya başlamıştır. Durumun fark edilmesi ve yangın pompalarının çalıştırılması esnasında ilk patlama gerçekleşmiş ve 30 dakika içerisinde art arda gelen toplam 3 patlama ile yangın diğer tanklara da sirayet etmiştir. Patlamalar, Fransa ve Hollanda'ya kadar olan 160 km mesafelik alanda duyulmuş, İngiltere Jeoloji Araştırma Merkezi, olayın 2,5 şiddetinde deprem etkisi yarattığını açıklamıştır. Yangın söndürme çalışmaları 4 gün boyunca sürdürülmüş, 4'ü ağır 36 kişi yaralanmış, çıkan bu büyük yangının neden olduğu dumanların çevrede büyük bir hava kirliliğine sebep olduğu, rüzgârın olmamasının dumanların daha geniş çevreye yayılmasını engellediği belirtilmiş olup, 2 000'den fazla kişinin güvenli yerlere taşındığı açıklanmıştır.

Fukuşima Felaketi

11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da meyden gelen 9,0 şiddetindeki tarihin en büyük depremi sonucu oluşan tsunaminin Fukuşima Nükleer Santrali'nin ünitelerini etkilemesi sonucu nükleer santral tarihinin en büyük ikinci kazası meydana gelmiştir. Nükleer santralin reaktörünün bulunduğu yeri su basması sonrası bu olay etrafa bazı uçucu fizyon ürünleri ve su ile sızan çözünür fizyon ürünleri salınmasına neden olmuştur (Pham ve diğerleri, 2012). Her ne kadar kaza sonrası ilk anda yarattığı çevre kirliği dışında bir etkisi olduğu görülmese de radyoaktif maddelerin salınımından kaynaklı etkilerin iklim, bitki örtüsü, kanser vakaları sayısında artış gibi sonuçlar doğurduğu Çernobil faciası örneğinde olduğu gibi bilinmektedir. Bu bağlamda 31 Aralık 2011 tarihinde Tepco tarafından santral çalışanları üzerinde yapılan bir radyasyona maruz kalma incelemesi raporuna göre 167 çalışanın 100 mSv üzeri aşırı doz radyasyon aldığı gözlemlenmiştir.

2.3. İlgili Uluslararası Mevzuat

Tarihsel süreçte tehlikeli kimyasal kaynaklarının belirlenmesi ve kontrolü İngiltere'deki Büyük Kaza Tehlikeleri Danışma Kurulu tarafından 1976 yılında alınan Ana Tehlike Tesisleri Standart Tavsiye Kararı ile başlatılmış ve alınan karar diğer ülkelerdeki birçok kurum tarafından benimsenmiştir. Yeni kurulan ve farklı kimyasalları kullanan tesislerin kullandıkları tehlikeli kimyasalların tanımlanması, bunların yanıcılık tehlikeleri, depolanma, proses ve taşınması esnasında ortaya çıkan tehlikeler, diğer doğal afetlerden dolayı salınım durumunda ortaya çıkan etkiler gibi durumları ortaya çıkarmak adına yeni yönetim sisteminin oluşturulması için bir takım çerçeveler, modeller ve araçlar geliştirilmiştir. Takip eden süreçte ABD EPA (Environmental Protection Agency) örgütü ve Lakes Environmental Software şirketi bu kimyasalların yarattığı hava kirliliği, su kirliliği ve sağlık risklerinin kontrolünü görselleştirmek için bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı tehlikeli kaynak bilgi yönetim sistemi geliştirmiştir (Shao, Yang, Xiaogang, Ju ve Huang, 2013).

1970'lerde yaşanan çevre kirliliği kazaları, dünya çapında ilgili kurum ve kuruluşları bu tür kazaların koşullarını araştırmaya ve kaza önleme ve acil durum müdahalesi için kılavuzlar ve planlar yayınlamaya yönlendirmiştir. Bu kılavuzlardan başlıcaları; OECD tarafından yayımlanan "Kimyasal Kaza Önleme için Rehber İlkeler", ABD EPA tarafından yayımlanan "Yerel Düzeyde Acil Durumlarda Farkındalık ve Hazırlıklı Olma", "Tehlikeli Atık Operasyonları ve Acil Müdahale" Kanada EPA tarafından yayımlanan "Kanada Ulusal E2 planları" şeklinde sıralanabilir.

Konuya yönelik farkındalığın artması ve tarihsel süreçte meydana gelen büyük endüstriyel kazalardan çıkarılan derslere istinaden benzer kazaların önlenmesini ve kontrolünü amaçlayan yasal düzenlemeler İtalya'da bir kimyasal fabrikasındaki kazanın ardına tekabül etmiştir. 1976'da gerçekleşen bu Seveso Kazası, endüstriyel kaza tarihindeki en önemli vakalardan biri olarak kalmamış ve AB'de bu tür kazaların önlenmesi ve kontrolüne yönelik mevzuatın kabul edilmesine yol açmıştır. 1982'de bazı endüstriyel faaliyetlerin başlıca kaza tehlikelerini tanımlamak için 82/501/EEC sayılı Seveso-I Direktifi yayımlanmıştır. Yayınlanan bu direktife istinaden belli başlı Avrupa ülkeleri kendi ulusal kaza veri tabanlarını geliştirmiştir. Bunlardan başlıcaları; Büyük Britanya'nın Büyük Tehlike Olayı Veri Servisi, Hollanda'daki Arıza ve Kazalar Teknik Bilgi Sistemi,

Almanya'nın Orta Büyük Kaza Bildirim Sistemi ve Fransa'nın Kazalarına İlişkin Analiz, Araştırma ve Bilgiler veri tabanlarıdır (Shao, Yang, Xiaogang, Ju ve Huang, 2013).

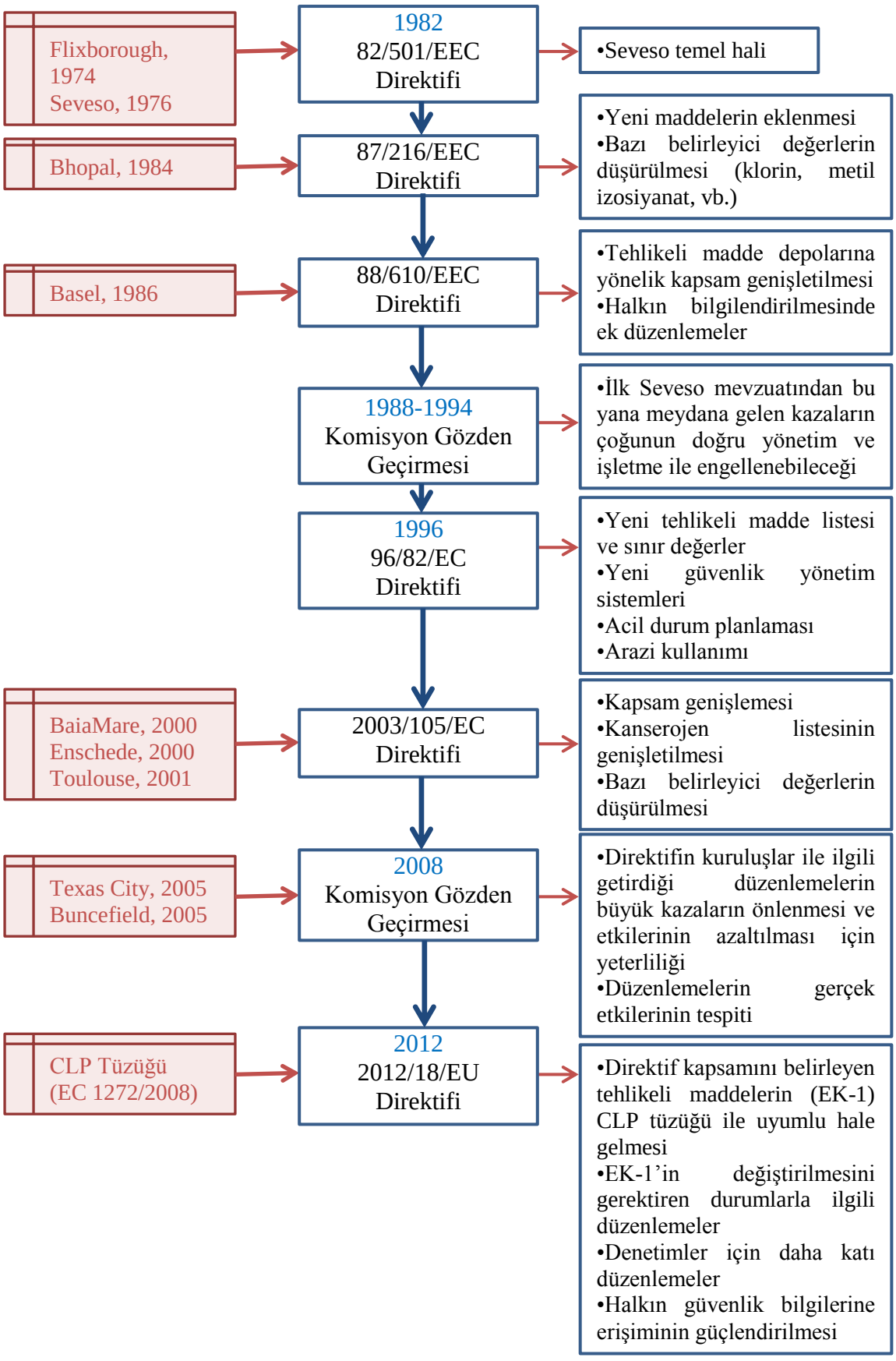
1984 Bhopal ve 1986 yılında İsviçre Basel'de Sandoz deposunda yangın söndürme suyunun organik fosfat pestisitleri, cıva ve diğer kimyasallar ile karışmasının Rhine'in kirlenmesine ve çok sayıda deniz canlısının ölümüne sebep olduğu kazalara istinaden Seveso-I Direktifi iki kez değişikliğe uğramıştır. Bu değişikliklerin ilki 19 Mart 1987 tarihinde gerçekleşmiş Direktif 87/216/EEC, ikincisi ise 24 Kasım 1988 tarihinde gerçekleşmiş ve Direktif 88/610/EEC şeklinde güncellenmiştir. Her iki değişikliğin temel amacı Yönerge kapsamını özellikle tehlikeli maddelerin depolanması ile ilgili olarak genişletmektir (Wettig, Porter ve Kirchsteiger, 1999).

İlerleyen dönemde Seveso-I Direktifi'nin kapsamının yeniden gözden geçirilmesi maksadıyla AB tarafından bu versiyonunun genişletilmesi ve daha iyi bir risk ve kaza yönetiminin dâhil edilmesi yolunda talepte bulunulmuştur. 9 Aralık 1996 tarihinde büyük kaza tehlikelerinin kontrolü hakkında Konsey Yönergesi 96/82/EC kabul edilmiş ve diğer bir adıyla Seveso-II Direktifi olarak bilinen Yönerge 3 Şubat 1997 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Üye devletlere, kendi ulusal kanun, yönetmelik ve idari hükümlerini bu Direktif'e uyum sağlayacak şekilde güncellemeleri için iki yıl süre verilmiş, 3 Şubat 1999 tarihinden itibaren, Direktif şartlarının yürütülmesi ve uygulanması zorunlu hale getirilmiştir.

Üye Devletlerin kamu kurumlarının yanı sıra sanayi kuruluşları için de zorunlu hale gelen Seveso-II Direktifi, önceki Direktif ile karşılaştırıldığında önemli yeni unsurların eklendiği görülmüştür. Seveso-II Direktifi, çevre için tehlikeli olarak kabul edilen, özellikle su toksiklerini ekleyen ilk belge olmuştur. Dahası, büyük kazaların oluşumunu en aza indirebilecek yeni güvenlik yönetim sistemleri, acil durum planlaması ve arazi kullanım planlaması ile ilgili yeni yükümlülükler getirilmiştir, kamuoyuna sunulan bilgiler artırılmış ve çevresel bilgiye erişimin daha kolay olması sağlanmıştır. Kapsamı genişletilen yönerge basitleştirilmiş, eklerinde yer alan sanayi tesislerinin listesi kaldırılmış ve listedeki adlandırılmış maddelerin sayısı azaltılmıştır. Ancak, hem tehlikeli madde kategorilerinde artış olmuş hem de belirli kategorilerdeki ölçütler daha kesin bir şekilde belirtilmiştir. Bunun yanı sıra Üye Devletler tarafından gerçekleştirilecek denetimler ile ilgili hükümler güçlendirilmiştir (Arıkan, 2006).

2003 yılında, 2003/105/EC sayılı Direktif, 96/82/EC sayılı Konsey Direktifi'ni değiştirmiş ve kabul edilmiştir. Endüstriyel kazaların ardından (2000 yılında BaiaMare-Romanya, 2001 yılında Enschede-Hollanda ve 2001 yılında Toulouse-Fransa) Seveso II'de revizyon yapılması yerine Direktif'in kapsamı genişletilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014). Yeni direktif ile kanserojen listesi genişletilmiş, bazı belirleyici değerler düşürülmüş, maden ve taş ocağı faaliyetlerinde çıkarılan tehlikeli maddeleri içeren minerallerin işleme ve depolama süreçleri ile bu faaliyetlerde kullanılan atık bertaraf tesislerini de kapsayacak şekilde bir güncelleme yapılmıştır.

Avrupa Komisyonunca gözlemlenen bir takım uygulama sorunlarını ve eksiklikleri ele almak ve bu mevzuatın öğeleri ve diğer direktiflerle uyumunu güçlendirmek için 4 Temmuz 2012 tarihinde, 2012/18/EU sayılı Seveso-III Direktifi kabul edilmiştir. Bu değişikliğin gündeme gelmesinin temel nedeni; 27 Haziran 1967 tarihinden itibaren yürürlükte olan ve sıklıkla değiştirilen Tehlikeli Maddeler Direktifi'nin (67/548/EEC) yerini 16 Aralık 2008 tarihinden geçerli olmak üzere yayımlanan CLP (Classification, Labelling and Packaging) Tüzüğünün almasıdır. Bahse konu tüzük; maddelerin ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanmasına yönelik bir dizi değişikliği ihtiva etmektedir ve 1 Haziran 2015'te CLP tüzüğünün yürürlüğe girmesiyle meydana çıkan değişikliklerin üye devletlerce uygulanmasını gerektiren Seveso-III Direktifi, CLP Tüzüğü tarafından sağlanan kimyasal maddeler için ulusal Seveso mevzuatını yeni sınıflandırma programına uydurmayı amaçlamaktadır. Tarihsel süreçte Seveso mevzuatının gelişimine yönelik akış Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Seveso gelişim süreci

Seveso-III Direktifi ile gelen diğer değişiklikler şu şekilde özetlenebilir;

- Seveso'nun CLP Tüzüğü ile uyumlaştırılması ile bazı Seveso kuruluşlarının alt seviyeden üst seviyeye ya da tam tersi şekilde çalıştıkları kimyasallara istinaden değişiklikler olmuştur,

- Yönergede tehlikeli maddelerin tanımlandığı Ek-1 kısmı, maddelerin sınıflandırılması ile ilgili AB mevzuatına (CLP tüzüğü ile) uyumlu hale getirilmiştir,

- Hâlihazırda Seveso kapsamına girmeyen bazı daha düşük seviyeli kuruluşlar prensipte emniyet yönetim sisteminin bir parçası olduğundan büyük kaza önleme politikasını uygulamak zorunda kalmış ve bir güvenlik yönetim sistemi kurma yükümlülüğünü doğurmuştur,

- Üst seviyeli kuruluşlar güvenlik raporlarını Seveso-III gerekliliklerine ve yeni kimyasal sınıflandırma sistemine göre güncellemekle yükümlüdür,

- Acil Durum Planlama Sistemi aynı kalmakla beraber alt seviyeli kuruluşlar da dâhili acil durum planları oluşturmakla yükümlüdür,

- Domino etkisine istinaden; komşu kuruluşlar (kapsam dışında olsalar bile) ilgili bilgilerini paylaşma konusunda işbirliği halinde çalışmalı ve tüm işletmeler tesisleri hakkındaki bilgileri sürekli olarak elektronik ortamda paylaşılabilir olarak tutmalıdır,

- Üst seviye kuruluşlar talep edilmesi durumunda güvenlik raporlarını kamuoyu ile paylaşabilecektir,

- Direktif kapsamında; acil durum planlarına yönelik tatbikatlar icra edilmelidir,

Seveso-III'ün bir diğer amacı ise yükümlülüklerinin uygulanmasını güçlendirmektir. Üst seviye kuruluşlar için yıllık, alt seviye kuruluşlar için üç yıllık denetimler yapılmaktadır. Denetçiler tarafından sıkıntılı bir durum tespit edildiği durumlarda, altı ay içerisinde bir takip muayenesi gerekli olmaktadır.

Seveso-III'ün getirdiği son büyük değişiklik ise halkın katılımıdır. Hükümetler, bir kaza durumunda hem üst seviyeli hem de alt seviyeli Seveso kuruluşları ve kılavuzları hakkında kamuoyunu sürekli olarak bilgilendirmekle yükümlüdür.

Yayımlanan direktifler, büyük endüstriyel kazalara neden olabilecek tehlikeli maddelerin bulunduğu kuruluşları kapsamaktadır ve hâlihazırda AB ülkelerinde 10 000'nin üzerinde, Seveso Kuruluşu bulunmaktadır.

Bu çalışmada uluslararası mevzuat kapsamında incelenmiş olan Seveso Direktiflerinin temel amacı; insan ve çevre üzerindeki olası kaza tehlikelerinin en iyi ve verimli şekilde, yüksek seviyeli korumayı garanti ederek yaratacağı etkinin en aza indirilmesi ve tehlikeli maddeleri içeren kuruluşlardaki büyük endüstriyel kazaları önlemek için en yüksek seviyede etkin ve sürekli korumayı başarmak üzere alınması gereken tedbirleri tanımlamaktır. Bu kapsamda büyük kazalara sebep olabilecek miktarda ve belirlenmiş tehlikeli maddeleri içeren kuruluşlar en güncel direktif vasıtasıyla değerlendirilmektedir.

İlgili mevzuatta işletmeler iki kategori halinde incelenmektedir. Güncel direktifin Ek-1'inde yer alan tüm kimyasallara yönelik olarak, alt seviye ve üst seviye olmak üzere iki farklı sınırlandırıcı nicelik (eşik değer) tanımlıdır. Bu kapsamda bir işletmede ilgili Ek'te yer alan madde miktarının fazla olması, ilgili işletmenin riskinin de fazla olduğuna dair bir görüş oluşturmakta ve bu bağlamda direktif kapsamında yerine getirilecek sorumlulukların üst seviyeli kuruluşlarda, alt seviyeli kuruluşlara göre daha çok olması sonucunu doğurmaktadır. Diğer bir ifadeyle bir işletme, eğer direktifin Ek-1'inde listelenmiş olan tehlikeli maddelere dair eşik değerden daha yüksek miktarda işletmesinde mevcutsa direktif hükümlerine tabidir ve Seveso mevzuatının faaliyet alanı yalnızca işletmedeki tehlikeli maddelerin mevcudiyeti ile ilgilidir.

Yine bu kapsamda direktif gereği üst seviye kuruluşların bir güvenlik raporu (Ek-2'de listelenmiş bilgileri içerecek şekilde) hazırlamaları zorunlu iken, alt seviye işletmeler ise sadece yetkilileri mevcudiyetlerinden haberdar etmek ve işletmede bulunan tehlikeli maddelerin detaylarını paylaşmak ile yükümlüdür. Tüm üst seviye ve alt seviye kuruluşların kazaları önleme, kazaların insan ve çevre üzerindeki sonuçlarını sınırlamak için gerekli tüm tedbirleri alma sorumluluğundan hareketle büyük kazaları önleme politikası (Ek-3) hazırlaması ve ilgili politikanın harfiyen uygulanmasını sağlaması

gerekmektedir. Bu kapsamda olması muhtemel kazalar ve gerçekleşenler yetkililere rapor edilmelidir. Üst seviye işletmeler dâhili acil durum planları (Ek-4'te yer alan bilgilere istinaden) hazırlamalı ve harici acil durum planlarının hazırlanması için yetkililere gerekli tüm bilgileri sağlamalıdırlar.

Seveso Direktifleri diğer AB politikalarıyla (kanun, yönetmelik, direktif vb.) iyi bir şekilde bütünleşmiştir, genel itibarıyla bunu sağlayarak hem düzenlemeler açısından yaşanabilecek ikilik ortadan kaldırılmakta hem de diğer idari yüklerden kaçınılmaktadır. Bu bağlamda insan ve çevre sağlığının korunması, olası kaza tehlikelerinin önlenmesi ya da gerçekleşmesi durumunda etkilerinin minimize edilmesine yönelik olarak düzenlemeler sağlayan ve endüstriyel kazalara ilişkin olarak mevzuat kapsamında değerlendirilmesi gereken diğer direktifler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Büyük endüstriyel kazalara ilişkin diğer direktifler

Sıra	Tarih	Sayı	Direktif Adı
1	26 Haziran 1978	78/631/EEC	Üye Devletlerin tehlikeli müstahzarların sınıflandırılması, ambalajlanması ve etiketlenmesine ilişkin kanunlarının, yönetmeliklerinin ve idari hükümlerinin uyumlaştırılması hakkındaki Konsey Direktifi
2	7 Haziran 1988	88/379/EEC	Üye Devletlerin tehlikeli müstahzarların sınıflandırılması, ambalajlanması ve etiketlenmesine ilişkin kanunlarının, yönetmeliklerinin ve idari hükümlerinin uyumlaştırılması hakkındaki Konsey Direktifi
3	12 Haziran 1989	89/391/EEC	Çalışanların iş güvenliklerinin ve sağlıklarının iyileştirilmesini teşvik edici önlemlere ilişkin Konsey Direktifi
4	7 Haziran 1990	90/313/EEC	Bilgiye erişim özgürlüğü hakkındaki Konsey Direktifi
5	23 Aralık 1991	91/692/EEC	Çevreye ilişkin bazı direktiflerin uygulanmasına ilişkin raporları standartlaştıran ve uygulanmasını sağlayan Konsey Direktifi
6	21 Kasım 1994	94/55/EC	Üye Devletlerin tehlikeli malların karayollarıyla taşınmasına ilişkin kanunlarının uyumlaştırılması hakkındaki Konsey Direktifi
7	24 Eylül 1996	96/61/EC	Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol hakkındaki Konsey Direktifi
8	3 Mart 1997	97/11/EC	Bazı kamu ve özel sektör projelerinin çevreye etkisinin değerlendirilmesine ilişkin Konsey Direktifi'nde değişiklik yapan Konsey Direktifi

Çizelge 2.1. (devam) Büyük endüstriyel kazalara ilişkin diğer direktifler

Sıra	Tarih	Sayı	Direktif Adı
9	31 Mayıs 1999	1999/45/EC	Üye Devletlerin tehlikeli müstahzarların (pestisitlerin) sınıflandırılması, ambalajlanması ve etiketlenmesine ilişkin kanunlarının, yönetmeliklerinin ve idari hükümlerinin uyumlaştırılması hakkındaki Konsey Direktifi
10	23 Ekim 2000	2000/60/EC	Su politikası alanında topluluk faaliyetleri için bir çerçeve oluşturan Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi

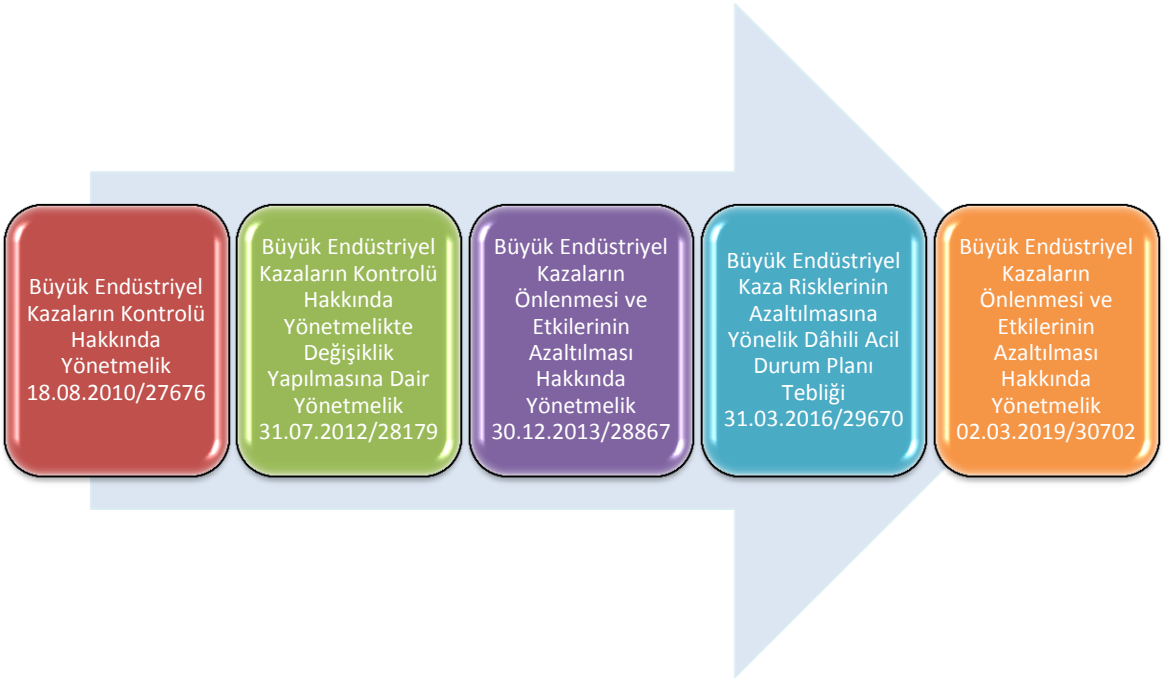
2.4. İlgili Ulusal Mevzuat

1999 Aralık ayında Helsinki'de gerçekleşen toplantıda Türkiye'nin, diğer Aday Ülkelere uygulanan kriterler temel alınarak AB'ye katılacağı öngörülen bir Aday Ülke olduğunun Avrupa Konseyi tarafından onaylanması ile "AB'ye üyeliğin bir ön koşulu olarak mevzuatlarını, birlik müktesebatı tarafından içerilen AB kanunlarının bütününü etkili kılmak için, AB mevzuatına uygun şekilde düzenlemek zorunda" olduğu ortaya koyulmuştur (AFAD, 2014).

AB Uyum Süreci diye adlandırılan bu süreç; sadece ilgili tüm AB gerekliliklerinin ulusal mevzuatımıza tam olarak yansıtılmasını değil, ayrıca ulusal mevzuatı yönetme adına kurumsal yapıların kurulmasını ve sürece tam uyum sağlamak maksadıyla da kontrol ve cezaların kanun maddeleri ile garanti altına alınmasını gerektirmektedir. İlaveten 1999 yılında yaşanan deprem felaketi ve akabinde meydana gelen TÜPRAŞ patlaması Türkiye'de doğal ve teknolojik afetlerin kontrolü ve yönetimi ile ilgili adımların atılmasını da hızlandırmıştır. Bu kapsamda "Türkiye'de AB çevre müktesebatının ulusal çevre mevzuatına aktarılması ve uygulamaların bu doğrultuda geliştirilmesine yönelik olarak çevre faslı tarama toplantıları 2006 yılında tamamlanmış olup, toplantı raporunda yer alan açılış kriterleri kapsamında 69 adet AB mevzuatı için 400 sayfalık Strateji belgesi hazırlanmıştır. Bunlardan birisi de 96/82/EC sayılı Tehlikeli Maddeleri İçeren Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Konsey Direktifi (Seveso-II Direktifi)"dir (AFAD, 2014). Seveso-II Direktifinin ülkemiz mevzuatına uyumlaştırılması sorumluluğu o dönem Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na verilmiştir.

Bu doğrultuda 2010 yılının Ağustos ayında 27676 sayılı "Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik"; 2012 yılının Temmuz ayında 28179 sayılı "Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" yayımlanmıştır. Ancak, ulusal mevzuatı Seveso-II Direktifi doğrultusunda uyumlaştırma çalışmalarına dair ilk donanımlı mevzuat 2013 yılının Aralık ayında 28867 sayılı "Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik" adı ile yayımlanmış ve yürürlüğe girmiştir. İlgili mevzuata ilişkin son çalışma yine aynı isimle Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve İçişleri Bakanlığı tarafından Seveso-III Direktifi dikkate alınarak güncellenmiş ve 02 Mart 2019 tarihinde 30702 sayılı yönetmelik olarak "tehlikeli maddeler bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi amacıyla, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler ile ilgili usul ve esasları belirlemek" maksadıyla yayımlanmıştır ([BEKÖEAHY], 2019: madde 1).

Tarihsel süreçte Türkiye'de, AB çevre müktesebatının ulusal çevre mevzuatına uyumlaştırılmasına ilişkin atılan adımlar ve bu bağlamda yayımlanan dokümanlar Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Ulusal mevzuatta büyük endüstriyel kazalara ilişkin yayımlanan dokümanlar

AB mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanan güncel yönetmelik, ilgili Ek'lerinde yer alan isim ve miktarda (sınır değerine eşit veya üzerinde) tehlikeli maddeleri bulunduran, bulundurması muhtemel olan veya içerisindeki endüstriyel bir kimyasal prosesin kontrol kaybı esnasında oluşması beklenen alt ve üst seviyeli kuruluşlara uygulanmaktadır ([BEKÖEAHY], 2019: madde 2). İşletmeci, ilgi mevzuatta yer alan toplama kuralından faydalanarak kuruluşun seviyesini belirlemekle sorumludur. Bu bağlamda alt veya üst seviyeli kuruluşun işletmecisi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının bildirim sistemine tehlikeli kimyasalların miktarlarını doğru ve eksiksiz bir şekilde beyan etmek zorundadır ([BEKÖEAHY], 2019: madde 7). Alt seviyeli kuruluş işletmecisi büyük kaza önleme politika belgesini, üst seviyeli kuruluşların işletmecisi güvenlik raporu ve dâhili acil durum planını, her iki kuruluş işletmecisi ise büyük kaza senaryo dokümanı hazırlama/hazırlatmadan sorumludur. İşletmeci, büyük kazaya sebep olabilecek tehlikeli ekipmanlar için senaryo edilen her bir büyük endüstriyel kazanın meydana gelme frekans değerini $1x10^{-4}$/yıl veya bundan daha küçük bir değere indirmekle yükümlüdür ([BEKÖEAHY], 2019: madde 9).

Bu kapsamda yeni Yönetmeliğe göre hazırlanma ve yayımlanma sorumluluğu Çevre ve Şehircilik Bakanlığına verilen "Dâhili Acil Durum Planı" hazırlama tebliği henüz yayımlanmamıştır. Ancak, 31/03/2016 tarihinde 29670 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış "Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Dâhili Acil Durum Planı Tebliği" 1 Temmuz 2020 tarihine kadar yürürlüktedir. İlgili tebliğe istinaden üst seviyeli kuruluş işletmecisince hazırlanacak "Dâhili Acil Durum Planı";

- "Güvenlik raporunda belirtilen tüm büyük kaza senaryolarına uygulanabilecek nitelikte ve her bir kaza türünü (yangın, patlama, toksik yayılım) içerecek ve deprem, sel gibi doğal afetler de dikkate alınacak şekilde hazırlanır" (Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Dâhili Acil Durum Planı Tebliği [BEKRAYDADPT], 2016: madde 5).

"Acil durumlarda çalışanların etkilenmeyeceği mesafede veya korunakta toplanma noktası/noktaları belirleme" sorumluluğunu işletmeciye yükler ve toplanma noktası burada: "acil durumların olumsuz sonuçlarından çalışanların etkilenmeyeceği mesafede veya korunakta belirlenmiş yeri" ifade eder ([BEKRAYDADPT], 2016: madde 5).

“İşletmeci, üç yılı aşmayan aralıklarla dâhili acil durum planını gözden geçirir, gerektiğinde günceller, tatbik eder ve acil hizmet birimlerinin yeterli düzeyde tatbikata katılmasını sağlamak için gerekli çalışmaları yapar” ([BEKÖEAHY], 2019: madde 14).

“Dâhili acil durum planını hazırlamış olan işletmeci, büyük bir kaza veya niteliği itibarıyla büyük bir kazaya yol açması beklenebilecek kontrolsüz bir olay meydana geldiği zaman, bu planı gecikmeksizin uygular ve söz konusu durumla ilgili İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne bilgilendirme yapar” ([BEKÖEAHY], 2019: madde 15).

İlgili yönetmelik, tehlikeli maddeler bulunduran kuruluşlarda (üst seviyeli ve alt seviyeli) büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi amacıyla, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler ile ilgili usul ve esasları belirlemekte ve sanayicilere ciddi yükümlülükler getirmektedir. Ülkemizde yaklaşık üst ya da alt seviyeli 1 000 Seveso kuruluşu bulunmaktadır (Çetinyokuş, 2017). Bu çalışmada; ilgili mevzuatın gerektirdiği toplanma noktası tanımını (acil durumların olumsuz sonuçlarından çalışanların etkilenmeyeceği mesafede veya korunakta belirlenmiş yer) karşılayacak şekilde toplanma noktasının sistematik bir yaklaşım ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.5. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Araçları

Matematiksel modeller ve korelasyonlar (alternatif senaryolar üzerinden türetilen) muhtemel endüstriyel kazaların sonuçlarını belirlemek için kullanılabilecek yöntemlerdir. Risk değerlendirmesi yapılırken yalnızca hesap yoğun matematiksel tekniklerin kullanılması güç olduğu kadar görsel destek (haritalar) sağlamaktan uzaktır. Kaza senaryolarının gelişimi ile farklı modelleme yazılımları üzerinden simülasyon gerçekleştirilebilmektedir. Son yıllarda, yazılım paketleri, kimyasal süreç kazalarının etkilerini ve potansiyel hasar tahminlerini ortaya koyan son derece yararlı araçlar haline gelmiştir. Ayrıca, risk değerlendirmesi de dâhil olmak üzere çeşitli çalışma alanlarını destekleyebilen CBS’lerin gelişimi; bu sistemleri önemli bir fonksiyonel araca dönüştürmüştür. Geleneksel simülasyon modelleri karmaşık ve dinamik durumlar için güçlü araçlar olmasına rağmen, CBS'nin sunduğu sezgisel görselleştirme ve mekansal analiz işlevlerinden genellikle yoksundur (Harbawi ve diğerleri, 2007). Günümüzde

güvenlik ve risk değerlendirmesi için CBS ile kolayca entegre olabilecek ve aynı zamanda büyük kaza tehlikelerinin sonuçlarını değerlendirmede kullanılabilecek çok sayıda yazılım mevcuttur.

Patlama, yangın ve toksik yayılım ile sonuçlanan endüstriyel kazalara ait etki mesafelerinin belirlenmesinde birçok çalışmada hazır yazılım programlarının kullanıldığı görülmüştür. Shell Company tarafından geliştirilen FRED (Fire, Release, Explosion and Dispersion), yüksek basınçlı kapların, iki fazlı boru hatlarının ya da deniz altı gazı sızıntılarının yarattığı patlama etkilerini hesaplayan bir yazılımdır. DNV GL firması tarafından üretilen SAFETI (Software for the Assessment of Fire, Explosion and Toxic Impacts), endüstriyel tesislerde kimyasal işlemlerin risk değerlendirmesini ortaya koymaktadır. IBM tarafından kullanıma verilen WHAZAN (World Bank Hazard Analysis), toksik ve yanıcı kimyasallardan kaynaklanan sonuçları ve tehlike bölgelerini hesaplayan bir analiz paketidir. Ayrıca Dünya Bankası tarafından ortaya konan ve endüstriyel tehlike değerlendirme teknikleri kılavuzunda açıklanan yöntemleri uygulamak için Technica yazılımı geliştirilmiştir (Harbawi ve diğerleri, 2007).

İlgili kuruluş temsilcilerince sık kullanılan ve öne çıkan yazılımlar aşağıda özetlenerek sunulmuştur:

- BREZEE yazılımı (Trinity Consultants-ABD tarafından kullanıma sunulan) ile sınırlı veya sınırlı olmayan tank yangınları, BLEVE modelleri ve toksik yayılım modelleri oluşturulabilmektedir. Kimyasallarla ilgili kendi kütüphanesine sahiptir. Karışımlar için de kullanılabilmekte ve üç boyutlu görüntü sağlamaktadır.

- EFFECTS yazılımı (TNO-Hollanda tarafından kullanıma sunulan) yangın, patlama, yayılım senaryolarına ilişkin olarak 50'den fazla model içermekte ve karışımlar için de uygulanabilmektedir. Kapsamlı bir kimyasal madde veri tabanına sahiptir. Birden fazla noktada modelleme yapılabilmesi ile uydu görüntüleri üzerine aktarma sağlayabilmesi özellikleri yazılımı güçlü kılmaktadır.

- PHAST (Process Hazard Analysis Software) yazılımı, DNV GL-Norveç firması tarafından, yanıcı maddelerin yangın, patlama ve toksik tehlikelerinin analizi için kullanılabilen, ilgili tehlike durumlarına istinaden kapsamlı modelleme imkanları sunan,

saf maddeler ve karışımlara ait geniş kütüphaneye sahip bir yazılımdır. Ayrıca, olası kaza senaryolarına karşı acil müdahale planı geliştirme kabiliyetli ile öne çıkmaktadır.

• ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres- Tehlikeli Atmosferlerin Bölgesel Konumu) yazılımı, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından kullanıcıların önceden planlama ve acil durum müdahalesinde kullanımı için tasarlanmış ücretsiz bir yazılımdır. Yazılım, sızıntı yapan tanklardan, gaz borusu kaçağından ve buharlaşan su birikintilerinden kimyasal salınım oranlarını tahmin edebilmekte ve ayrıca toksik gaz bulutu, yanıcı gaz bulutu, BLEVE, jet yangınları, havuz yangınları ve buhar bulutu patlamalarını modelleyebilmektedir. ALOHA, 700'den fazla saf kimyasal maddeyi kapsayan geniş bir kütüphaneye sahiptir, saf maddelerin ve az sayıda karışımın modellenmesinde kullanılabilmektedir. Yazılım, kullanıcıların rüzgâr hızı ve yönü, zemin pürüzlülüğü/durumu, hava kapalılığı, hava sıcaklığı, bağıl nem vb. atmosferik seçim verilerinin manuel girişine olanak sağlamaktadır. Yazılım, girilen bilgilerden atmosferik kararlılık sınıfına en uygun seçimi yapmakta ve bu seçimi değiştirebilme olanağını sunmaktadır. Model çıktısı olarak elde edilen etki alanının ızgara görüntüsü kolayca MARPLOT (Mapping Application for Response, Planning and Local Operational Tasks) veya CBS'ye aktarılabilmektedir. Kırmızı tehdit bölgesi, en yüksek tehlike seviyesini temsil ederken sırasıyla azalan tehlike seviyeleri turuncu ve sarı renkle temsil edilebilmektedir. Kullanıcı dostu bir ara yüze sahip olan yazılım, hızlı çıktı sağlaması ve standart bir kişisel bilgisayara yüklenebilmesi yönleri ile avantajlıdır.

Sonuç değerlendirmesine yönelik olarak farklı yazılım programları üzerinden elde edilen etki mesafesi değerleri arasında ciddi farklar gözlenmemektedir. ALOHA yazılımının ücretsiz ve patlama, yangın ve toksik yayılım ile sonuçlanan endüstriyel kazalara ait 10 km mesafeye kadar etki mesafelerini belirleyebilecek yapıda olması, bu çalışmada kullanılabilecek en iyi alternatif olmasını sağlamıştır. Tüm bu nedenlerle çalışmada etki mesafelerinin hesaplanmasına yönelik olarak hesap yoğun korelasyonlar ya da pahalı yazılımlar yerine ücretsiz olarak isterlerimizi karşılamaya yetecek ALOHA yazılım programı kullanılmıştır.

2.6. Çok Kriterli Karar Verme ve AHP

Bu çalışmanın ikinci aşaması, belirlenen örnek kuruluşun sahip olduğu/kullandığı kimyasallardan kaynaklı meydana gelebilecek endüstriyel kazaların neden olabileceği patlama, yangın ve toksik yayılıma istinaden hazırlamakla yükümlü olduğu dâhili acil durum planının önemli bir parçası olan toplanma noktasının belirlenmesine yönelik olarak ilgili seçim kriterlerinin AHP analizi ile ağırlıklandırılmasıdır.

Aday noktalar arasından böyle bir yer seçimi problemine cevap ararken küme kaplama, doğrusal optimizasyon modelleri (mesafe, maliyet minimizasyonu), ağırlık merkezi metodu ve yoğunlukla da çok kriterli karar verme metotları olan VIKOR, TOPSİS, Analitik Ağ Süreci (AAS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci-Prosesi (AHS-AHP) yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu yapıda seçim problemleri kuruluş yöneticileri için önemli olduğu kadar karmaşık yapıya da sahiptirler. Uyulması gereken mevzuat, şirketin fiziksel koşulları, arazinin yapısı, çalışan sayısı, atmosferik koşullar, ulaşım güzergâhlarına yakınlık, kaza riski gibi göz önünde bulundurulması gereken çok sayıda husus/kriter mevcuttur. Bu bağlamda karar vericilerin önemli gördüğü amaçlar ya da onların öncelikleri yapılan seçimi etkileme şansını doğuracak olup bu durum kuruluş için her bir kriterin öneminin çok iyi tanımlanmasını gerektirir. Bu nedenle de karar sürecini kriterlere göre modelleme ve analiz etme sürecine dayanan ve karar vericilerin çeşitli kaynaklardan gelen farklı ve çeşitli bilgileri yeterli bir şekilde değerlendirmede yetersiz kalmasından hareketle karar analizi bilimine bağlı bir alt dal olarak geliştirilmiş olan çok kriterli karar verme (ÇKKV) metotlarından biriyle bu probleme çözüm aranmıştır.

Çok kriterli karar verme

Yaşamın her alanında kurumlar ve/veya bireyler çok ölçütlü/boyutlu karar problemleri ile karşı karşıya kalmakta ve bu sürecin çözümü çoğunlukla birden çok faktörün bir arada değerlendirilmesi gerektirmektedir. Çok kriterli karar verme, birbiri ile çatışma içinde olan birden fazla kriteri karşılayan en iyi çözüme ulaşmaya çalışan ya da performans skorlarına istinaden iyiden kötüye doğru bir sıralamaya ulaşmak amacında olan yaklaşım ya da yöntemleri ifade eder ve bu yöntemler karar sürecini öncelikle kriterlere göre modelleme akabinde analiz etme sürecine dayanır. ÇKKV karar vericilerin çeşitli alan ya da kaynaklardan gelen farklı bilgileri yeterli ve etkili bir şekilde değerlendiremediği

gözlemlenerek geliştirilmiş ve karar analizi bilimine bağlı bir alt dal olarak tanımlanmıştır.

ÇKKV problem türleri kendi içinde üç ana başlıkta derlenebilir;

- Seçim problemleri
- Sıralama problemleri
- Sınıflandırma problemleri

Bu problemlere cevap bulmak maksadıyla kullanılan ÇKKV tekniklerinden bazıları ise; SAW, PROMETHEE, SMART, ELECTRE I-II-III, DEMATEL, AHP, ANP, TOPSIS, MACBETH, MAUT/UTA şeklinde örneklendirilebilir.

Çok kriterli karar vermenin aşamaları

- Amacın belirlenmesi
- Kriterlerin tanımlanması/oluşturulması
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi
- Genel değerlendirme ve son seçim kararı

Amacın belirlenmesi

Amaç belirlenirken iyileştirmesi yahut geliştirilmesi hedeflenen alan/duruma yönelik yerinde bir tespit yapılmalıdır. Diğer bir ifadeyle bu aşama problemin ne olduğunun tanımlandığı ve tanımlanan problem çözüme ulaştığında ulaşılacak hedefin belirlendiği aşamadır. Amaç açık ve anlaşılır, üzerinde uzlaşılmış, gerçekçi, zamana bağlı ve ölçülebilir olmalıdır.

Kriterlerin tanımlanması/oluşturulması

Karar problemi ile ilgili seçilecek alternatif adaylarının sahip olması gerektiği düşünülen özelliklerin belirlendiği aşamadır. Bu aşamada uzman görüşü alınabilir ve bu kriterlerin sayısı problem tipine göre farklılık gösterebilir. İlaveten kriterler oluşturulurken dikkat

edilmesi gereken belli başlı özellikler; kriterlerin problem tipine göre kapsayıcı, ölçülebilir, yeterli ve minimal olmasıdır.

Alternatiflerin belirlenmesi

Bu aşamada karar aşamasında hedefe ulaşmak için dikkate alınması gereken tüm alternatif seçenekleri belirlenir. Alternatifler seçilirken belirlenen amaç doğrultusunda gelişmeye yönelik olmasına dikkat edilmelidir. Alternatiflerin çoğu zaman önceden belli olduğu ve seçim yapmak için belirlenecek olan kriterlerin de bu alternatiflere göre şekillendiği değerlendirilir.

Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi

Karar vericiler tarafından belirlenen alternatiflerin yine karar vericiler tarafından belirlenen seçim kriterleri üzerinden değerlendirilmeye tabi tutulduğu aşamadır. Bu tarz bir yaklaşımın amacı seçim kararı üzerinde etkili olabilecek ölçeklerin tüm kriterler üzerinde ayrı ayrı yargıda bulunmayı mümkün kılmasıdır. Bu aşamada kalitatif ölçüm kriterleri de kullanılabilmekte ve bazı yöntemlerle bu değerlendirme ölçütlerinin sayısallaştırılması gerçekleştirilmektedir. Yine bazı ÇKKV yaklaşımlarında alternatifler kriterler üzerinden ikili karşılaştırma matrisleri vasıtasıyla değerlendirilir.

Genel değerlendirme ve son seçim kararı

Alternatiflerin seçim karar problemine yönelik olarak puanlarının/sıralamasının oluştuğu aşamadır. Alternatiflerin sahip olduğu puan o alternatifin tüm kriterler üzerinden aldığı puanların toplamından oluşur. Bu sonuç karar vericiye sunulacak olan nihai sıralamayı ihtiva eder. Bu aşamadan sonra seçim kararı karar vericinin elindedir.

Çok kriterli karar verme yaklaşımının yararları

- Karmaşık yapıda ve parçalara ayrılmadan, bütünüyle algılanması güç konuları analiz etmeyi kolaylaştırır,
- Sistematik bir yapıyla karar verme süreçlerini uygular,
- Hesap verilebilir ve şeffaf bir yönetim/karar verme fırsatı sunar,

- Birden fazla karar vericinin bulunduğu durumlarda ortak bir platform yaratır, sübjektiflikten uzak değerlendirmeler ortaya konmasını sağlar, iletişimi kolaylaştırır ve karar aşamasında müzakereleri mümkün kılar,
- Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi aşamasında ya da kriterlerin belirlenmesi sürecinde alınan uzman görüşleri ile karar vericilerin öznel değerlendirmelerini birleştirme opsiyonu tanır,

Çalışmanın ikinci aşaması olan ve yasal mevzuat gereği üst seviyeli sanayi kuruluşlarının hazırlamakla yükümlü olduğu dâhili acil durum planının önemli bir parçası olan kuruluş içi toplanma noktasının belirlenmesi problemine cevap ararken kullanılabilecek ÇKKV metotlarından biri olan ve aynı zamanda gruplara ve bireylere karar verme sürecindeki kalitatif ve kantitatif faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılabilir bir yöntem olan AHP bu tarz bir karar probleminin çözüme kavuşması için kullanılacak en iyi yöntem olarak öne çıkmaktadır.

AHP yöntemi; nitel ve nicel değerlendirme kriterlerini aynı anda modele dâhil edebilmesi, ikili karşılaştırmalara dayanarak çalışması hasebiyle alternatif ve kriterlerin birbirlerine göre önem derecesini göstermesi, kriterler arası yapılan değerlendirmelerin tutarlılığının test edilebilmesi, grup AHP uygulaması ile farklı bireylerin temsil ettiği düşünce ve yargıları değerlendirmeye alabilme fırsatını doğurması, karar vericilerin karmaşık ve çok boyutlu kararlar alırken doğru ve güvenilir bir metoda ihtiyaç duyduğu durumlarda kabul görmüş kullanımı kolay ve pratik bir yöntem olduğu için tercih edilmiştir.

AHP yöntemi

AHP'nin temelleri Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında atılmıştır. İlerleyen yıllarda üzerine çalışılarak geliştirilen yöntemin birden çok kriteri içeren karmaşık karar verme problemlerinin çözümü için bir model olarak kullanılması 1977 yılında başlamıştır. Saaty bu yöntemi bir karar probleminin bileşenlerini hiyerarşik bir yapı olarak tanımlamış ve sistematik bir işlem dizisine dönüştürmüştür. "Bu maksatla, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanarak, bir seri ikili karşılaştırma yargıları sonucu karar vericilere rehberlik eden basit bir mantık oluşturur. Bu yargılar daha sonra kantitatif ifadelere dönüştürülür" (Mert, Uludağ ve Güney, 2010). İkili karşılaştırmalar vasıtasıyla kriterler ve alternatifler puanlanır ve nihai sıralama elde edilir.

AHP yöntemi uygulanırken gerçekleştirilmesi gereken aşamalar adım adım tanımlanmıştır. Her bir adım, formülasyonu ile açıklanmıştır.

1. Adım: Karar verme probleminin tanımlanması

AHP'de, ilk aşamada karar vericinin ulaşmak istediği ana hedef olarak adlandırılabilecek amaç belirlenir, bu amaç doğrultusunda kriterler ve göreceli önemlerine göre sıralanacak alt kriterler saptanır ve alternatiflerin ortaya konması ile hiyerarşik yapı oluşturulmuş olur.

2. Adım: Kriterler arası karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Oluşturulan matrisler kriterler ve alt kriterlerin birbirine karşı göreceli üstünlüklerini gösteren Eş. 2.1'de gösterildiği şekilde olup, kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri Çizelge 2.2'deki Saaty önem ölçeğine göre doldurulur ve matris köşegeni üzerindeki değerler "1" olarak atanır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Çizelge 2.2. Saaty önem ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faktör amaca eşit şekilde katkıda bulunur.
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faktörü diğerine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faktörü diğerine kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faktör güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önemli	Bir faktörün diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenirliliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Tercih değerleri yakın olduğunda/uzlaşma gerektiğinde kullanılan değerlerdir.

3. Adım: Kriterlerin birbirlerine görece üstünlüklerini gösteren öz vektörün hesaplanması

Oluşturulan karşılaştırma matrisi kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini göstermektedir. Fakat bu kriterlerin bütün içerisindeki yüzde önem dağılımlarını saptamak için öz vektörden yararlanılır. Bu vektör Eş. 2.2'deki gibi hesaplanır ve B sütun vektörü elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \tag{2.2}$$

İlgili aşama tüm değerlendirme kriterleri içinde tekrarlandığında kriter sayısı kadar B sütun vektörü elde edilir. "n" adet B sütun vektörü, bir araya getirildiğinde Eş. 2.3'te gösterildiği şekilde C matrisi oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \tag{2.3}$$

Oluşturulan C matrisinden faydalanılarak kriterlerin yüzde önem dağılımları saptanır. W sütün vektörü, Eş. 2.4'te gösterildiği şekilde C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanır.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_{ij}}{n} \tag{2.4}$$

4. Adım: Kriter karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranlarının (CR) hesaplanması

AHP yönteminde CR değerinin en fazla 0.10 olması gerekmektedir. Bu şekilde tutarlılık oranı 0.10 ve daha düşük değer alan matrisler tutarlı kabul edilmekte, diğer matrisler tutarsız sayılmakta karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını yahut hesaplama hatası yapıldığını göstermektedir. AHP bu hesaplamanın özünü, kriter sayısı ile *"Temel*

Değer" adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırır. λ'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W sütun vektörünün matris çarpımından Eş. 2.5'te gösterildiği şekilde D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

Eş. 2.6'da tanımlandığı şekilde bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir kritere ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise Eş. 2.7'de gösterildiği şekilde hesaplanarak karşılaştırmaya ilişkin λ'yı verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \qquad (i = 1,2,...,n) \tag{2.6}$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i}{n} \tag{2.7}$$

λ hesaplandıktan sonra *"Tutarlılık Göstergesi (CI)"*, Eş. 2.8'den yararlanarak hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \tag{2.8}$$

Sonraki aşamada ise CI, *"Rassallık Göstergesi (RI)"* olarak adlandırılan ve Çizelge 2.3'te verilen standart düzeltme değerine bölünerek Eş. 2.9'daki şekilde *"Tutarlılık Oranı (CR)"* elde edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{2.9}$$

Çizelge 2.3. Rassallık gösterge değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0,58	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

5. Adım: Karar noktasındaki sonuç vektörünün hesaplanması

Bu aşamada her bir kriter açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları hesaplanır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra her kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir, "n" adet S sütun vektöründen meydana gelen Eş. 2.10'da gösterilen K karar matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \qquad (2.10)$$

Oluşturulan karar matrisi W sütun vektörü ile çarpıldığında Eş. 2.11'de gösterilen L sütun vektörü elde edilir. Bu sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını ifade etmekte ve aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da göstermektedir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ . \\ . \\ . \\ l_{m1} \end{bmatrix} \qquad (2.11)$$

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür araştırması, fiziksel etki (patlama, yangın ve toksik yayılım) alanının belirlenmesine yönelik çalışmalar, afet lojistiği üzerine yürütülen çalışmalar, acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları olmak üzere üç başlık altında gerçekleştirilmiş, bu kapsamda kullanılan kavram ve yöntemlerin güncel olması adına araştırma 1995-2019 yılları arasında sınırlandırılmıştır.

Fiziksel etki (patlama, yangın ve toksik yayılım) alanının belirlenmesine yönelik çalışmalar

Endüstriyel kazalara ait patlama, yangın, toksik yayılım sonuçlarının değerlendirilmesi ve bunlara ait etki mesafelerinin belirlenmesi dikkat çeken önemli bir konudur. Sonuç analizi risk değerlendirmesinin bir parçasıdır ve özellikle acil durum planlarının hazırlanmasında öncelikle dikkat edilmesi gereken bir kavramdır.

Sonibare ve Adeniran (2019) Nijerya'daki büyük bir imalat şirketinin tesisinde klor salınımının çevresel sonuç değerlendirmesini araştırdıkları çalışmalarında, fabrikada bir tonluk klor tankeri üzerindeki 1 cm'lik bir delikten yanlışlıkla klor salınımını takiben yaşanan toksik etki modellenmiştir. Analizler ALOHA yazılımı ile yürütülmüş, sırasıyla sarı-turuncu ve kırmızı tehlike bölgeleri 2 000 – 2 500 m, 966 – 1 300 m ve 289 - 382 m şeklinde belirlenmiştir.

Nabhani, Mahmoodi ve Akbarifar (2019), 457 ton bütan depolanan bir tankın; yükleme hattından 3 inçlik bir yırtık sonucu oluşan sızıntı, tankın çıkış hattı üzerinde 6 inçlik bir yırtılma sonucu oluşan sızıntı ve tank üzerinde bir maruziyet sonrası meydana gelen salınıma dair meydana gelebilecek olayların sonuçlarını incelemek maksadıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. PHAST modelleme programını kullanarak elde ettikleri sonuçlara istinaden bu üç senaryo için en muhtemel sonucun bir jet yangını olduğunu ve senaryo sıralamasına göre tehlike bölgelerinin 175 m, 324 m ve 858 m olduğunu belirtmişlerdir.

Yang ve diğerleri (2019) tarafından, basıncı 2.16 MPa ve hacmi 50 metreküp olan bir propilen depolama tankının tabanından 1,5 metre yükseklikte 5 santimetrelik bir yırtık

sonrası oluşacak toksik salınım etki mesafesi için tehlike alanları elde edilmiştir. İlgili senaryo sonrası ortaya çıkacak toksisite bölgesinin 199 metreye kadar ölümcül sonuçlar ortaya çıkarabileceği, 199-503 metre aralığında; insan vücuduna ciddi zararlar vereceği ve onarılamaz bir hasara neden olabileceği, 700 metreye kadar olan alanda ise solunumu sonrası zararlı olabileceği ve kötü kokulara neden olacağı belirtilmiştir.

Jiang ve diğerleri (2016) tarafından yürütülen çalışmada; metanın atmosferde ve yarı kapalı borulardaki patlama olaylarına ilişkin yakıt hacmindeki değişikliklerin diğer patlama parametreleri ile etkileşimi araştırılmıştır. Yüksek basınç etkisi, sıcaklık, patlama hızı ile yakıt hacminden kaynaklı patlama mesafeleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

Brzozowska (2016) klor depolayan bir tanker kazasını simüle ettiği çalışmasını farklı yönlü rüzgâr senaryoları üzerinden yürütmüş, 10 ton klor yayılımı sonucunda 2 km çapında bir mesafede maruziyet yaşayacak insan sayıları tespit edilmiştir.

Ebrahemzadih, Maleki, Darvishi, Abadi ve Dehestaniathar (2015) tarafından, etki mesafelerinin belirlenmesi için petrokimya endüstrisindeki risklerden kaynaklanan süreç kazalarının analizi yürütülmüştür. Maksimum alev yüksekliği ve alev uzunluğu-yarıçap oranı sırasıyla 20 ve 2,6 metre bulunmuştur. Yangının, tanktan 15 metre mesafede kontrol edilebileceği belirtilmiştir.

Xing ve Wang (2015) tarafından bir rafineride üretilen metanole (10 000 ton/yıl) yönelik olarak güvenlik değerlendirmesi yapılmış, metanolün yayılımı durumunda yaratacağı etki ve ölüm alanına ilişkin olarak; 60 saniye içinde 100 metre mesafede bu tarz bir sızıntının ölümcül bir etki yaratacağı belirlenmiştir.

Inanloo ve Tansel (2015) tarafından; ABD'de taşınan en yaygın tehlikeli malzemelerden biri olan amonyak için iki serbest bırakma miktarının (2 ve 20 ton) yaratacağı patlama dalgaları ve koruyucu yanıcı buhar bulutunun etki mesafeleri ALOHA ile analiz edilmiştir. Tahliye ile ilgili alternatif rotaların; rüzgâr yönü, atmosferik kararlılık durumları değerlendirilmiş, rotalama ve ayrıca uygun sevkiyat miktarının seçimi ile gece saatlerinde yapılan taşımanın etki mesafelerinin gündüz saatlerine göre daha kısa etki mesafelerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Kotek, Mukhametzinova, Holub ve Blecha (2014) tarafından; endüstriyel bir kazanın sonuçlarını belirlemek için dış ortamda düşük oksijen konsantrasyonu modellenmiştir. Sıvı azotun döküldüğü ve daha sonra buharlaştırıldığı senaryoda, popülasyonun daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir.

Zhao ve Tian (2013) tarafından benzen tanklarındaki patlama kazaları incelenmiş, tehlike modelleme yazılımı kullanımının dâhili acil durum planları oluşturma aşamasında yararlı sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir.

Shao, Dong ve Duan (2013) tarafından benzen kaçağının yaratacağı çevresel risk ve tehlikeler araştırılmış, benzen eşik değerleri dikkate alınarak ölüm ve yaralanma alanları belirlenmiştir.

Li, Liu, Fan ve Cao (2013) tarafından ortaya konan çalışmada sıvı fazda depolanan amonyağın salınımı sonrası; yoğunlaşma değişimi, yanma ve patlama alanı modellemeleri yürütülmüştür. Etki mesafelerini belirlemek adına kullanılan paket yazılım üzerinde yapılan parametre değişimlerinin etki alanları üzerinde yarattığı değişim değerleri karşılaştırılmıştır.

Xing ve Wang tarafından (2012) sıvı/gaz fazda propan karışımı içeren basınçlı kap tankının sonuç analizi çalışılmış ve BLEVE etkisi 2,2 km mesafede belirlenmiştir.

Shuai, Ru-yi ve Jing (2009) tarafından sıvı fazda depolanan petrolün patlaması sonucu meydana gelen etkinin araştırılması için ALOHA paket programı kullanılmış, buhar bulutu patlaması, parlama yangını ve BLEVE patlamaları üzerinden çalışmalar yürütülmüş ve sonuçlarından kantitatif risk değerlendirilmesinde yararlanılmıştır.

Rigas ve Sklavounos tarafından (2005) sıvı fazda basınç altında 204 tonluk bir tanktan hidrojen salınımı senaryosu çalışılmış, etki alanları “Olay Ağacı Analizi Yöntemi” ile 60 saniyeye kadar hesaplanmıştır. Hidrojen salımı, 2 kg/s'ye eşit akış hızı ile simüle edilmiş yatay ve dikey boyutta yayılan hidrojenin ulaştığı fiziksel ölçüler paylaşılmıştır.

Quaranta, DeMartini, Bellasio, Bianconi ve Marioni (2002) tarafından, İtalya – Lombardiya (yüksek tehlikeli endüstriyel faaliyetlere sahip bölge) Bölgesel Sivil Koruma

Departmanının geliştirdiği endüstriyel kazaların sonuçlarının simülasyonu için entegre bir modelleme sisteminin modüllerinden biri olan karar destek sistemini kullanarak; belirli bir endüstriyel tesise ilişkin buhar bulutu patlaması, havuz yangını ve toksik yayılım etki mesafelerini belirlemişlerdir.

Planas, Vilchez, Perez-Alavedra ve Casal (1998) tarafından; BLEVE olayı kimyasal madde içeren iki kapalı gemide (konteyner depolarında) modellenmiştir ve termal radyasyon ve duman yayılması ile ilgili analizler yapılmıştır.

Afet lojistiği üzerine yürütülen çalışmalar

Aday noktalar arasından toplanma noktası belirleme problemi bir yer seçim problemidir. Literatürde, özellikle afet lojistiği alanında; dağıtım merkezi yer seçimi, afet istasyonu, korunma barınakları yerlerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların bulunduğu, endüstriyel alanların konuşlandırılması alanında tasnif edilebilecek çok sayıda çalışmanın yer aldığı belirlenmiştir.

Sarma, Singh, Das ve Bera (2018) afet lojistiği kapsamında meydana gelen bir doğal veya insan kaynaklı felaket sonrası; etkilenen bölgeyi iki kategoriye ayırıp felaket mağdurlarının tahliye edilmesinden önce konaklayacakları yerin seçimi ve bu süre zarfında onlara insani yardım taşınacak merkezin yer seçimi şeklinde kategorize ettikleri çalışmalarını, afet yönetimi operasyonunda karşılanmayan talepleri birer maliyet kalemi olarak ele alarak bir minimizasyon problemi şeklinde ele almış ve problemi "LINGO 13.0" paket programı ile çözmüşlerdir.

Mejia-Argueta, Gaytan, Caballero, Molina ve Vitoriano (2018) tarafından öngörülen bir sel felaketine yönelik kısa vadeli hazırlık kapsamında; acil durum tesislerinin yeri (dağıtım merkezleri, barınaklar ve buluşma noktaları), insani yardımın yerleşimi, tahliye ve insani yardımın dağıtılmasına yönelik olarak CBS ile entegre edilmiş çok kriterli bir optimizasyon modeli kurulmuştur. Maksimum tahliye akış süresi, maksimum dağıtım akış süresi ve toplam tahliye işlemlerinin maliyeti minimize edilerek ilgili tesis ve yerleşim yerleri için optimal bölgeler belirlenmiştir.

Aydın, Ayvaz ve Küçükaşçı (2017) çalışmalarında afet lojistiği kapsamında ihtiyaç noktalarına acil yardım malzemelerinin en kısa sürede ulaştırılmasını sağlayan afet lojistik depolarının yer seçimi problemini ele almış, iki aşamalı olarak ele aldıkları problemin ilk aşamasında belirli bir kapsama alanı için minimum sayıda alternatif lokasyonların sayısını belirleyen bir küme kapsama modeli geliştirmiş, ikinci aşamasını ise talep ağırlıklı mesafe minimizasyonu amaçlı p-medyan problemi olarak ele almışlardır ve önerdikleri modeli İstanbul/Maltepe ilçesinin afet lojistik depolarının yer seçimi problemine uygulamışlardır.

Boonmee, Arimura ve Asada (2017) tarafından acil insani yardım lojistik tesis konumunun belirlenmesi için afet öncesi ve sonrası durumlar, dağıtım merkezleri, depolar, barınaklar, çöp toplama alanları ve sağlık merkezleri gibi tesis yerleri saptanmış ve dört farklı yer problemi (deterministik tesis yer problemleri, dinamik tesis yer problemleri, stokastik tesis yer problemleri ve gürbüz tesis yer problemleri) incelenmiş ve her bir problem için, tesis yeri tipi, veri modelleme tipi, afet tipi, kararlar, hedefler, kısıtlamalar ve çözüm yöntemleri değerlendirilerek vaka çalışmaları ortaya konmuştur.

Boltürk, Onar, Öztayşi, Kahraman ve Göztepe (2016) tarafından yürütülen çalışmada, afet/insani lojistikte depo yeri seçiminin zorlu bir süreç olduğu ve böyle bir seçim problemi için yapılan niteliksel değerlendirmelerdeki tereddütlerin giderilmesi için bulanık AHP yaklaşımının uygun olduğu belirtilmiştir. Çalışma Marmara bölgesinde depo alanı olarak kullanılabilecek beş potansiyel bölgeden birisinin seçildiği vaka çalışması ile sonlandırılmıştır.

Peker, Korucuk, Ulutaş, Okatan ve Yaşar (2016) afet lojistiği kapsamında Erzincan ili için yürüttükleri en uygun dağıtım merkez yerinin belirlenmesi problemini iki aşamalı bir model şeklinde ele almış, bu kapsamda çalışmalarının ilk aşamasında; dağıtım merkez yeri seçiminde kullanılabilecek kriterleri AHS yöntemi ile ağırlıklandırmış, ikinci aşamada ise aday noktalar arasından en uygun kuruluş yerini VIKOR yöntemi ile seçmişlerdir.

Aslan, Yıldız ve Tezcan (2015) afet istasyonlarının kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yöntemi kullanarak Düzce ilinde belirli bir bölgede dört aday afet istasyonu arasından en uygun olan kuruluş yerini belirlemişlerdir.

Abounacer, Rekik ve Renaud (2014) çalışmalarında afet sonrası ilgili bölgede kurulacak olan insani yardım dağıtım merkezlerinin sayısı ve konumlarının belirlenmesi problemini çok amaçlı karar verme problemi şeklinde ele almıştır. Çalışma sonunda minimum sayıda dağıtım merkezinden, minimum sayıda araçla ve taşıma süreleri minimize edilerek afetten etkilenen tüm alanı kapsayacak bir çözüm önerisi ortaya koymuşlardır.

Nappi ve Souza (2014) afet yönetiminin önemli bir bacağını oluşturan geçici barınakların yerinin belirlenmesi aşamasında kullanılacak nitel ve nicel kriterlerin neler olacağı ve bu kriterlerin hiyerarşik yapısının nasıl oluşturulacağına dair bir çalışma ortaya koymuşlardır.

Çiçekdağı ve Kırış (2012) afet öncesi önlemlerden biri olan afet istasyonlarının ve toplanma merkezinin alternatifler arasından belirlenmesi problemini ele almış, Dumlupınar Üniversitesi kampüs alanı kümeleme analizi kullanılarak fakülte koordinatlarına göre gruplandırılmış, ardından da kişi sayıları dikkate alınarak ağırlık merkezi yöntemiyle her bir grup için uygun afet istasyonu yerlerini belirlemişlerdir.

Turğut, Taş, Herekoğlu, Tozan ve Vayvay (2011) çalışmalarında analitik hiyerarşi/bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemlerine dayanan bir felaket lojistik merkezi yer seçimi karar destek sistemi önerisinde bulunmuşlardır. Kullanılan kriterler ve ağırlıkları İstanbul Afet Koordinasyon Merkezinde çalışan uzmanlara uygulanan bir anket tekniği ile belirlenmiş olup, çalışma İstanbul için önerilen iki deneysel modelin vaka çalışmasını sunmaktadır.

Zhu, Liu, Huang ve Han (2010) acil durumlarda kullanılabilecek kaynak depoların yerleşimi ve kapasiteleri konusuna odaklanarak çalışma sonucunda, toplam maliyeti küçültecek bir model ortaya koymuşlardır.

Erden ve Coşkun (2010) itfaiye istasyonlarının yeni yerlerinin belirlenmesi aşamasında kullanılabilecek ölçütler saptamış, Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) metodundan yararlanarak her bir ölçüt için ağırlıklar belirlemiş ve belirlenen ölçüt ağırlıklarına dayanarak CBS ortamında en uygun yer analizi yapmışlardır.

Jia, Ordonez ve Dessouky (2007) büyük ölçekli acil durumlara ilişkin olarak tıbbi malzemelerin tesis konumlarını belirleme problemini; maksimum kapsama problemi olarak formüle etmişler ve bu problemi etkin bir şekilde çözmek için üç sezgisel algoritma

kullanmışlardır. Çalışılan modeller ve gelişmiş sezgisel tarama Los Angeles County bölgesinde bir acil durum örneği kullanılarak test edilmiştir. Sonuçlar, modelin geniş kapsamlı acil durumlar sırasında maksimum insana ulaşma ve can kaybını azaltma konusunda iyi bir tesis yeri çözümü üretebildiğini ortaya koymuştur.

Hale ve Moberg (2005) afet lojistiği kapsamında güvenli bir tesis yeri seçiminde küme kapsama yerleşim modelini uygulamışlardır. Afet yönetimi planlamasında depolama alanlarının yerinin belirlenmesini minimizasyon problemi olarak ele almış ve kurdukları modelde; planlama, azaltma, tespit, müdahale, kurtarma kriterlerini kullanmışlardır.

Acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları

Patlama, yangın ya da toksik yayılıma sebep olan bir endüstriyel kaza ya da doğal bir afet sonrası acil durum planlarının uygulanması aşamasında topluluğun tahliyesi, tahliye için rota bilgilerinin ve güzergâhlarının belirlenmesi, sığınak yerleri ve toplanma noktasının yer seçimi gibi konuları ele alan sınırlı sayıda kaynak olduğu tespit edilmiştir.

Yoo ve Choi (2019) tarafından toksik bir kimyasal (klor) sızıntı senaryosu sonrası acil durum risk değerlendirmesine dayanarak tahliye planı uygulanması ya da mekan içi ya da dışında yer alan barınakta korunma uygulanması seçenekleri değerlendirilmiştir. 10 dakika boyunca saniyede 1,8 kg klor salınımı sonrası korelasyonlar ve CBS'den yararlanılarak yürütülen hasar değerlendirmesi sonrası 1 390 m ve 1 470 m uzaktaki yerel yönetim binası ve tren istasyonu bölgeleri için klor gazı varış zamanları sırasıyla 10,2 dakika ve 13,2 dakika olarak analiz edilmiş, ilgili bölgelerden tahliyenin daha güvenli olduğu belirtilmiştir

Girres, Frédéric, Péroche, Gustave ve Gherardi (2018) tarafından, 30 tsunami tahliye haritası örneklem alınarak bir analiz çalışması yürütülmüş bu tarz bir doğal afet sonrası potansiyel etki alanlarına bağlı olarak tahliye rotalarının nasıl oluşturulacağına dair bir öneride bulunulmuştur.

Cao, T. Li, S. Li ve Fan (2016) tarafından, enerji ve kimya endüstrisinde toksik gaz tahliye kazaları için entegre bir acil durum müdahale modeli geliştirilmiştir. Çalışma amonyak kimyasalı için yürütülmüş ve etki alanındaki gaz konsantrasyon dağılımı, beklenen ölüm ve hasar tahmini ile tahliye güzergahı bilgileri paylaşılmıştır.

Scheer, Varela ve Eftichidis (2012) çalışmalarında, tsunami felaketinde beklenen ilk dalga yüksekliği, bu dalganın varış süresi gibi girdilerin etki alanı belirlerken kullanılan CBS araçlarında farklı sonuçlar verdiğini ve bu durumun bir sonraki adımda alınan kararları etkilediğini dolayısıyla senaryo bazlı değişimlerin tsunami tehlike alanı haritalarında, tahliye alan ve rotalarında farklı haritalar üretilmesine sebebiyet verdiğini ortaya koymuşlardır.

Guo, Li, Huang, Wang ve Dai (2012) nükleer kaza ve radyasyon sızıntısı kazalarının popülasyon üzerindeki etkilerini azaltmayı hedefledikleri çalışmalarında; tahliye planlamasını doğrusal programlama tekniğine dayanan bir tahliye yönetimi modeli geliştirerek gerçekleştirmişlerdir. İlgili modelin uygulanabilirliğini iki farklı vaka çalışması üzerinden ortaya koymuşlardır.

Ren, Yuan, Wang, Zhang ve Li (2012) yanıcı/patlayıcı kimyasalların yangın riski özelliklerine göre karayoluyla taşınması için sistematik bir çerçeve tanımlanmasını önerdikleri çalışmalarında, ortaya koydukları formülasyonu temsili kimyasal sızıntı senaryoları üzerinden yürütmüş ve kaza acil durum bölgelerinin tespiti için bir yöntem önerisi ortaya koymuşlardır.

Georgiadou, Papazoglou, Kiranoudis ve Markatos (2010) acil müdahale planlamasını çok amaçlı optimizasyon modeli ile yürüttükleri çalışmalarında; BLEVE ve toksik salınım olaylarının yaratacağı etki alanlarına istinaden tahliye, barınakta korunma, normal aktivitenin devamı seçeneklerini vaka çalışmaları üzerinden değerlendirmişlerdir.

O'Mahony, Doolan, O'Sullivan ve Hession (2008) acil müdahale planı geliştirmek ve kamu koruma bölgesi belirlemek maksadıyla yürüttükleri çalışmalarında kamu maruz kalma kılavuzlarından faydalanarak en kötü durum senaryoları üzerinden termal radyasyon ve BLEVE etki alanlarını ALOHA yazılımı ile belirlemişlerdir.

Levy ve Taji (2007) çalışmalarında etkisinin ne olacağının saptanamadığı kimyasal kaynaklı bir kaza sonrası acil durum planına yönelik olarak uygulanacak hal tarzını belirlemek (tahliye, barınaklarda sığınma) maksadıyla Analitik Ağ Süreci (AAS) temelli karar destek sistemi geliştirmişler ve çalışmalarını Kanada'nın Brandon şehrindeki bir okulda tatbik etmişlerdir.

Kiranoudis ve diğerleri (2002) çalışmalarında, Yunanistan'ın endüstriyel aktivite ve toksik kimyasalların yoğun şekilde depolandığı bilinen "Attika Thriasion Pedion" bölgesi gibi alanlarda yaşanabilecek büyük ölçekli endüstriyel kazaların nüfusa etkisini azaltabilmek maksadıyla; farklı çevresel yazılım araçları arasında etkileşimli iletişim kurabilen bir karar destek sistemi de barındıran operasyon merkezi kurulması önerisinde bulunmuşlardır. Farklı senaryolar üzerinden yürüttükleri vaka analizleri sonrası; ilgili bölgeye ilişkin toplanma noktaları, tahliye bölgeleri ve rotalarını belirlemişlerdir.

Chakraborty (2001) tarafından (i) bir metropol bölgesinde tehlikeli maddelerin salınımı sonrası maruz kalma bölgeleri belirlenmiş, (ii) ilgili bölgederisk altındaki okullar ve öğrenci sayısı ve türü incelenmiş, (iii) bölgedeki potansiyel maruz kalma seviyeleri ve okula kayıt düzenleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Maruz kalma bölgelerini belirlemek için çevresel modelleme ve CBS entegrasyonuna dayanan yöntemler kullanılmıştır. Çalışma; ilgili bölgede yer alan okulların ve kayıtlı öğrencilerin neredeyse % 80'inin potansiyel olarak en kötü maruz kalma bölgelerinde yer aldığını, maruz kalma düzeyleri ile okula kayıt oranı arasında anlamlı bir ters orantı olduğunu ortaya koymuştur.

Cannon, Kontuly ve Miller (1998) yürüttükleri çalışmada Meksika/ABD sınırında yer alan risk bölgelerine ilişkin olarak acil müdahale yeteneklerini değerlendirmek maksadıyla simüle edilmiş tehlikeli madde salınım senaryolarının etki alanlarını belirlemişlerdir. Bu kapsamda oluşturtulması gereken sivil tahliye rotalarını, ilgili rotaları oluşturmak için karşı karşıya kalınan darboğazları ve bir takım diğer güvenlik problemlerini ortaya koymuşlardır.

Egidi, Foraboschi, Spadoni ve Amendola (1995) tarafından İtalya'daki yoğun nüfuslu Ravenna bölgesinde tehlikeli maddelerin depolanması, işlenmesi ve taşınması ile bağlantılı büyük kaza risklerinin değerlendirilmesi maksadıyla ARIPAR projesi adı altında petrokimya tesisleri ve küçük sanayi kompleksi içeren önemli bir ticari liman bölgesi olan bu alan için büyük yangın, patlama ve toksik salınım olaylarına sebebiyet verebilecek sabit tesisat ve ulaştırma faaliyetlerinin tam bir envanteri çıkarılmıştır. Tehlike kaynakları için ilgili kaza senaryoları geliştirilmiş, sonuç değerlendirmesi yöntemleri kullanılarak tüm tehlike kaynakları için toplam etki alanı belirlenmiş, hem liman çevresi için hem de insan yoğun bölgeler için tehlike bölgeleri ve güvenli alanlar tanımlanmıştır.

Literatür araştırması sonucunda fiziksel etki alanının belirlenmesine yönelik olarak yürütülen çalışmalar Çizelge 3.1'de, afet lojistiği üzerine yürütülen çalışmalar Çizelge 3.2'de ve acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları ise Çizelge 3.3'te özet tablolar halinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Fiziksel etki alanının belirlenmesine yönelik çalışmalar

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
Sonibare ve Adeniran (2019)	Klor salınımının çevresel sonuç değerlendirmesinin belirlenmesi	Bir tonluk klor tankeri üzerindeki 1 cm'lik bir delikten klor salınımını takiben yaşanan toksik etki modellenmiştir. Analizler ALOHA yazılımı ile yürütülmüş, sırasıyla sarı-turuncu ve kırmızı tehlike bölgeleri 2 000 – 2 500 m, 966 – 1 300 m ve 289 - 382 m şeklinde belirlenmiştir.
Nabhani, Mahmoodi ve Akbarifar (2019)	457 ton bütan kimyasalı için 3 farklı sızıntı senaryosuna dair sonuç modellemesi	PHAST modelleme programını kullanarak elde ettikleri jet yangını senaryo sonuçları; yükleme hattında 3 inçlik bir yırtık için tehlike bölgesi: 175m, tankın çıkış hattı üzerinde 6 inçlik bir yırtılma için: 324m, tank üzerinde bir maruziyet sonrası: 858m şeklinde belirlenmiştir.
Yang ve diğerleri (2019)	Toksik salınım etki mesafesi için tehlike alanının belirlenmesi	2,16 MPa basıncı ve 50 metreküp hacmi olan bir propilen depolama tankındaki 5 cm'lik bir yırtık sonucu toksisite bölgeleri ALOHA ile modellenmiş; 199 metreye kadar ölümcül sonuçlar doğuracağı, 199-503 metrede insan vücuduna ciddi zarar/onarılamaz hasarlar vereceği, 700 metreye kadar solunum için zararlı/kötü kokular yayılacağı tespit edilmiştir.
Jiang ve diğerleri (2016)	Metanın atmosferde ve yarı kapalı borulardaki patlama olaylarına ilişkin parametre etkileşimi	Yüksek basınç etkisi, sıcaklık, patlama hızı ile yakıt hacminden kaynaklı patlama mesafeleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gösterilmiştir.
Brzozowska (2016)	Klor salınımının çevresel sonuç değerlendirmesinin belirlenmesi	Klor depolayan bir tanker kazasının simüle edildiği çalışma farklı yönlü rüzgâr senaryoları üzerinden yürütülmüş, 10 ton klor yayılımı sonucunda 2 km çapında bir mesafede maruziyet yaşayacak insan sayıları tespit edilmiştir.
Ebrahemzadih, Maleki, Darvishi, Abadi ve Dehestaniathar (2015)	Etki mesafelerinin belirlenmesi için petrokimya endüstrisindeki risklerden kaynaklanan süreç kazalarının analizi	Maksimum alev yüksekliği ve alev uzunluğu-yarıçap oranı sırasıyla 20 ve 2,6 metre belirlenmiş, yangının; tanktan 15 metre mesafede kontrol edilebileceği belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. (devam) Fiziksel etki alanının belirlenmesine yönelik çalışmalar

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
Xing ve Wang (2015)	Metanol üreten bir rafineriye (10 000 ton/yıl) yönelik güvenlik değerlendirmesi	Metanolün yayılımı durumunda yaratacağı etki ve ölüm alanına ilişkin olarak yürütülen korelasyon hesaplamaları sonucunda; 60 saniye içinde 100 metre mesafede bu tarz bir sızıntının ölümcül bir etki yaratacağı belirlenmiştir.
Inanloo ve Tansel (2015)	Amonyak için iki serbest bırakma miktarının (2 ve 20 ton) yaratacağı patlama dalgaları ve koruyucu yanıcı buhar bulutunun etki mesafelerinin belirlenmesi	ALOHA ile yürütülen analizler sonucunda; tahliye ile ilgili alternatif rotaların, rüzgâr yönü, atmosferik kararlılık durumları değerlendirilmiştir.
Kotek, Mukhametzinova, Holub ve Blecha (2014)	Endüstriyel kaza sonuç değerlendirmesi	Dış ortamda düşük oksijen konsantrasyonu modellenmiş, sıvı azotun döküldüğü ve daha sonra buharlaştırıldığı senaryoda, popülasyonun daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir.
Zhao ve Tian (2013)	Benzen tanklarındaki patlama kazalarının incelenmesi	Tehlike modelleme yazılımı kullanımının dâhili acil durum planları oluşturma aşamasında yararlı sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir.
Shao, Dong ve Duan (2013)	Benzen kaçağının yaratacağı çevresel risk ve tehlikelerin belirlenmesi	Benzen eşik değerleri dikkate alınarak ölüm ve yaralanma alanları belirlenmiştir.
Li, Liu, Fan ve Cao (2013)	Sıvı fazda depolanan amonyağın salınımı sonrası; yanma ve patlama alanlarının belirlenmesi	Etki mesafelerini belirlemek adına kullanılan paket yazılım üzerinde yapılan parametre değişimlerinin etki alanları üzerinde yarattığı değişim değerleri karşılaştırılmıştır.
Xing ve Wang (2012)	Sıvı/gaz fazda propan karışımı içeren basınçlı tankın sonuç analizi	ALOHA yazılımı ile BLEVE etkisi 2,2 km mesafede belirlenmiştir.
Shuai, Ru-yi ve Jing (2009)	Petrol patlaması sonucu etki alanı belirlenmesi	ALOHA paket programı kullanılarak; buhar bulutu patlaması, parlama yangını ve BLEVE patlamaları üzerinden çalışmalar yürütülmüş ve sonuçlarından kantitatif risk değerlendirilmesinde yararlanılmıştır.
Rigas ve Sklavounos (2005)	204 tonluk bir tanktan hidrojen salınımı sonrası etki mesafesi belirlenmesi	Hidrojen salımı, 2 kg/s'ye eşit akış hızı ile simüle edilmiş "Olay Ağacı Analizi Yöntemi" ile 60 saniyeye kadar yatay ve dikey boyutta ulaştığı etki mesafeleri belirlenmiştir.
Quaranta, DeMartini, Bellasio, Bianconi ve Marioni (2002)	Karar destek sistemi kullanımı ile etki mesafesi belirlenmesi	Belirli bir endüstriyel tesise ilişkin buhar bulutu patlaması, havuz yangını ve toksik yayılım etki mesafeleri belirlenmiştir.
Planas, Vilchez, Perez-Alavedra ve Casal (1998)	BLEVE etki mesafesi belirlenmesi	Kimyasal madde içeren iki kapalı gemide (konteyner depolarında) modelleme gerçekleştirilmiş ve termal radyasyon ile duman yayılmasına yönelik analizler yürütülmüştür.

Çizelge 3.2. Afet lojistiği üzerine çalışmalar

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
Sarma, Singh, Das ve Bera (2018)	Meydana gelen bir doğal veya insan kaynaklı felaket sonrası; etkilenen bölgeyi iki kategoriye ayırıp felaket mağdurlarının tahliye edilmesinden önce konaklayacakları yerin seçimi ve bu süre zarfında onlara insani yardım taşınacak merkezin yer seçimi	Afet yönetimi operasyonunda karşılanmayan talepler birer maliyet kalemi olarak ele alınmış minimizasyon problemi şeklinde ve "LINGO 13.0" paket programı ile çözülmüştür.
Mejia-Argueta, Gaytan, Caballero, Molina ve Vitoriano (2018)	Öngörülen bir sel felaketine yönelik kısa vadeli hazırlık kapsamında; acil durum tesislerinin yeri, insani yardımın yerleşimi, tahliye ve insani yardımın dağıtım merkezi seçimi	Çok amaçlı bir optimizasyon modeli kurulmuş; maksimum tahliye akış süresi, maksimum dağıtım akış süresi ve toplam tahliye işlemlerinin maliyeti minimize edilerek ilgili tesis ve yerleşim yerleri için optimal bölgeler belirlenmiştir.
Aydın, Ayvaz ve Küçükaşçı (2017)	Afet lojistik depolarının yer seçimi	İlk aşamada belirli bir kapsama alanı için minimum sayıda alternatif lokasyon sayısıküme kapsama modeli ile belirlenmiş, ikinci aşama mesafe minimizasyonu amaçlı p-medyan problemi olarak ele alınmış ve İstanbul/Maltepe afet lojistik depolarının yer seçimi problemine uygulanmıştır.
Boonmee, Arimura ve Asada (2017)	Acil insani yardım lojistik tesis konumunun belirlenmesi	Dağıtım merkezleri, depolar, barınaklar, çöp toplama alanları ve sağlık merkezleri gibi tesis yerleri saptanmış ve dört farklı yer belirleme yöntemi ile incelenmiş ve her bir problem için, tesis yeri tipi, veri modelleme tipi, afet tipi, kararlar, hedefler, kısıtlamalar ve çözüm yöntemleri değerlendirilerek vaka çalışmaları ortaya konulmuştur.
Boltürk, Onar, Öztayşi, Kahraman ve Göztepe (2016)	Afet/insani lojistikte depo yeri seçimi	Bulanık AHP yaklaşımı kullanılarak; Marmara bölgesinde depo alanı olarak kullanılabilecek beş potansiyel bölgeden birisinin seçildiği vaka çalışması gerçekleştirilmiştir.
Peker, Korucuk, Ulutaş, Okatan ve Yaşar (2016)	Afet sonrası lojistik desteğin sağlanması maksadıyla uygun dağıtım merkezi yerinin belirlenmesi (Erzincan ili örneği)	Dağıtım merkezi yeri seçiminde kullanılabilecek kriterleri AHP yöntemi ile ağırlıklandırmış, aday noktalar arasından en uygun kuruluş yeri VIKOR yöntemi ile seçilmiştir.

Çizelge 3.2. (devam) Afet lojistiği üzerine çalışmalar

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
Aslan, Yıldız ve Tezcan (2015)	Afet istasyonlarının kuruluş yeri seçimi	Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak Düzce ilinde belirli bir bölgede dört aday afet istasyonu arasından en uygun kuruluş yerini belirlenmiştir.
Abounacer, Rekik ve Renaud (2014)	Afet sonrası kurulacak insani yardım dağıtım merkezlerinin sayı ve konumlarının belirlenmesi	Çok amaçlı karar verme problemi şeklinde ele alınan çalışma sonunda minimum sayıda dağıtım merkezinden, minimum sayıda araçla ve taşıma süreleri minimize edilerek afetten etkilenen tüm alanı kapsayacak bir çözüm önerisi ortaya konulmuştur.
Nappi ve Souza (2014)	Geçici barınak yerinin belirlenmesi	Nitel ve nicel kriterlerin neler olacağı ve bu kriterlerin hiyerarşik yapısının nasıl oluşturulacağına dair bir çalışma ortaya konulmuştur.
Çiçekdağı ve Kırış (2012)	Afet istasyonları ve toplanma merkezinin alternatifler arasından belirlenmesi	Dumlupınar Üniversitesi kampüs alanı kümeleme analizi kullanılarak fakülte koordinatlarına göre gruplandırılmış, ardından da kişi sayıları dikkate alınarak ağırlık merkezi yöntemiyle her bir grup için uygun afet istasyonu yerleri belirlenmiştir.
Turğut, Taş, Herekoğlu, Tozan ve Vayvay (2011)	Felaket lojistik merkezi yer seçimi	İlgili yer seçiminin Karar destek sistemi önerisinde bulunmuşlardır. Kullanılan kriterler ve ağırlıkları İstanbul Afet Koordinasyon Merkezinde çalışan uzmanlara uygulanan bir anket tekniği ile belirlenmiş olup, çalışma İstanbul için önerilen iki deneysel modelin vaka çalışmasını sunmaktadır.
Erden ve Coşkun (2010)	İtfaiye istasyonlarının yeni yerlerinin belirlenmesi (İstanbul ili örneği)	AHP metodundan yararlanarak her bir ölçüt için ağırlıklar belirlenmiş ve belirlenen ölçüt ağırlıklarına dayanarak CBS ortamında en uygun yer analizi yapmışlardır.
Zhu, Liu, Huang ve Han (2010)	Acil durumlara yönelik depo yerleri ve kapasitelerinin belirlenmesi	Problem çok amaçlı bir optimizasyon modeli olarak ele alınmış, maliyet minimizasyonu ile bir sonuç önerisi ortaya konulmuştur.
Jia, Ordonez ve Dessouky (2007)	Tıbbi malzeme tesis konumlarının belirlenmesi	Maksimum kapsama problemi olarak formüle edilen problemin çözümüne yönelik olarak üç sezgisel algoritma kullanılmış, çalışılan modeller ve gelişmiş sezgisel tarama Los Angeles County bölgesinde bir acil durum örneği kullanılarak test edilmiştir.
Hale ve Moberg (2005)	Güvenli tesis yeri seçimi	Afet yönetimi planlamasında depolama alanlarının yerinin belirlenmesi minimizasyon problemi olarak ele alınmış ve kurulan modelde; planlama, azaltma, tespit, müdahale, kurtarma kriterlerini kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
Yoo ve Choi (2019)	Toksik bir kimyasal (klor) sızıntı senaryosu sonrası acil durum risk değerlendirmesine dayanarak tahliye planı uygulanması ya da mekan içi/dışında yer alan barınakta korunma uygulanması	10 dakika/1,8 kg/sn klor salınımı sonrası korelasyonlar ve CBS'den yararlanılarak yürütülen hasar değerlendirmesi sonrası; 1 390 m ve 1 470 m uzaktaki yerel yönetim binası ve tren istasyonu bölgeleri için klor gazı varış zamanları sırasıyla 10,2 dakika ve 13,2 dakika olarak analiz edilmiş, ilgili bölgelerden tahliyenin daha güvenli olduğu belirtilmiştir.
Girres, Frédéric, Péroche, Gustave ve Gherardi (2018)	Tahliye rotalarının belirlenmesi	30 tsunami tahliye haritası örneklem alınarak bir analiz çalışması yürütülmüş bu tarz bir doğal afet sonrası potansiyel etki alanlarına bağlı olarak tahliye rotalarının nasıl oluşturulacağına dair bir öneride bulunulmuştur.
Cao, T. Li, S. Li ve Fan (2016)	Toksik gaz tahliye kazalarının sonuç değerlendirmesi	Entegre bir acil durum müdahale modeli geliştirilmiş, amonyak kimyasalı için yürütülen çalışmada; etki alanındaki gaz konsantrasyon dağılımı, beklenen ölüm ve hasar tahmini ile tahliye güzergahı bilgileri paylaşılmıştır.
Scheer, Varela ve Eftichidis (2012)	Tsunami felaketinde girdilerin etki alanı üzerine etkileri ve senaryo bazlı değişimlerin nasıl tetiklendiği	Beklenen ilk dalga yüksekliği, dalga varış süresi gibi girdilerin etki alanı belirlerken kullanılan CBS araçlarında farklı sonuçlar verdiği, bu durumun bir sonraki adımda alınan kararlarda; tsunami tehlike alanı haritalarında, tahliye alan ve rotalarında farklı haritalar üretilmesine sebebiyet verdiği ortaya konulmuştur.
Guo, Li, Huang, Wang ve Dai (2012)	Nükleer kaza ve radyasyon sızıntısı kazalarının popülasyon üzerindeki etkilerinin belirlenmesi	Tahliye planlaması doğrusal programlama tekniğine dayanan bir tahliye yönetimi modeli geliştirilerek gerçekleştirilmiş, ilgili modelin uygulanabilirliği iki farklı vaka çalışması üzerinden ortaya konulmuştur.
Ren, Yuan, Wang, Zhang ve Li (2012)	Yanıcı/patlayıcı kimyasalların karayoluyla taşınması esnasında oluşturdukları yangın risklerinin belirlenmesi	Sistematik bir çerçeve tanımlanması önerilen çalışmada, ortaya konulan formülasyon temsili kimyasal sızıntı senaryoları üzerinden yürütülmüş ve kaza acil durum bölgelerinin tespiti için bir yöntem önerisi ortaya konulmuştur.
Georgiadou, Papazoglou, Kiranoudis ve Markatos (2010)	Acil müdahale planlaması için seçenek değerlendirmesi	Çok amaçlı optimizasyon modeli ile yürüttükleri çalışmalarında; BLEVE ve toksik salınım olaylarının yaratacağı etki alanlarına istinaden tahliye, barınakta korunma, normal aktivitenin devamı seçeneklerini vaka çalışmaları üzerinden değerlendirmişlerdir.

Çizelge 3.3. (devam) Acil durumlar ile ilgili yer seçimi çalışmaları

Araştırmacılar	Amaç	Açıklama/Sonuç
O'Mahony, Doolan, O'Sullivan ve Hession (2008)	Acil müdahale planı geliştirilmesi ve kamu koruma bölgesi belirlenmesi	Kamu maruz kalma kılavuzlarından faydalanarak en kötü durum senaryoları üzerinden termal radyasyon ve BLEVE etki alanları ALOHA yazılımı ile belirlenmiştir.
Levy ve Taji (2007)	Kimyasal kaynaklı bir kaza sonrası acil durum planına yönelik olarak uygulanacak hal tarzının belirlenmesi	Analitik Ağ Süreci temelli bir karar destek sistemi geliştirmişler (tahliye, barınaklarda sığınma, toplanma noktasına nakil), çalışmalarını Kanada'nın Brandon şehrindeki bir okulda tatbik etmişlerdir.
Kiranoudis ve diğerleri (2002)	Endüstriyel kazaların nüfusa etkisinin azaltılabilmesi	Farklı çevresel yazılım araçları arasında etkileşimli iletişim kurabilen bir karar destek sistemi de barındıran operasyon merkezi kurulması önerisinde bulunulmuş, farklı senaryolar üzerinden yürütülen vaka analizleri sonrası; ilgili bölgeye ilişkin toplanma noktaları, tahliye bölgeleri ve rotaları belirlenmiştir.
Chakraborty (2001)	Maruz kalma bölgelerinin belirlenmesi, ilgili bölgelerdeki potansiyel maruz kalma seviyeleri ve okula kayıt düzenleri arasındaki ilişki	Maruz kalma bölgelerinin belirlenmesi için çevresel modelleme ve CBS entegrasyonuna dayanan yöntemler kullanılmıştır. Çalışmada; ilgili bölgede yer alan okulların ve kayıtlı öğrencilerin neredeyse % 80'inin potansiyel olarak en kötü maruz kalma bölgelerinde yer aldığı, maruz kalma düzeyleri ile okula kayıt oranı arasında anlamlı bir ters orantı olduğu ortaya konulmuştur.
Cannon, Kontuly ve Miller (1998)	Acil müdahale yeteneklerinin değerlendirilmesi maksadıyla simüle edilmiş tehlikeli madde salınım senaryolarının etki alanlarının belirlenmesi	Çalışmada oluşturtulması gereken sivil tahliye rotaları, ilgili rotaları oluşturmak için karşı karşıya kalınan darboğazlar ve bir takım diğer güvenlik problemleri ortaya konulmuştur.
Egidi, Foraboschi, Spadoni ve Amendola (1995)	Tehlikeli maddelerin depolanması, işlenmesi ve taşınması ile bağlantılı büyük kaza risklerinin değerlendirilmesi	İtalya'daki yoğun nüfuslu Ravenna bölgesinde ARIPAR projesi adı altında; petrokimya tesisleri ve küçük sanayi kompleksi içeren önemli bir ticari liman bölgesi olan bu alan için büyük yangın, patlama ve toksik salınım olaylarına sebebiyet verebilecek sabit tesisat ve ulaştırma faaliyetlerinin tam bir envanteri çıkarılmıştır. Tehlike kaynakları için ilgili kaza senaryoları geliştirilmiş, sonuç değerlendirmesi yöntemleri kullanılarak tüm tehlike kaynakları için toplam etki alanı belirlenmiş, hem liman çevresi için hem de insan yoğun bölgeler için tehlike bölgeleri ve güvenli alanlar tanımlanmıştır.

4. MATERYAL VE METOT

Endüstriyel kazalar için dâhili acil durum planına yönelik toplanma noktasının çok kriterli karar verme yöntemi ile seçimi problemi bu çalışma kapsamında üç aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. Aşama: Bir endüstriyel kuruluşta, tehlikeli kimyasal kaynaklı endüstriyel kazaların hipotetik senaryolar üzerinden patlama, yangın ve toksik yayılım fiziksel etki alanlarının ALOHA paket programı ile belirlenmesi,

2. Aşama: Dâhili Acil Durum Planı kapsamında toplanma noktasının belirlenmesine yönelik ilgili seçim kriterlerinin AHP analizi ile ağırlıklandırılması,

3. Aşama: İlgili endüstriyel kuruluşta, toplanma noktasının aday noktalar arasından seçilmesidir.

4.1. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Çalışmaları

Modelleme çalışmalarında ALOHA paket programı kullanılmıştır. Bu program; konum, kimyasal, atmosferik seçimler ve kimyasal kaynağı türünün (direkt, döküntü havuzu, tank, gaz borusu) seçimi üzerinden senaryolar üretmekte ve tehlike kaynağı merkezli tehlike alanları ve mesafelerini sağlamaktadır.

Konum ve kimyasal seçimi

Modelleme çalışmaları; bütan, propan, LPG, MTBE tehlikeli kimyasallarını içeren bir endüstriyel kuruluş için gerçekleştirilmiştir. Kimyasalların aynı kuruluşun farklı yerlerinde bulunduğu varsayılmıştır.

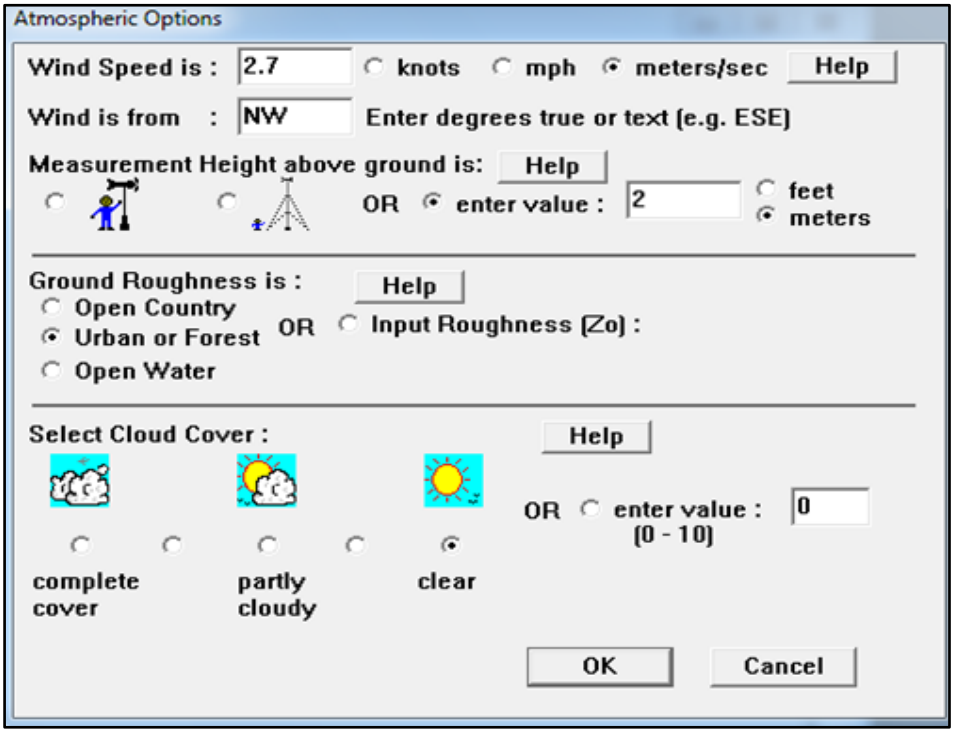
Atmosferik seçimler

Modelleme çalışması için gerekli endüstriyel kuruluşun bulunduğu yerin ortalama atmosferik koşulları ve seçimleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

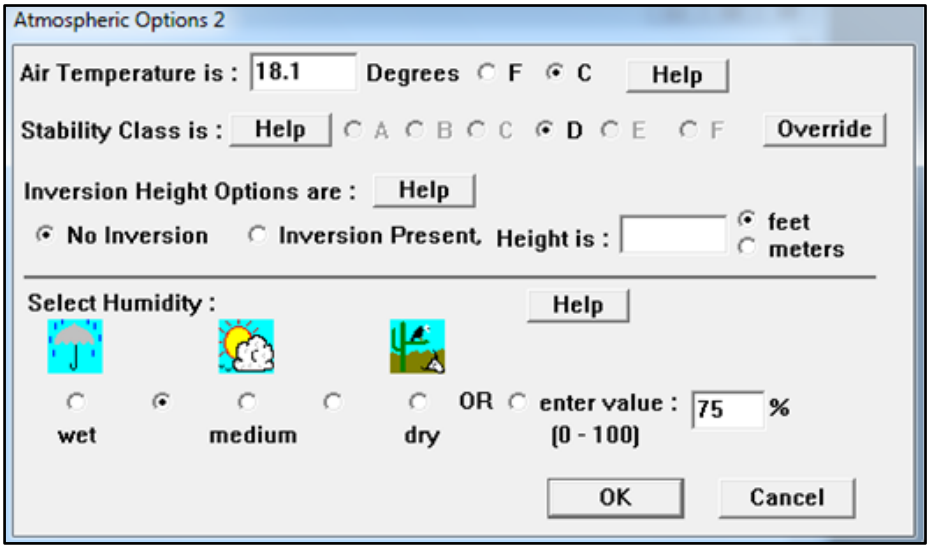
Çizelge 4.1. Ortalama atmosferik koşullar

Hava sıcaklığı	18,1°C
Rüzgâr hızı	2,7 metre/saniye
Hava kapalılığı	Açık
Yüzey pürüzlülüğü	Yerleşim yeri
Nemlilik	75 %
Rüzgar yönü	Kuzeybatı
Atmosferik kararlılık	D
Rakım	2 metre

İlgili atmosferik koşulların ALOHA paket programına tanımlandığı ekran görüntüleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Atmosferik koşullara ait ekran görüntüsü (1)



Şekil 4.2. Atmosferik koşullara ait ekran görüntüsü (2)

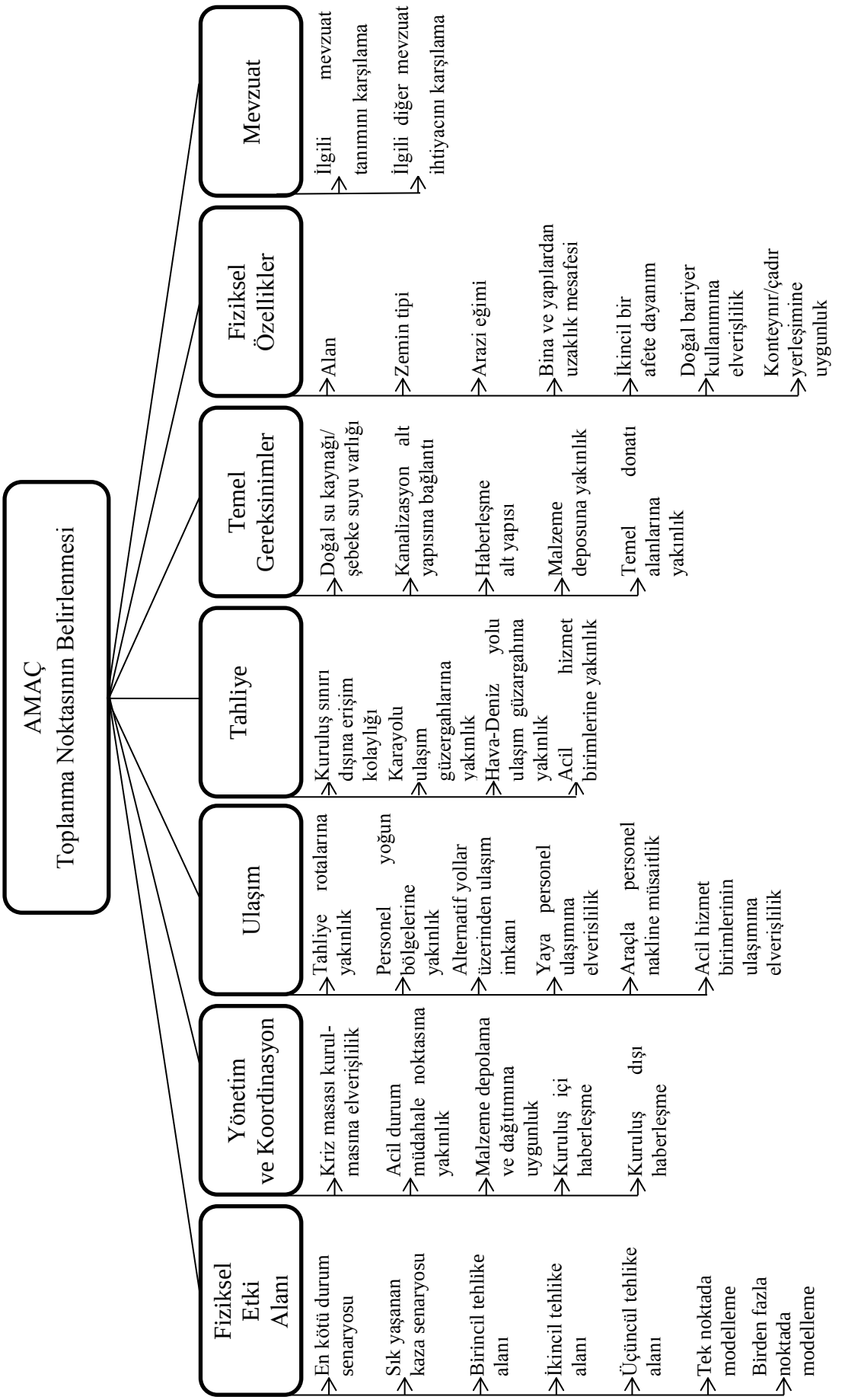
Kimyasal kaynak ve senaryo seçimi

Modelleme çalışmaları; bütan, propan, LPG, MTBE kimyasallarını içeren farklı hacimlerdeki tanklar için üç farklı hipotetik senaryo üzerinden yürütülmüştür.

- Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının görüldüğü durum)
- Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını (kimyasal kaçağı sonrası jet/havuz yangını görüldüğü durum)
- Senaryo (3): BLEVE (ateştopu kaynaklı)

4.2. AHP Uygulaması

Bu çalışmada kriterler belirlenirken kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve genel amacı toplanma noktası belirlenmesi olan karar problemine dair her biri alt kriterlere ayrılmış 7 ana kriter belirlenmiş ve Şekil 4.1'de gösterildiği gibi amaç ve kriterleri kapsayan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.



Şekil 4.3. AHP hiyerarşik yapısı

AHP uygulamasının gereği olarak ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlıklarını bulmaya yönelik karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Endüstriyel kazalar ve bu kazalardan korunma ya da etkilerini azaltma konusunda uluslararası/ulusal mevzuata hakim profesyonellere (kamu, üniversite, sanayi temsilcisi) uygulanan anket sonucunda elde edilen karşılaştırma verileri EK-1'de çizelgeler halinde verilmiştir. İlgili uzmanlar; 1 "T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı" personeli, 1 "T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı" personeli, 1 "Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı-Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı" personeli, 2 akademisyen ve 1 endüstriyel kuruluş çalışanından oluşmaktadır. Birden fazla karar vericinin görüşleri dikkate alındığından, yapılan çalışma "grup karar verme" başlığı altında değerlendirilebilir.

4.3. Toplanma Noktasının Belirlenmesi

Bu çalışmada, endüstriyel kazalar için dâhili acil durum planına yönelik toplanma noktası seçimi; ilgili örnek kuruluşta çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından etkilenmeyeceği mesafe veya korunakta, endüstriyel kuruluşun farklı yerlerinde belirlenen 3 aday noktanın AHP yöntemiyle değerlendirilmesi ve bu yöntemin gereği olarak alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması suretiyle gerçekleştirilmiştir.

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde ilk olarak bir endüstriyel kuruluşta depolanan propan, bütan, LPG ve MTBE kimyasallarının endüstriyel bir kaza sonrası meydana gelebilecek patlama, yangın ve toksik yayılım fiziksel etki alanlarının hipotetik senaryolar üzerinden modelleme çalışmaları yürütülmüş ve olası etkileri değerlendirilmiştir. Sonrasında Dahili Acil Durum Planı kapsamında toplanma noktasının belirlenmesine yönelik ilgili seçim kriterlerinin uzmanlar tarafından doldurulan ikili karşılaştırma matrisleri vasıtasıyla AHP hesaplamaları ile ağırlıkları belirlenmiş ve son olarak ilgili örnek kuruluşta belirlenen üç aday noktadan yine AHP yöntemi ile toplanma noktasının seçimi gerçekleştirilmiştir.

5.1. Fiziksel Etki Alanı Modelleme Çalışmaları

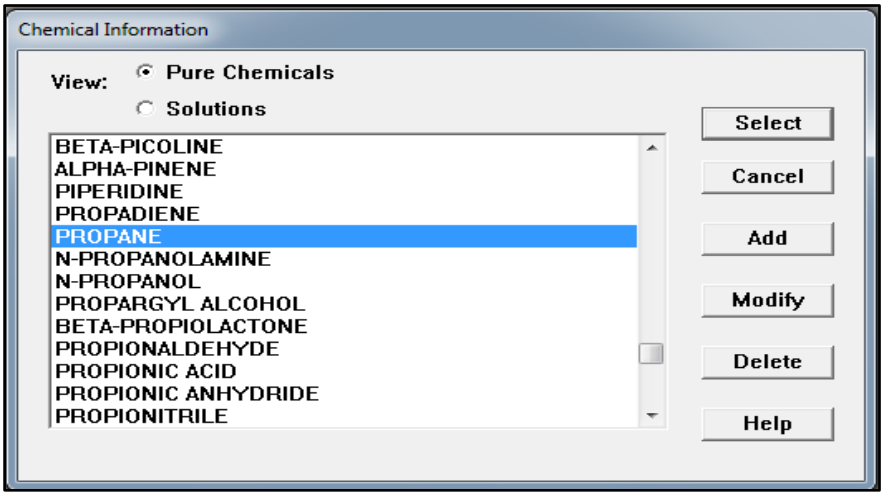
Modelleme çalışmaları; aynı kuruluşun farklı yerlerinde bulunduğu varsayılan ve muhtemel bir endüstriyel kaza sonrası tüm etkileri (patlama, yangın, toksik yayılım) göstermesi durumu dikkate alınarak; bütan, propan, LPG, MTBE kimyasal tanklarını barındıran bir endüstriyel kuruluş için gerçekleştirilmiştir. Modelleme çalışmaları ALOHA paket programı ile üç farklı senaryo üzerinden yürütülmüştür.

5.1.1. Propan tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları

Propan

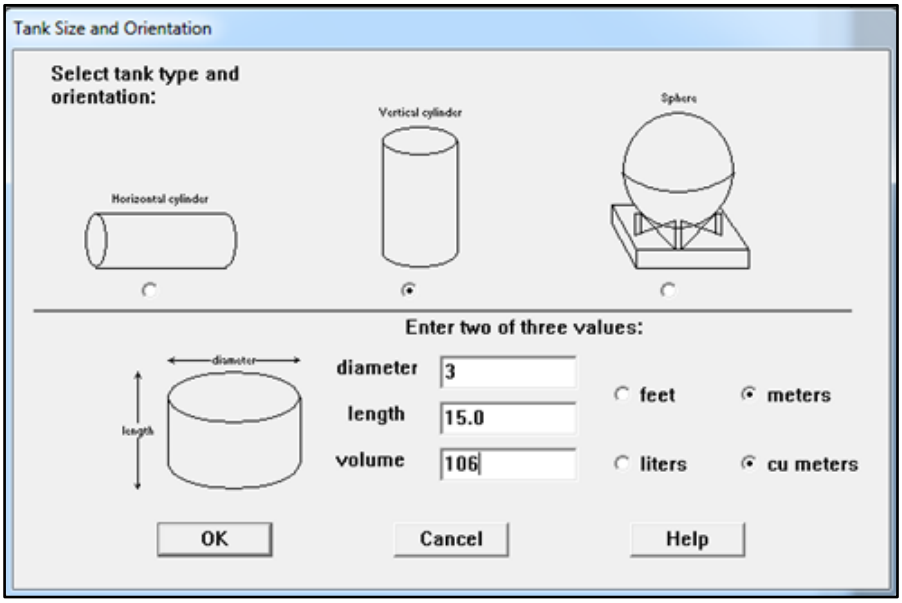
Moleküler formülü C_3H_8 olan üç-karbonlu bir alkandır. Propan, standart sıcaklık ve basınçta renksiz bir gaz iken nispeten düşük basınçlarda sıvı halde depolanabilir. Doğal gaz işleme ile ham petrol rafinerisinin bir yan ürünü olan ve özellikle yakıt olarak ya da kimyasal sentezlerde kullanılan, ağır yanıcı bir hidrokarbondur. NFPA (National Fire Protection Association) standardına göre tehlike derecelendirmesi; sağlık: 2, yanıcılık: 4 şeklindedir. Propan için, bir tutuşma kaynağı ve yeterli oksijen varlığında yangın ve patlamanın meydana gelmesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Kao ve Hu, 2002).

İlgili kimyasalın ALOHA paket programı ile kimyasal seçimi ekran görüntüsü Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Kimyasal seçimi ekran görüntüsü

Propan için hesaplamalar, dayk alanı bulundurmayan dikey bir silindirik tankta ilgili senaryolar üzerinden yürütülmüştür. Propan kaynağının türü ve hacim bilgilerine yönelik verilerin ALOHA paket programına tanımlandığı ekran görüntüsü Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Propan kaynağının türü ve hacim bilgileri ekran görüntüsü

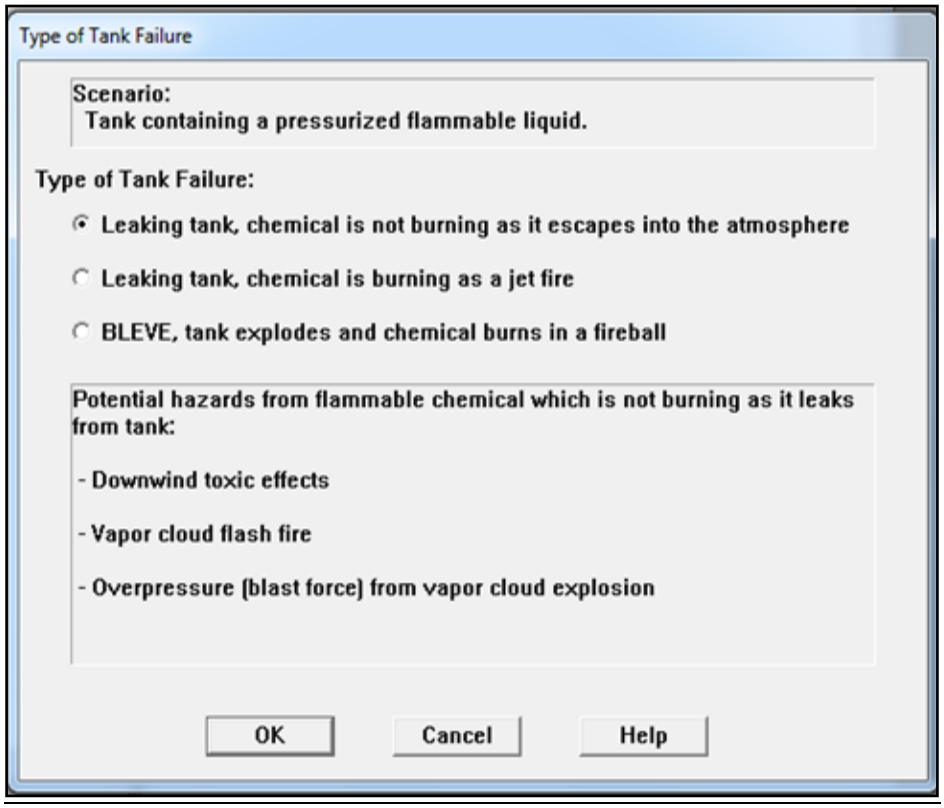
ALOHA yazılımı ile aynı miktarda propan için 3 farklı senaryo üzerinden modelleme çalışmaları yürütülmüştür.

• Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının görüldüğü durum)

• Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını (kimyasal kaçağı sonrası jet/havuz yangını görüldüğü durum)
• Senaryo (3): BLEVE (kaynayan sıvı genleşen buhar bulutu patlaması durumu)

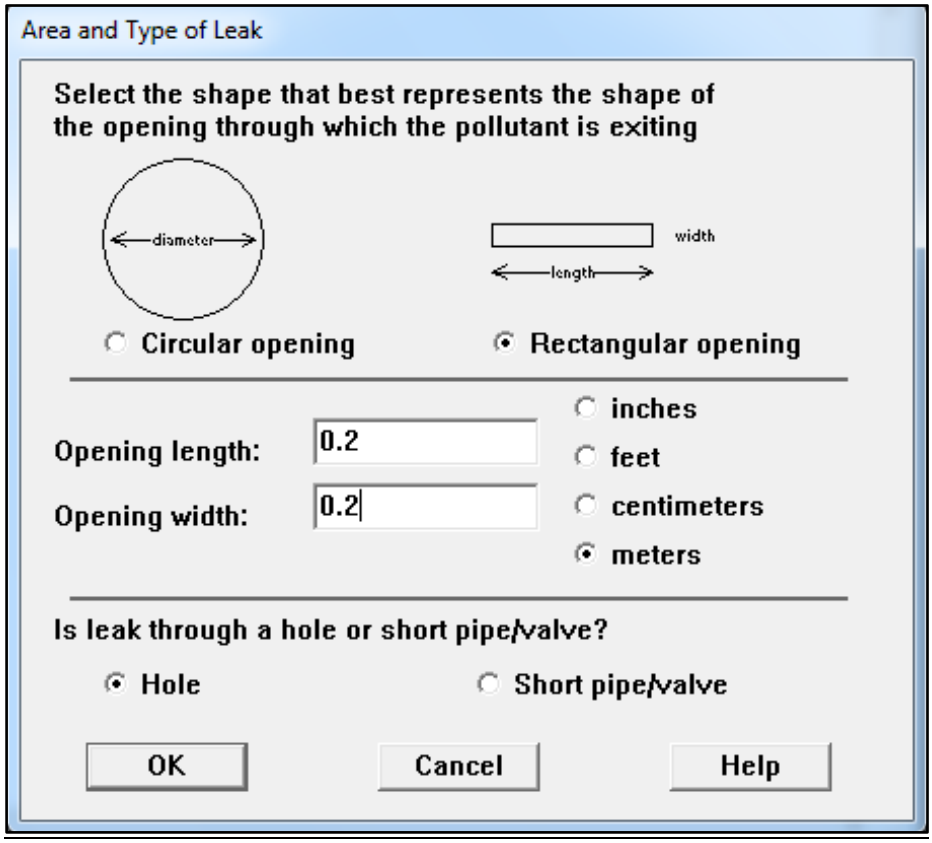
Senaryo (1)

ALOHA paket programında ilgili senaryo seçiminin yapıldığı ekran görüntüsü Şekil 5.3'te verilmiştir.

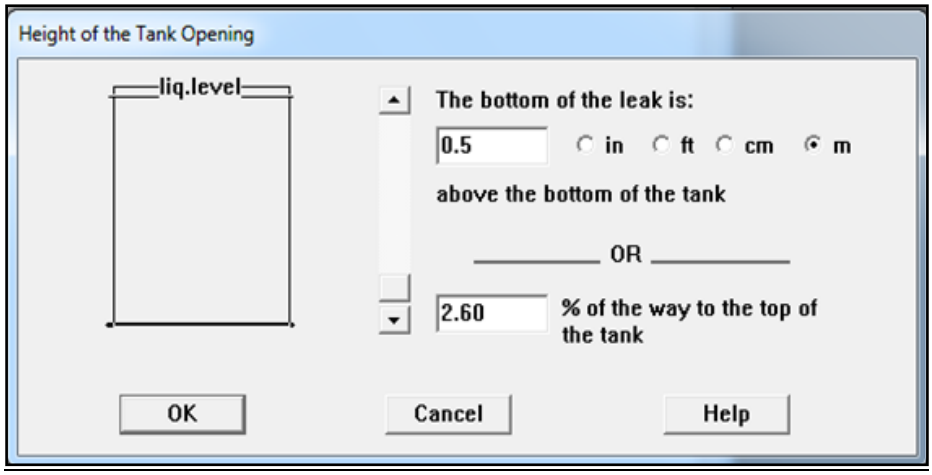


Şekil 5.3. Senaryo (1) seçimi ekran görüntüsü

ALOHA paket programında ilgili senaryo itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumuna yönelik bilgi girişi ekran görüntüleri Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te sırasıyla verilmiştir.

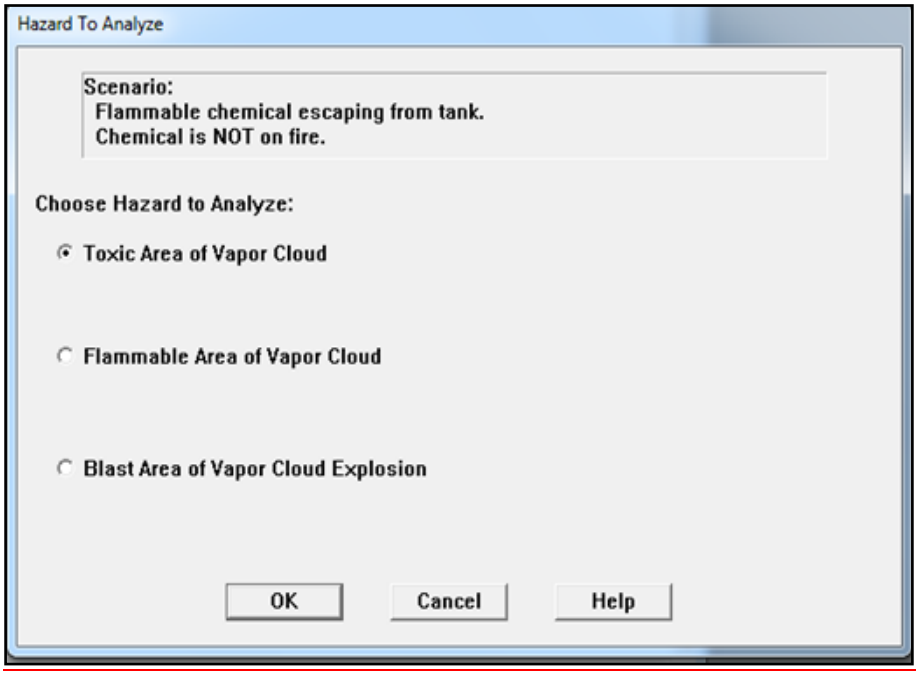


Şekil 5.4. Sızıntının türü ve alanına ait ekran görüntüsü



Şekil 5.5. Sızıntı yerine ait ekran görüntüsü

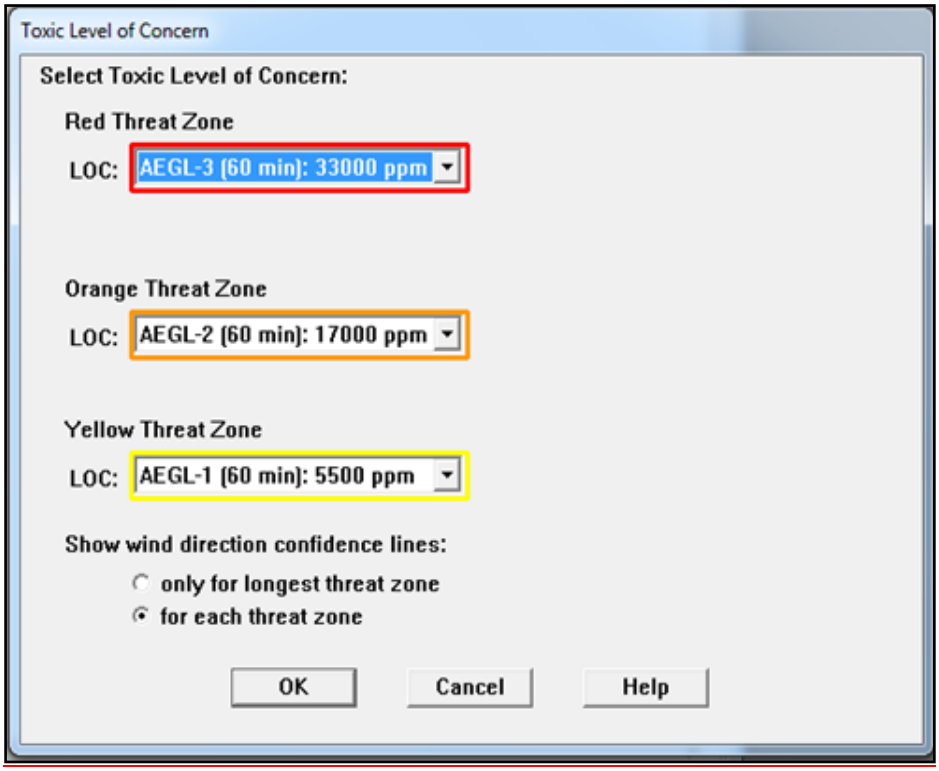
İlgili senaryoya yönelik olarak, ALOHA paket programı ile muhtemel buhar bulutu toksik alanı, buhar bulutu alevlenebilir alan ve buhar bulutu patlama alanı etki alanları belirlenmiştir. İlgili tehlike analizi seçimi ekranı görüntüsü Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Analiz edilen tehlike seçimi ekran görüntüsü

Buhar bulutu toksik alanı

Analiz edilmek istenen etki alanına yönelik senaryo seçiminin ardından Şekil 5.7'de görüntüsü sunulan ve "maruz kalma sınırları" şeklinde tanımlanabilecek bir ekran ile karşılaşılmıştır. ALOHA'da bir kimyasal salınımı modellenirken ve toksisite tehdidi değerlendirilirken bir veya daha fazla toksik maruz kalma sınırı seçilebilmektedir. Bu maruz kalma sınırı (Levels of Concern-LOC); toksik bir salınım durumunda belirli bir süre boyunca nefes alınması durumunda (maruz kalma süresi) ilgili kimyasal maddeye maruz kalma seviyesinin (eşik konsantrasyonunun) değerini temsil etmektedir. Genel olarak, bir kimyasal için LOC değeri ne kadar düşükse, madde o kadar toksiktir şeklinde ifade edilebilir. İlgili ekranda ALOHA tarafından bu aşamaya kadar girilen verilere istinaden ilgili maruz kalma sınırı elde edilmiştir. Bu aşamada ALOHA'nın varsayılan LOC değerleri kullanılabileceği gibi kullanıcı kendi maruz kalma sınırlarını da seçebilmektedir. Seçilen her bir LOC için; ALOHA, salınıma başlandıktan bir süre sonra konsantrasyonun bu LOC değerini geçeceği tahmin edilen bir tehlike tehdit bölgesini tahmin etmektedir.

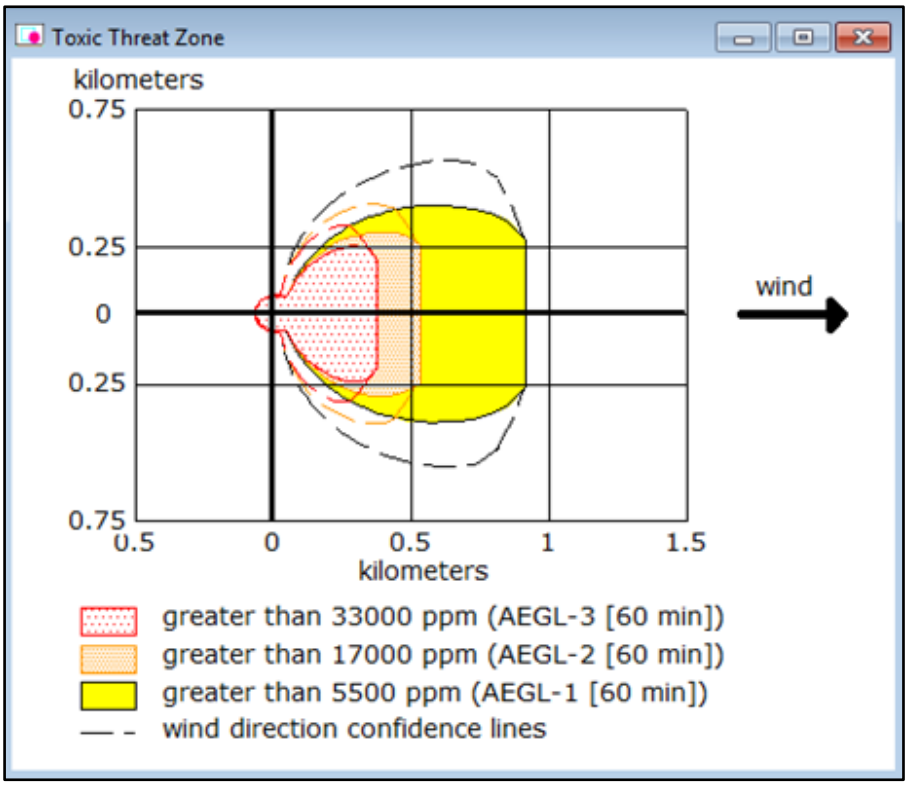


Şekil 5.7. Propan için toksik maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

ALOHA yazılımı, toksik salınımlar için varsayım olarak kullandığı LOC'ları belirlerken genel kamu maruz kalma kılavuzu değerlerinden birini tercih etmektedir. Bu kılavuz değerleri bir defalık salınım durumunda bu olayın insan ve çevre üzerinde nasıl bir sonuç meydana getireceğini tahmin etmek maksadıyla özel olarak tasarlanmıştır. En yaygın kamu maruz kalma rehberleri: ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından geliştirilen; AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels-Akut Maruz Kalma Düzeyleri), ABD Acil Müdahale Planlama Komitesi tarafından geliştirilen; ERPGs (Emergency Response Planning Guidelines- Acil Müdahale Planlama Kılavuzu) ve ABD Acil Durum Yönetimi DOE Ofisi tarafından geliştirilen; TEELs (Temporary Emergency Exposure Limit- Geçici Acil Maruz Kalma Sınırı)'dir. Toksik salınım için tehlike bölgesi belirlenen bir kimyasal bu maruz kalma değerlerinden biri ya da hepsini içerebilir. Eğer ilgili kimyasala ait LOC seçeneklerinde bu değerlerden AEGL ve ERPG değerleri görüntülenemiyorsa ALOHA kütüphanesinde bu değerlerin yer almadığını ifade eder ve bu durumda PAC (Protective Action Criteria for Chemicals-Kimyasallar için Koruyucu Eylem Kriterleri) değerleri görüntülenir. Yukarıda yer alan her kamu maruz kalma rehberi kendi içinde üç maruz kalma değerine (katman) sahiptir ve her ne kadar aralarında bazı temel farklılıklar olsa da genel anlamda ilk katman (örneğin, AEGL-1) hafif bir etki eşiğini, ikinci katman (örneğin,

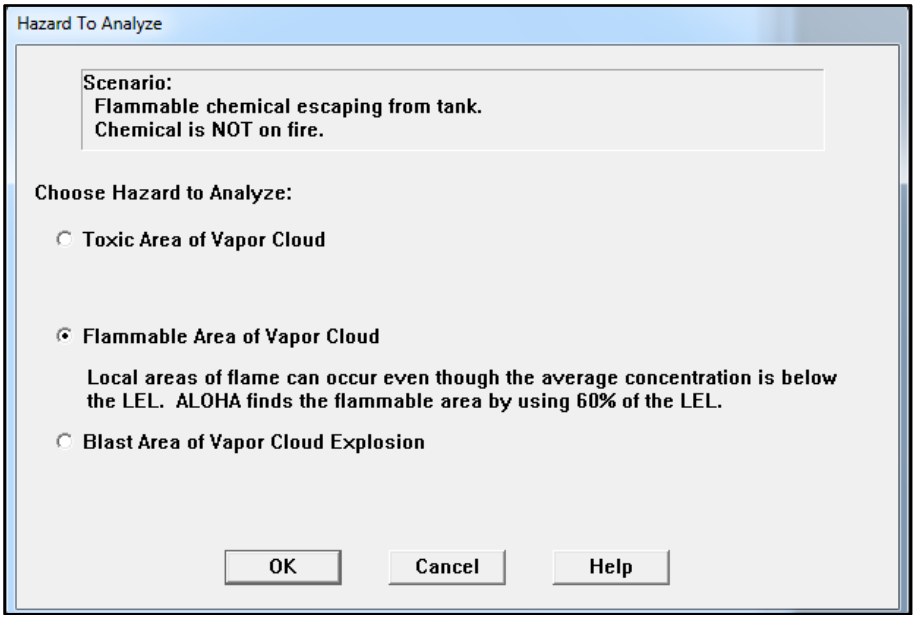
AEGL-2) bir kaçış-bozulma eşiğini ve üçüncü katman ise (örneğin, AEGL-3) hayati tehlike içeren bir eşiği ifade etmektedir.

Propan tankı için buhar bulutu toksik etki alanlarını gösteren ALOHA paket programı ekran görüntüsü Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.8. Propan tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)

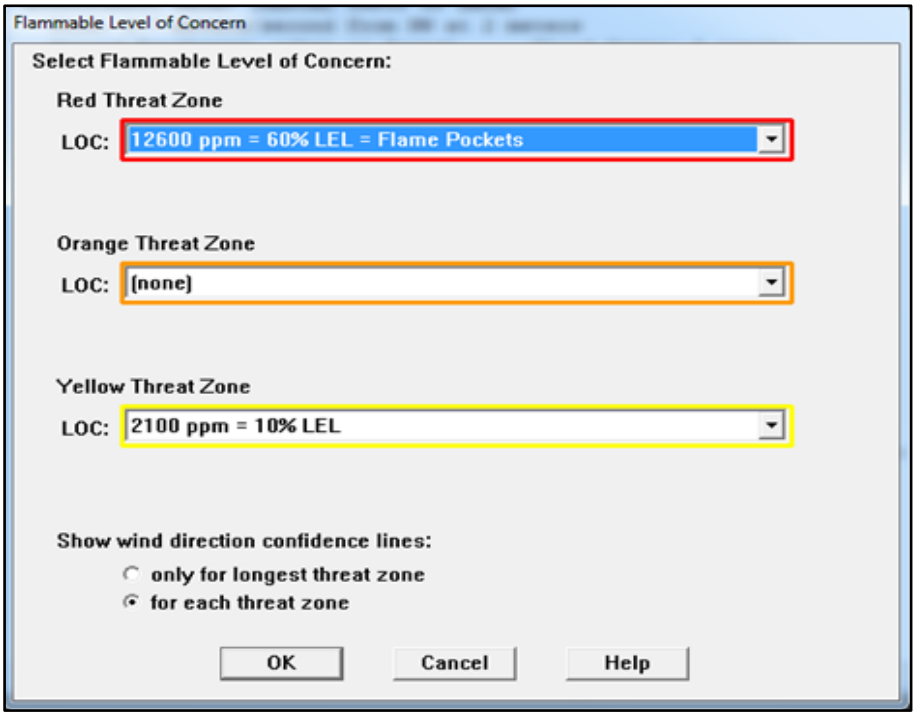
Şekil 5.8'den ölümcül etkilerin >33 000 ppm (AEGL-3[60dk]) sınır değerine sahip olduğu görülmüştür. Senaryo (1)'e yönelik ALOHA paket programının buhar bulutu alevlenebilir alan seçim ekranının görüntüsü Şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9. Buhar bulutu alevlenebilir alan seçim ekranı görüntüsü

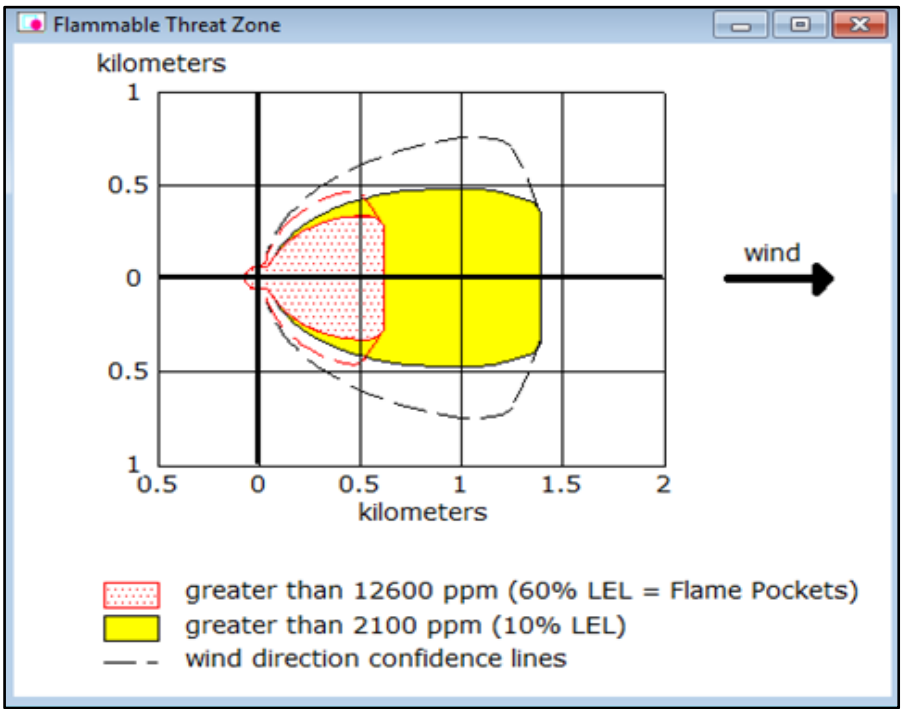
Buhar bulutu alevlenebilir alan

Analiz edilmek istenen etki alanına yönelik senaryo seçiminin ardından Şekil 5.10'da görüntüsü sunulan ekran elde edilmiştir. Alevlenebilir bölge için tanımlanan LEL (Lower Explosion Limit-Alt Patlama Sınırı) hava içinde yer alması gereken en düşük miktarda yanıcı madde buhar oranını ifade etmektedir.



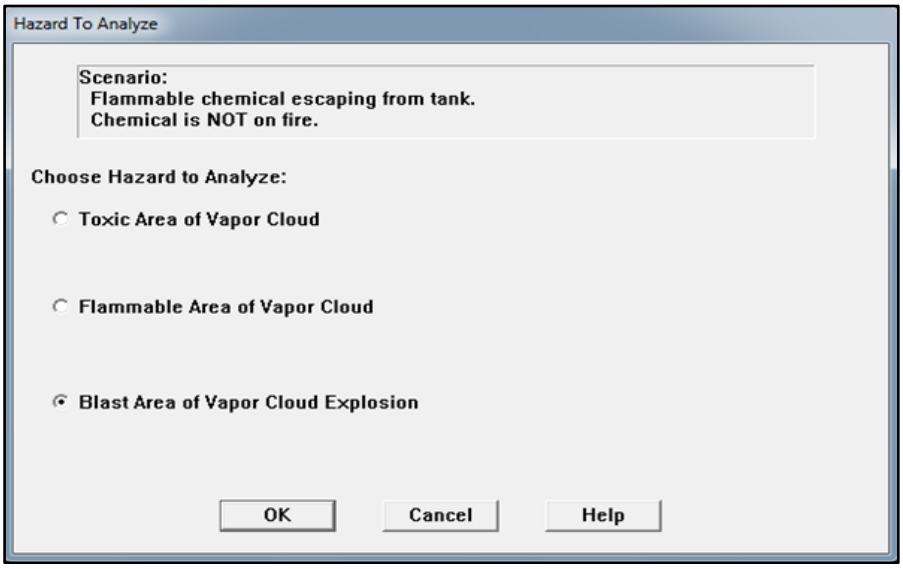
Şekil 5.10. Propan için alevlenebilir alan maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

Propan tankı için buhar bulutu alevlenebilir etki alanlarını gösteren ALOHA paket programı ekran görüntüsü Şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5.11. Propan için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1)

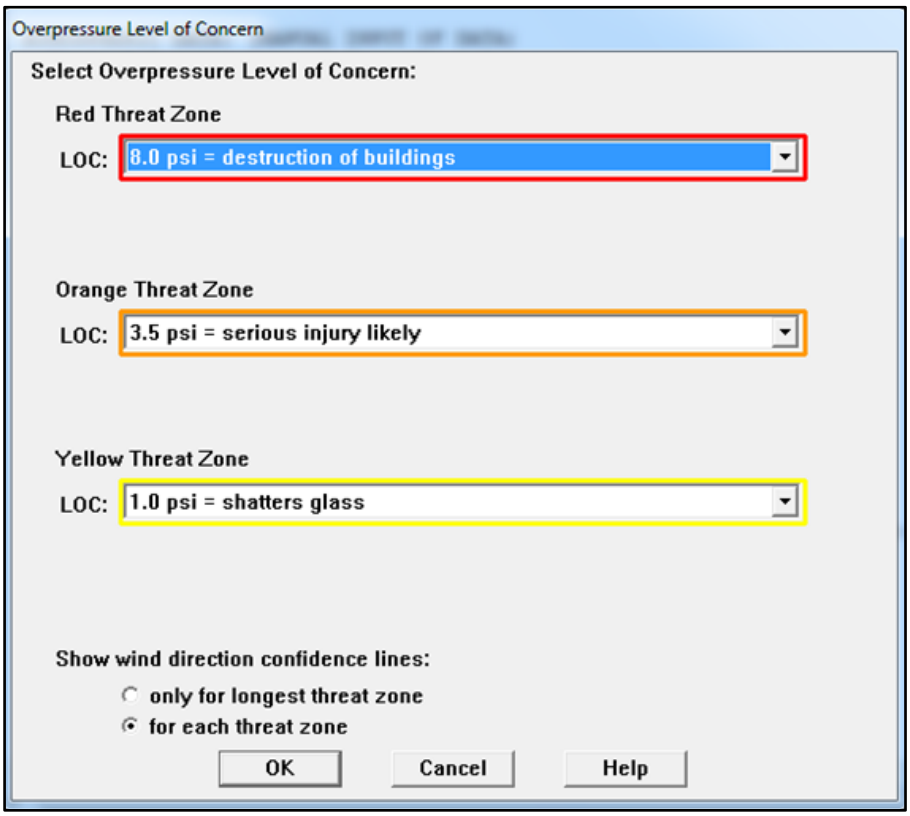
Şekil 5.11'den alev paketçiklerinin oluşumu için sınır değerin >12 600ppm (%60 LEL) olduğu görülmüştür. Senaryo (1)'e yönelik olarak ALOHA paket programının buhar bulutu patlama alanı seçim ekranının görüntüsü Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.12. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı seçim ekranı görüntüsü

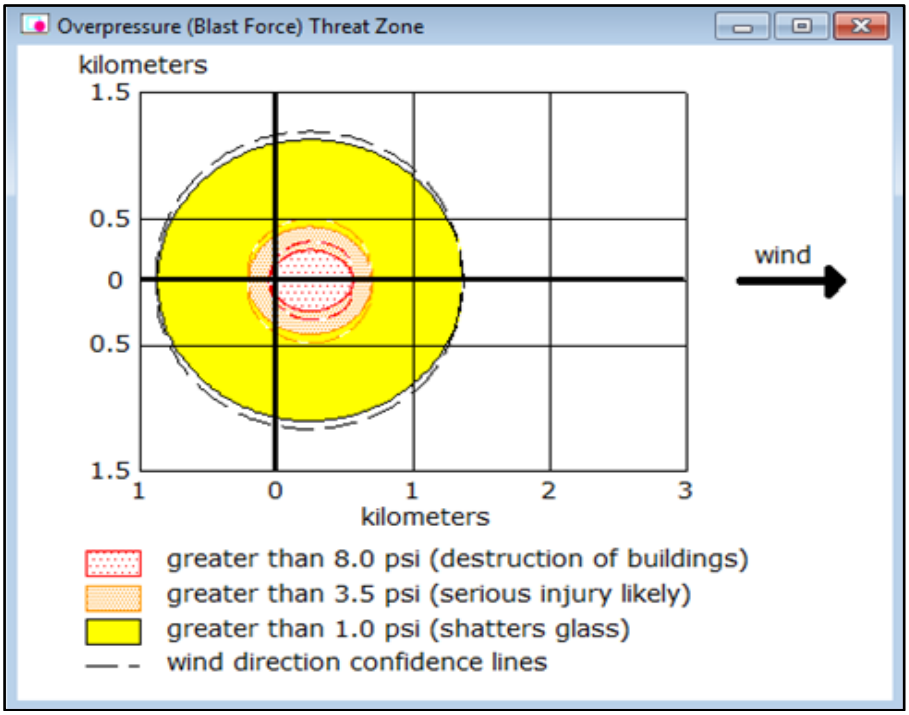
Buhar bulutu patlama alanı

Analiz edilmek istenen etki alanına yönelik senaryo seçiminin ardından Şekil 5.13'te görüntüsü sunulan ekran elde edilmiştir. Buhar bulutu patlama alanı için yüksek basınç etkileri ALOHA paket programında; kırmızı tehlike bölgesi-8,0 psi (binaların yıkılması), turuncu tehlike bölgesi-3,5 psi (muhtemel ciddi yaralanmalar) ve sarı tehlike bölgesi-1,0 psi (camların kırılması) olmak üzere üç aşamada değerlendirilmektedir.



Şekil 5.13. Propan için patlama alanı maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

Propan tankı için buhar bulutu patlama etki alanlarını gösteren ALOHA paket programı ekran görüntüsü Şekil 5.14'te verilmiştir.



Şekil 5.14. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)

Propan tankı için Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok kapsamında belirlenen buhar bulutu toksik alanı, buhar bulutu alevlenebilir alan ve buhar bulutu patlama alanı etki mesafesi değerleri Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Propan tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (1) "Sızıntı Sonucu Yangın Yok"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Buhar bulutu toksik alan etki mesafeleri	381m	538m	924m
Buhar bulutu alevlenebilir alan etki mesafeleri	624m	-	1,4km
Buhar bulutu patlama alanı etki mesafeleri	571m	709m	1,4km

Çizelge 5.1 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik olarak en uzun etki mesafesi buhar bulutu alevlenebilir alanı için 624m(>12 600 ppm, 60% LEL); en kısa etki mesafesi ise buhar bulutu toksik alanı için 381m(>33 000 ppm, AEGL-3 [60 dk]) olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra sarı tehdit bölgesine yönelik olarak buhar bulutu patlama alanı etki mesafesinin, buhar bulutu alevlenebilir alan ile aynı değere (1,4 km= camların kırılması >1,0 psi) sahip olduğu gözlemlenmiştir.

ALOHA, CBS ile kolayca entegre olabilen ve büyük kaza tehlikelerinin sonuçlarını değerlendirmede kullanıcıya sezgisel görselleştirme ve mekansal analiz imkanı sunma yeteneğine sahip bir yazılımdır. Bu kapsamda Senaryo (1) sonucu elde edilen tehdit

bölgelerinin ızgara görüntülerinin “Google Earth Pro” kullanılarak aktarıldığı etki alanları Şekil 5.15, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17’de ayrı ayrı verilmiştir.



Şekil 5.15. Propan tankı için buhar bulutu toksik alan “Google Earth Pro” görüntüsü (Senaryo 1)



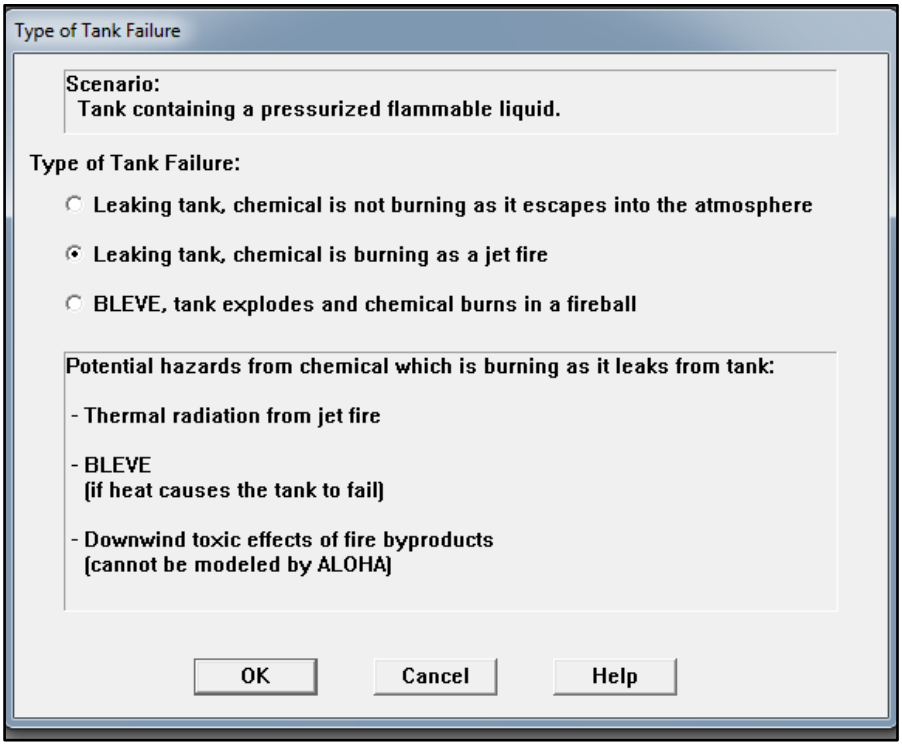
Şekil 5.16. Propan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan “Google Earth Pro” görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.17. Propan tankı için buhar bulutu patlama alanı “Google Earth Pro” görüntüsü (Senaryo 1)

Senaryo (2)

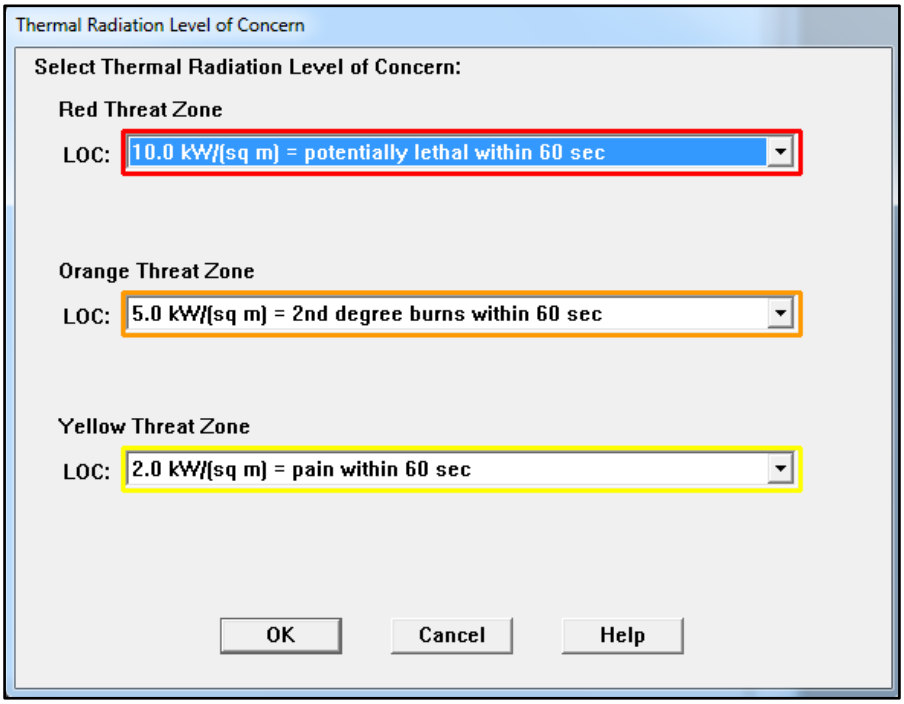
ALOHA paket programında ilgili senaryo seçiminin yapıldığı ekran görüntüsü Şekil 5.18’de verilmiştir.



Şekil 5.18. Senaryo (2) seçimi ekran görüntüsü

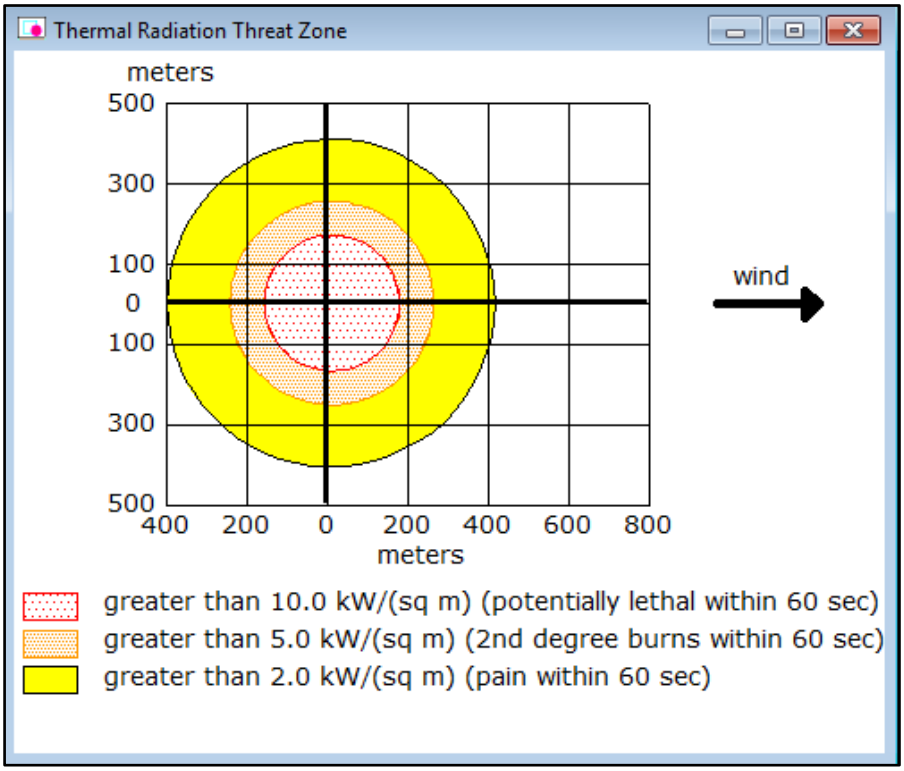
ALOHA paket programında, Senaryo (2) itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumuna yönelik bilgi girişleri Senaryo (1) ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Analiz edilmek istenen sızıntı sonucu jet yangını senaryosuna ilişkin veri girişleri tamamlandıktan sonra Şekil 5.19'da görüntüsü sunulan termal radyasyon maruz kalma sınırları ekranı ile karşılaşılmıştır. ALOHA'da termal radyasyon için, kırmızı tehlike bölgesi: 10kW/m^2-60 saniye içinde potansiyel ölümleri, turuncu tehlike bölgesi: 5 kW/m^2-60 saniye içinde ikinci derece yanıklar, sarı tehlike bölgesi: 2 kW/m^2-60 saniye içinde yararlanma etkilerine karşılık gelmektedir.



Şekil 5.19. Termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

Propan tankı için Senaryo (2) kapsamında etki alanlarını gösteren ALOHA paket programı ekran görüntüsü Şekil 5.20'de verilmiştir.



Şekil 5.20. Propan tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2)

Propan tankı için Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Propan tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (2) "Sızıntı Sonucu Jet Yangını"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	181m	265m	417m

Çizelge 5.2 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 181m(>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 265m(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 417m(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

Yanma olayı; bir kimyasalın oksidasyonu sırasında enerjinin çoğunun ısı şeklinde olması kaydıyla serbest bırakılmasıdır. Yanıcı bir maddenin atmosfere salınması durumunda, salınım şekli ve hızına bağlı olarak farklı türlerde yangınlar meydana gelmektedir. Propan için bir tutuşma kaynağı ve yeterli oksijen olması durumunda yangın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Depolama ekipmanı ya da boru hattından yayılan (salınan) yanıcı gaz bir tutuşma kaynağı bulduğunda; salınımın basıncı, çoğu durumda stabil olan uzun bir alev

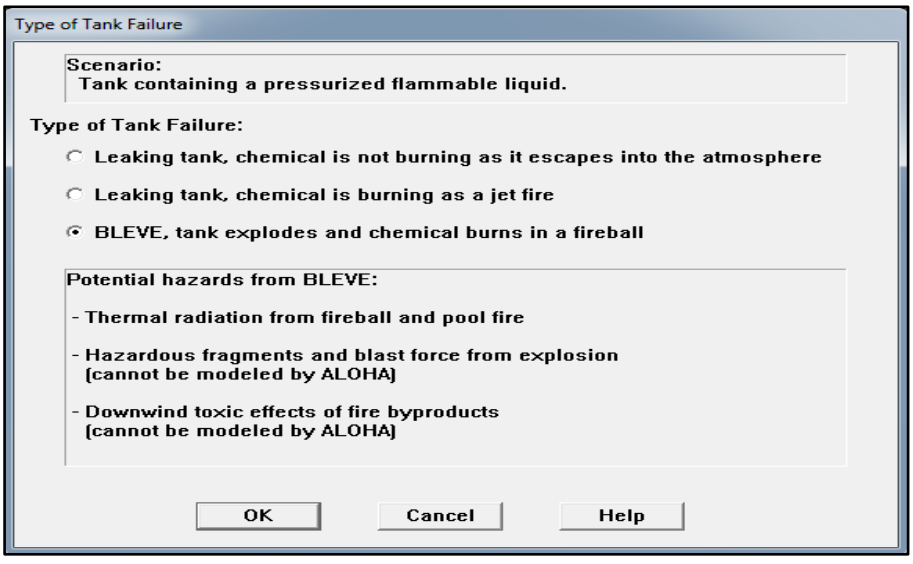
üretmekte ve bu durumda bir jet yangını meydana gelmektedir. Bu kapsamda Senaryo (2) sonucu elde edilen tehdit bölgelerinin ızgara görüntülerinin "Google Earth Pro" kullanılarak aktarıldığı etki alanları Şekil 5.21'de verilmiştir.



Şekil 5.21. Propan tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2)

Senaryo (3)

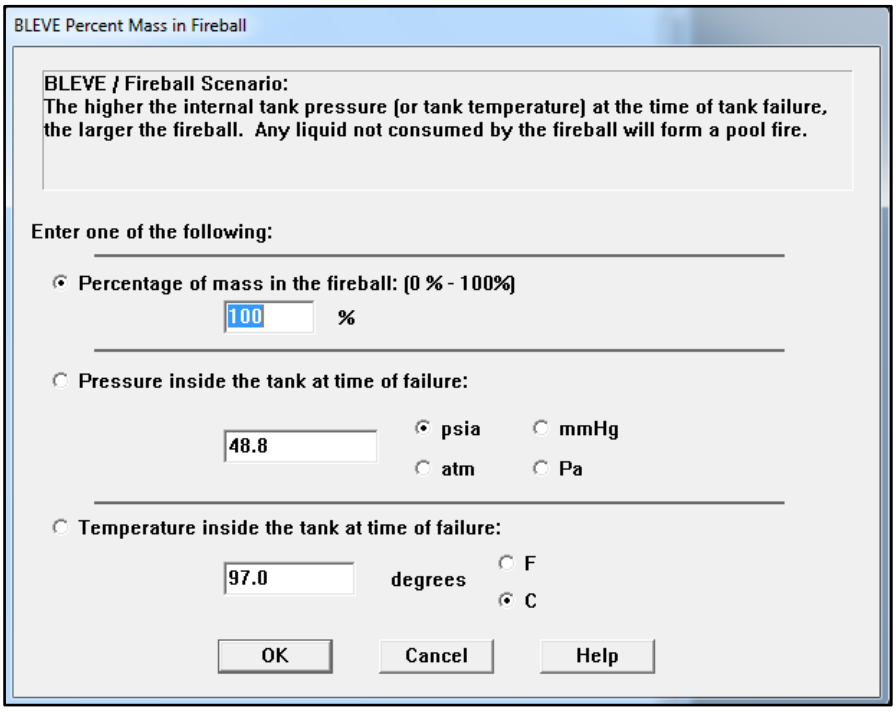
ALOHA paket programında ilgili senaryo seçiminin yapıldığı ekran görüntüsü Şekil 5.22'de verilmiştir.



Şekil 5.22. Senaryo (3) seçimi ekran görüntüsü

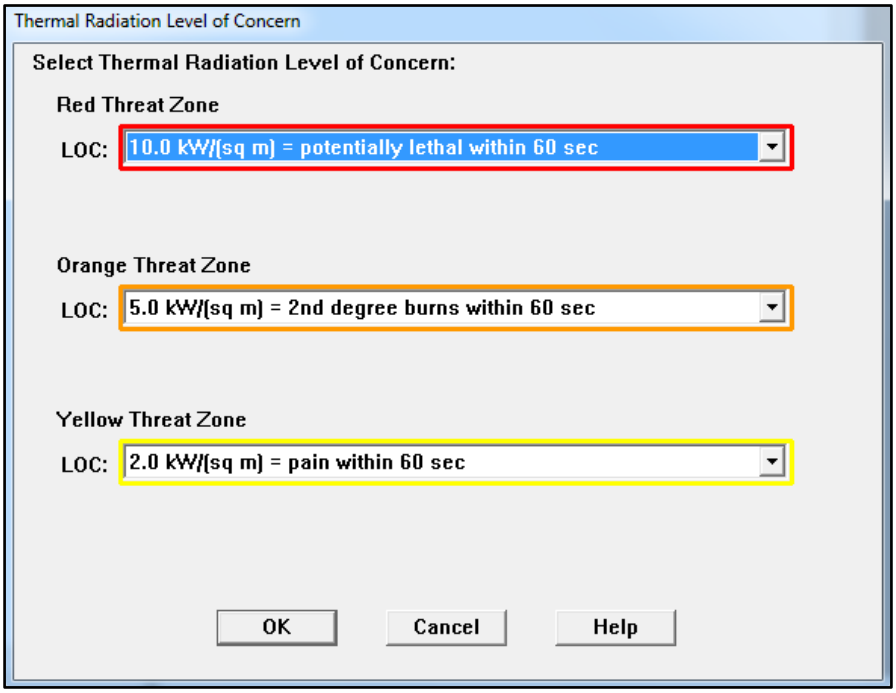
ALOHA paket programında Senaryo (3) itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumuna yönelik bilgi girişleri Senaryo (1) ve Senaryo (2) ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Analiz edilmek istenen BLEVE senaryosuna ilişkin bir diğer ekran, bu senaryo kapsamında oluşacak ateş topunun ilgili kimyasalın ne kadarından kaynaklı olarak oluşacağına dair veri girişi sağlanan ekrandır. Kullanıcı bu ekranda opsiyonel olarak kimyasalın kütlesi, depolama tankının basıncı ya da depolama tankının sıcaklığı verilerinden birine değer girişi sağlayabilmektedir. Girilen değer ne kadar büyük ise ortaya çıkacak ateş topu boyutu da o kadar büyük olmakta ve ateş topuna dahil olmayan sıvı fazda kimyasal havuz yangınına sebebiyet vermektedir. İlgili ekran görüntüsü Şekil 5.23'te verilmiştir.



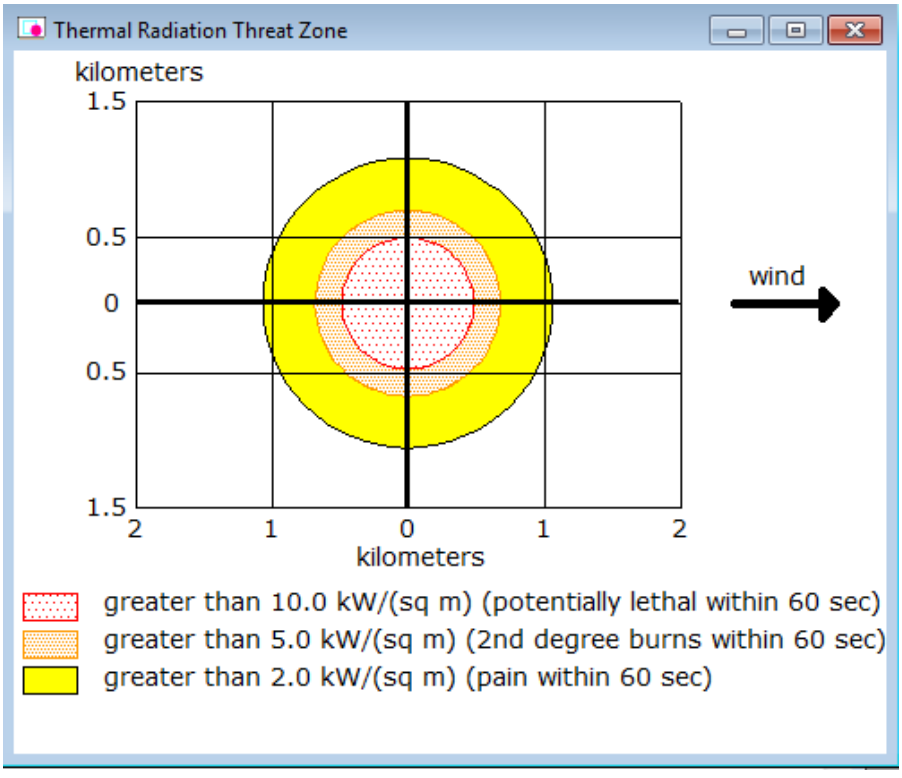
Şekil 5.23. Ateş topu kütle oranı seçimi ekran görüntüsü

Analiz edilmek istenen BLEVE senaryosuna ilişkin veri girişleri tamamlandıktan sonra Şekil 5.24'te görüntüsü sunulan aynı termal radyasyon maruz kalma sınırları ekranı karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 5.24. BLEVE termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

Propan tankı için Senaryo (3) etki alanlarını gösteren ALOHA paket programı ekran görüntüsü Şekil 5.25'te verilmiştir.



Şekil 5.25. Propan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3)

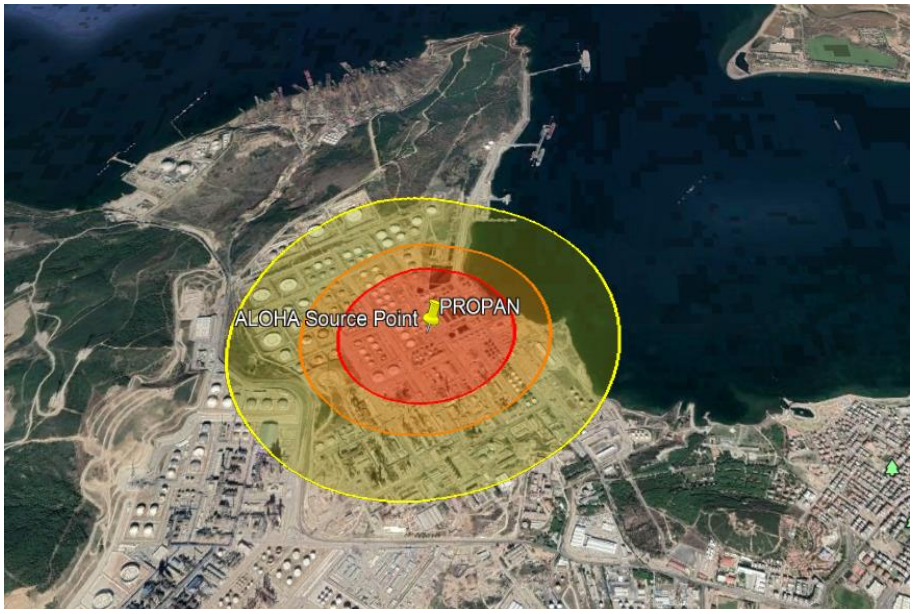
Propan tankı için Senaryo (3): BLEVE kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Propan tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (3) "BLEVE"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	486m	685m	1,1km

Çizelge 5.3 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 486m(>10 kW/m^2) olarak belirlenmiş olup bu alan 60 saniye maruz kalınması durumunda ölümcül sonuçlar doğurabilecek bir alan olarak tanımlanmaktadır. Turuncu tehdit bölgesine yönelik sonlanma noktası mesafesi 685m(>5 kW/m^2) olarak belirlenmiş olup bu alan 60 saniye maruz kalınması durumunda 2'inci derece yanıklara sebebiyet verecek bir alan olarak tanımlanmaktadır. Son olarak sarı tehdit bölgesine yönelik sonlanma noktası mesafesi 1,1km(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiş olup bu alan 60 saniye maruz kalınması durumunda acı hissi verecek bir yaralanma alanı olarak tanımlanmaktadır.

Depolama ekipmanı/tank ya da boru hattından yayılan (salınan) yanıcı gaz, tutuşma kaynağını bularak yandığında kaynama noktasının üzerinde bir sıcaklıkta ve basınç altında şiddetli bir basınçla serbest kalan kimyasal, hızlı bir şekilde atmosfer basıncı seviyesine inilmesi esnasında bir buhar bulutu oluşturur ve bir kaynakla tutuşarak ateş topu haline dönüşebilir. Yanan kütlenin bir bulut veya top gibi havaya yükselmesine neden olacak bu şiddetli ateş topu olayı da genellikle BLEVE durumu ile ilişkilendirilmektedir. Bu kapsamda Senaryo (3) sonucu elde edilen tehdit bölgelerinin ızgara görüntülerinin "Google Earth Pro" kullanılarak aktarıldığı etki alanları Şekil 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.26. Propan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro"görüntüsü (Senaryo 3)

5.1.2. Bütan tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları

Bütan

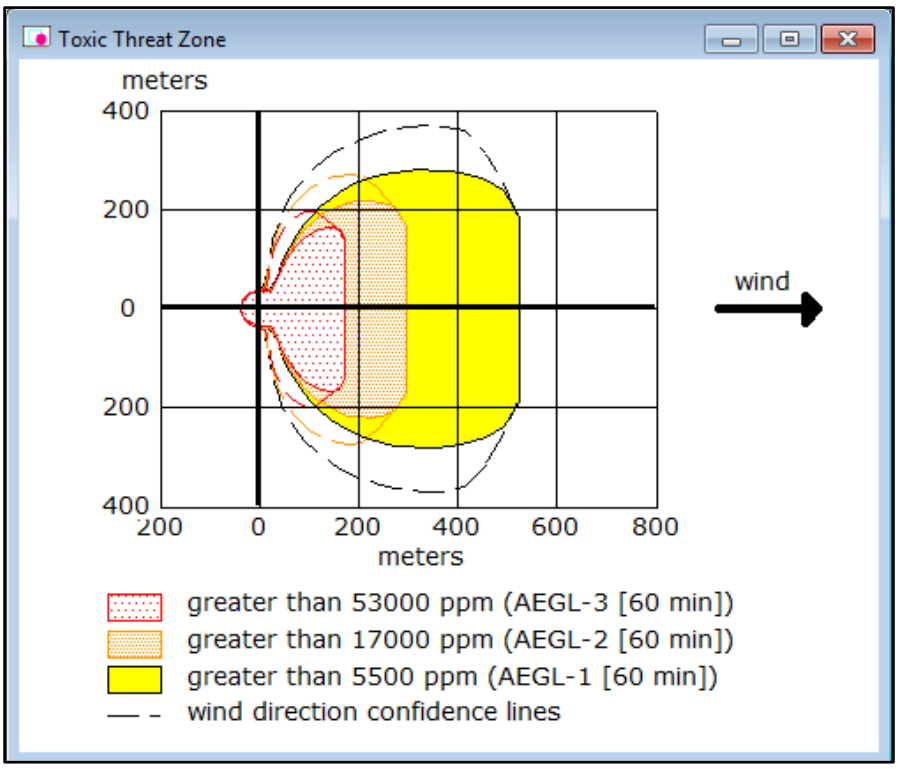
Moleküler formülü C_4H_{10} olan dört-karbonlu bir alkandır. Oda sıcaklığında ve atmosferik basınç altında gaz fazında olup kokusuz, renksizdir ve buhar basıncı altında sıvılaştırılmış gaz olarak depolanabilmektedir. Sıvıyla teması durumunda donmaya neden olabilen, ısı, kıvılcım ya da alev ile kolayca alevlenebilen, hava ile patlayıc karışımlar oluşturabilen bir yapıya sahiptir. Uzun süre yangına veya aşırı sıcağa maruz kalması durumunda, depolama ekipmanı şiddetli bir şekilde patlayabilmekte ve roket etkisi yaratabilmektedir. LPG, tüp gaz ve çakmaklarda yanıcı madde olarak kullanılmasının yanı sıra spreylerde aerosol itici olarak ve diğer kimyasalların yapımında hammade olarak kullanılan petrol türevi bir hidrokarbondur. NFPA standardına göre tehlike derecelendirmesi; sağlık: 1, yanıcılık: 4 şeklindedir. Havadan ağır bir gaz olması nedeniyle alçak alanlarda birikerek oksijen eksikliğine neden olabilir, zeminde hareket edebilir ve kaynağından uzak bir noktada tutuşması mümkündür.

Bütan hesaplamaları, dayk alanı bulundurmayan dikey bir silindir tankta kaçak olduğu düşünülerek ilgili senaryolar (Senaryo 1-3) üzerinden yürütülmüştür. Bütan kaynağının

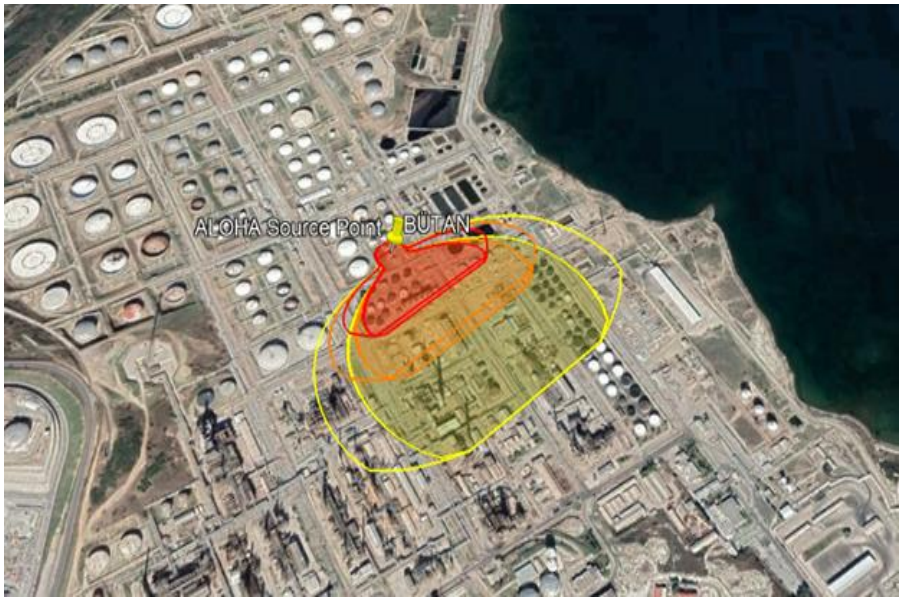
türü, hacim bilgileri, senaryo itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumu ve de maruz kalma sınırlarına yönelik bilgi girişilerinin sağlandığı ALOHA paket programı ekran görüntüleri EK-2'de verilmiştir.

Senaryo (1)

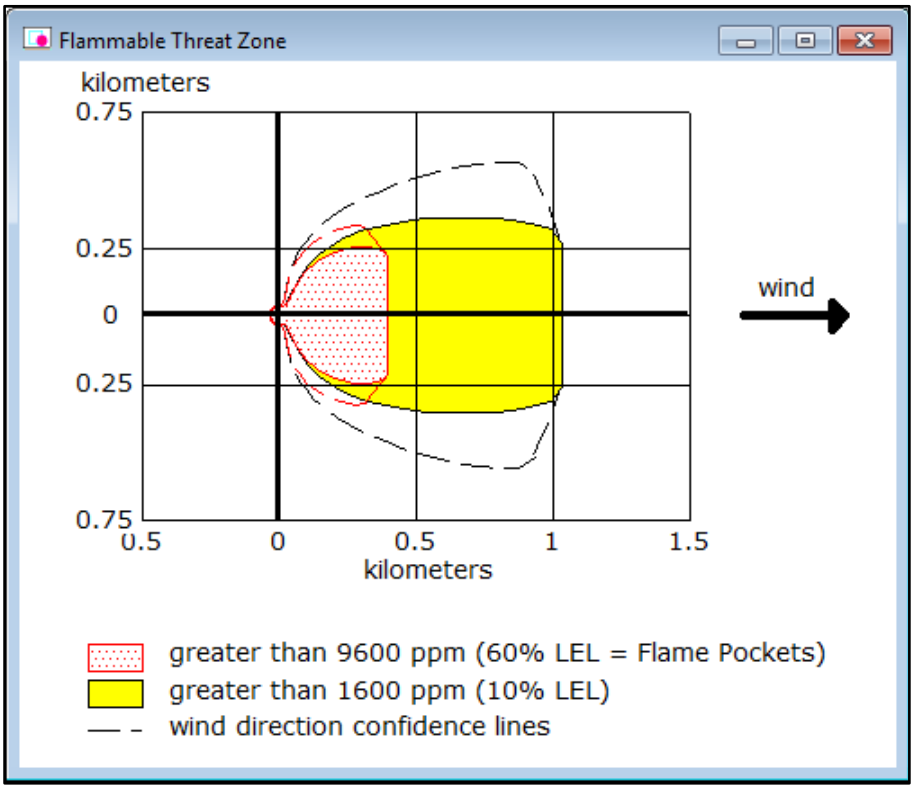
ALOHA yazılımı ile Senaryo (1) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.27, Şekil 5.28, Şekil 5.29, Şekil 5.30, Şekil 5.31 ve Şekil 5.32'de verilmiştir.



Şekil 5.27. Bütan tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



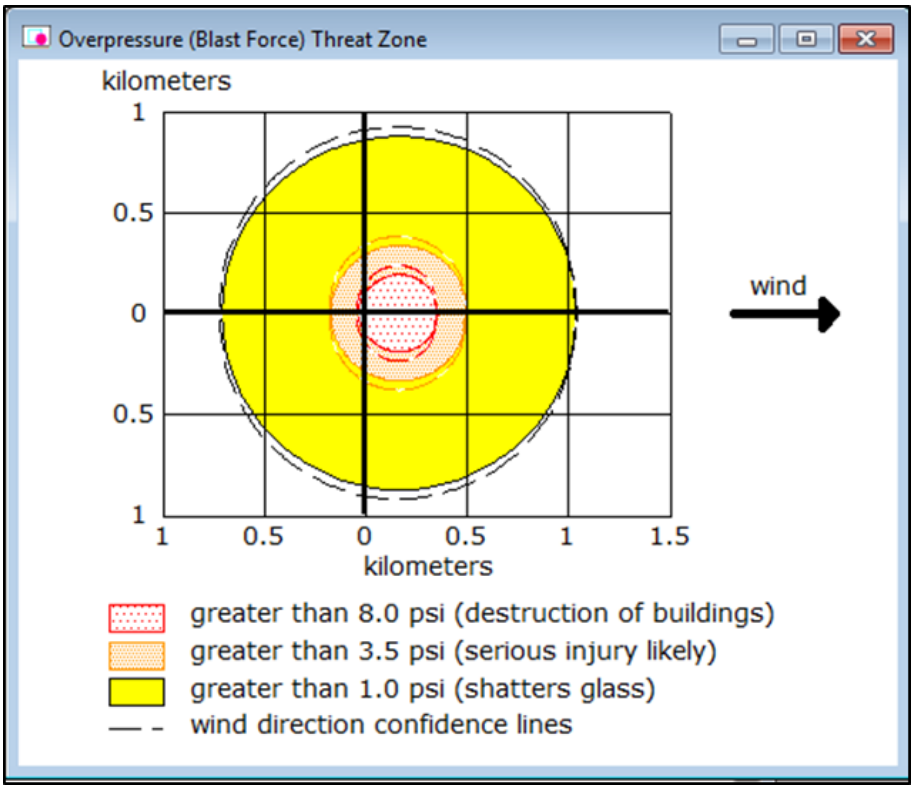
Şekil 5.28. Bütan tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)



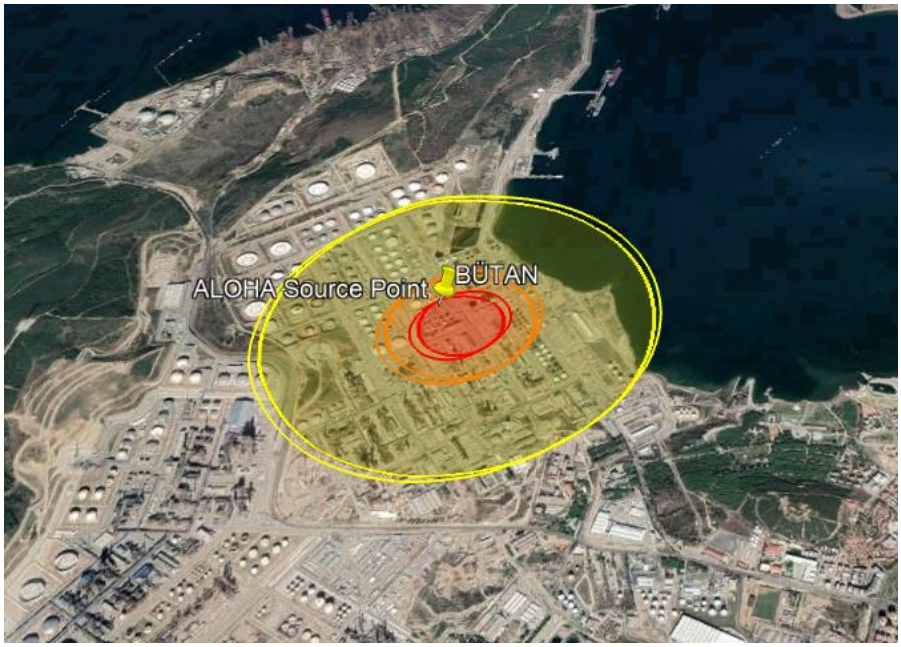
Şekil 5.29. Bütan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.30. Bütan tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan “Google Earth Pro” görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.31. Bütan tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.32. Bütan tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)

Bütan tankı için Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok kapsamında belirlenen buhar bulutu toksik alanı, buhar bulutu alevlenebilir alan ve buhar bulutu patlama alanı etki mesafesi değerleri Çizelge 5.4'te verilmiştir.

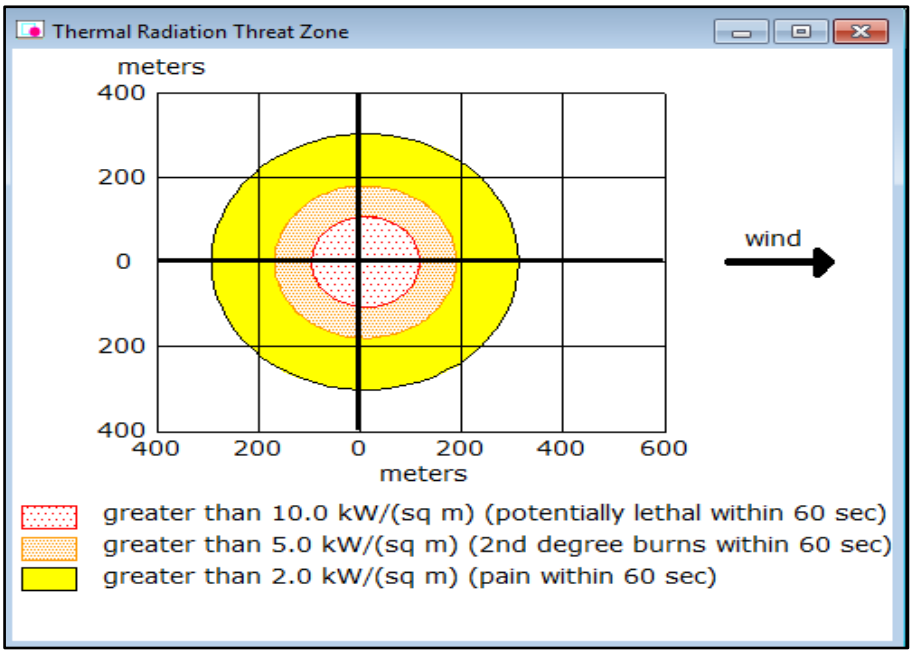
Çizelge 5.4. Bütan tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (1) "Sızıntı Sonucu Yangın Yok"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Buhar bulutu toksik alan etki mesafeleri	173m	296m	524m
Buhar bulutu alevlenebilir alan etki mesafeleri	393m	-	1km
Buhar bulutu patlama alanı etki mesafeleri	363m	508m	1km

Çizelge 5.4 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik olarak en uzun etki mesafesi buhar bulutu alevlenebilir alan için 393m(>9 600 ppm, 60% LEL), en kısa etki mesafesi ise buhar bulutu toksik alanı için 173m(>53 000 ppm, AEGL-3 [60 dk]) olarak belirlenmiştir. Ayrıca, sarı tehdit bölgesine yönelik olarak buhar bulutu patlama alanı etki mesafesinin, buhar bulutu alevlenebilir alan ile aynı değere 1 km (camların kırılması >1,0 psi) olduğu gözlemlenmiştir.

Senaryo (2)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda bütan için Senaryo (2) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalasına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.33 ve Şekil 5.34'te verilmiştir.



Şekil 5.33. Bütan tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2)



Şekil 5.34. Bütan tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2)

Bütan tankı için Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.5'te verilmiştir.

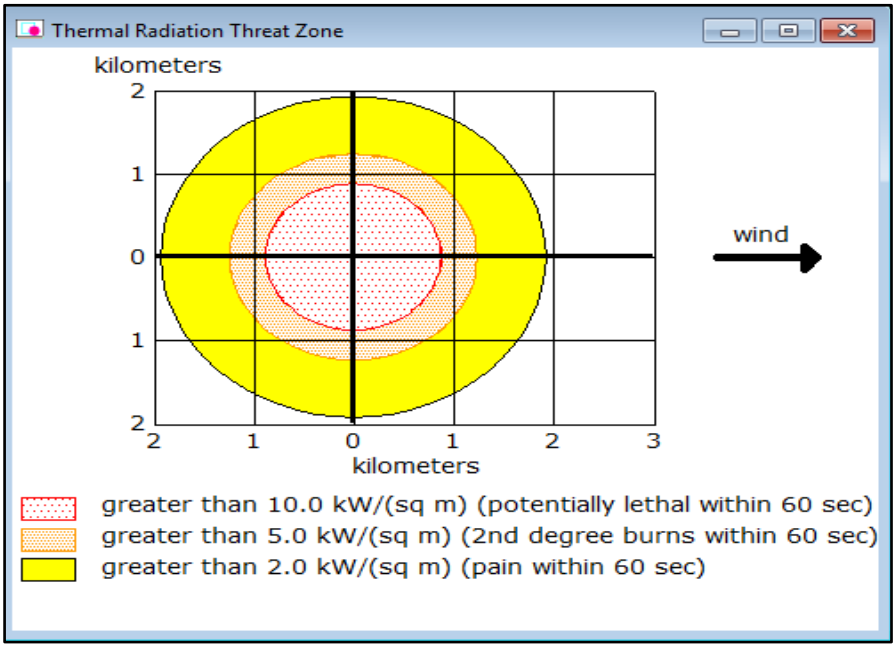
Çizelge 5.5. Bütan tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (2) "Sızıntı Sonucu Jet Yangını"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	121m	193m	315m

Çizelge 5.5 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 121m (>10 kW/m^2) olarak belirlenmiştir. Turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 193m(>5 kW/m^2) sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 315m(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

Senaryo (3)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda bütan için 3'üncü senaryo üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.35 ve Şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.35. Bütan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3)



Şekil 5.36. Bütan tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3)

Bütan tankı için Senaryo (3): BLEVE kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Bütan tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (3) "BLEVE"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	878m	1,2km	1,9km

Çizelge 5.6 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine ait etki mesafesi 878m (>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 1,2km(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine ait etki mesafesi ise 1,9km(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

5.1.3. LPG tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları

LPG

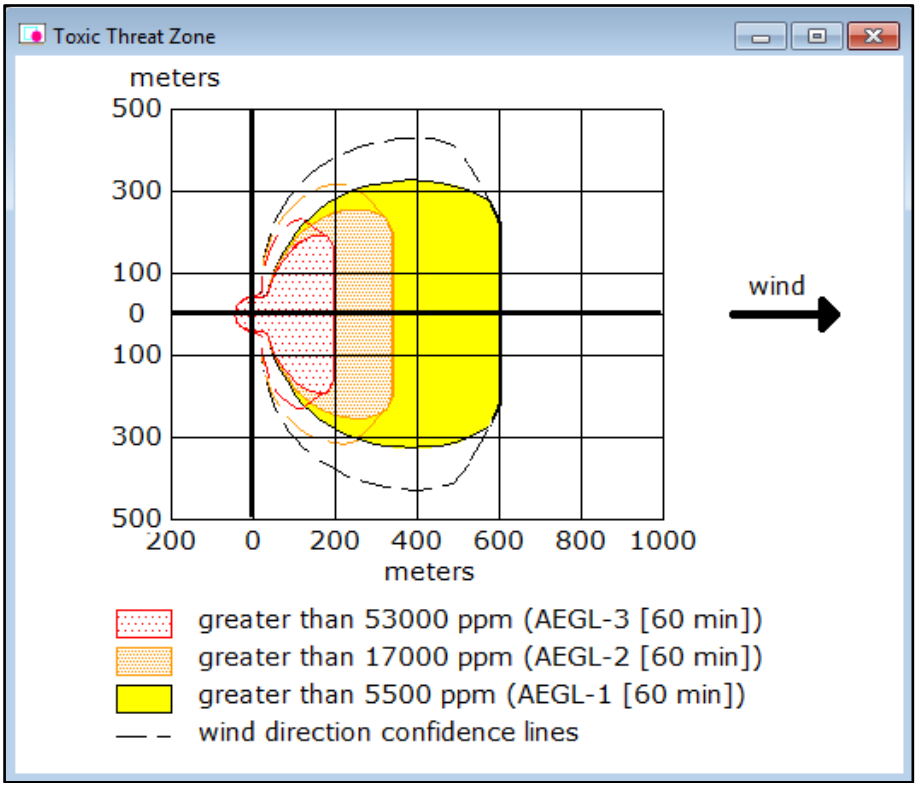
LPG (likit petrol gazı/sıvılaştırılmış petrol gazı), kolayca gaz fazına geçebilen renksiz, kokusuz bir sıvıdır ve basınç altında sıvı halde depolanır. LPG, esas olarak hidrokarbonların (propan, propilen, bütan/izobütan ve bütilenler) belli oranlarda karışımlarından ya da kendilerinden oluşmaktadır. NFPA standardına göre tehlike

derecelendirmesi; sağlık: 1, yanıcılık: 4 şeklindedir. LPG geniş bir konsantrasyon aralığında yanıcıdır ve fiziksel özellikleri nedeniyle çeşitli tehlikeler meydana gelmesine sebebiyet verebilmektedir. LPG gazı hava karışımından ağırdır ve bir alev kaçak kaynağına çok kolay bir şekilde geri dönebilmektedir. Renksiz ve kokusuz olması sızıntı tespitini zorlaştırmaktadır. Isıya uzun süre maruz kalması durumunda depolanma ekipmanı şiddetli bir şekilde yırtılabilmekte ve roketlenebilmektedir. LPG'nin havadaki hareketi, rüzgar ve zemin yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Kuvvetli bir rüzgar, LPG buharını kısa sürede dağıtabilecekken, hafif rüzgar havadan ağır olan buharı dağıtmaz fakat zemin seviyesinde sürükleyebilmekte zeminde bulunan çukur/hendek gibi yerlerde birikmesine neden olabilmektedir. Türkiye'de %30 propan ve %70 bütandan oluşan Mix LPG kullanılmaktadır.

ALOHA yazılımı özel kimyasal karışımlar için hesaplamaya imkan sağlamamaktadır. Bu çalışmada, LPG tankı için %70'ini oluşturan bütan üzerinden hesaplamalar yürütülmüştür. LPG hesaplamaları, dayk alanı bulundurmayan yatay bir silindir tankta kaçak olduğu düşünülerek ilgili senaryolar üzerinden modellenmiştir. LPG kaynağının türü, hacim bilgileri, senaryo itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumu ve de maruz kalma sınırlarına yönelik bilgi girişilerinin sağlandığı ALOHA paket programı ekran görüntüleri EK-2'de verilmiştir.

Senaryo (1)

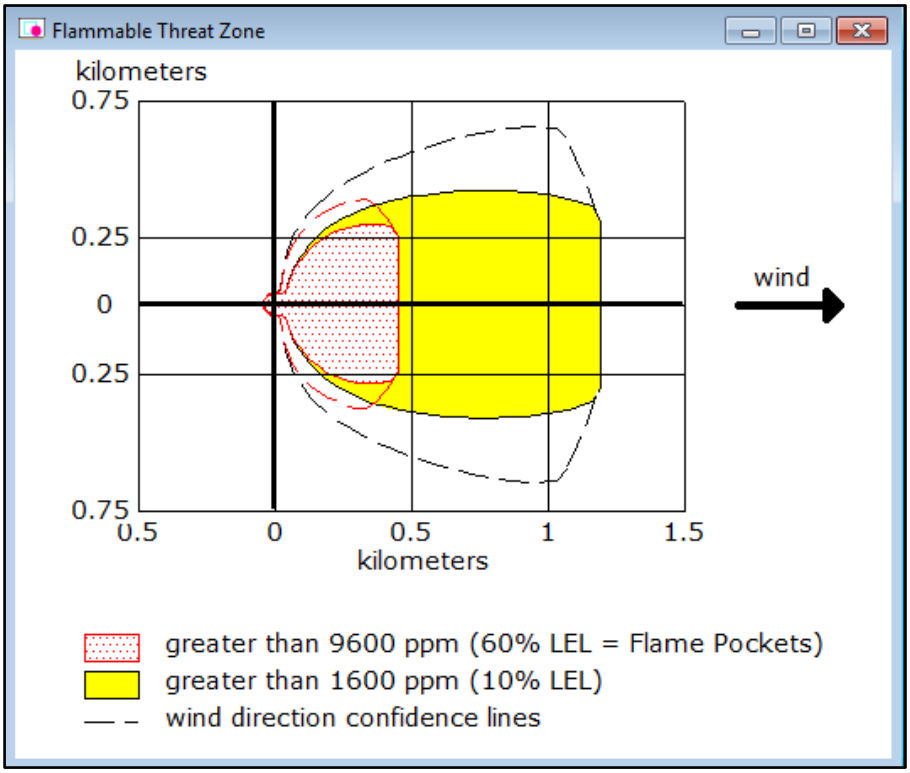
ALOHA yazılımı ile aynı miktarda LPG için Senaryo (1) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.37, Şekil 5.38, Şekil 5.39, Şekil 5.40, Şekil 5.41 ve Şekil 5.42'de verilmiştir.



Şekil 5.37. LPG tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



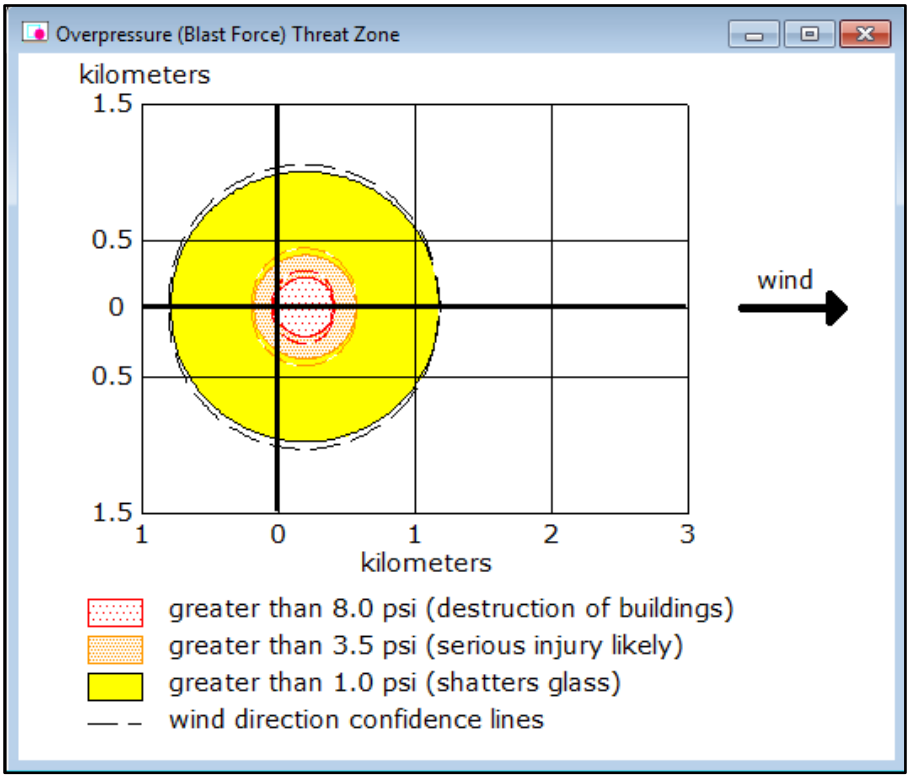
Şekil 5.38. LPG tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.39. LPG tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.40. LPG tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.41. LPG tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.42. LPG tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)

LPG tankı için Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok kapsamında belirlenen buhar bulutu toksik alanı, buhar bulutu alevlenebilir alan ve buhar bulutu patlama alanı etki mesafesi değerleri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

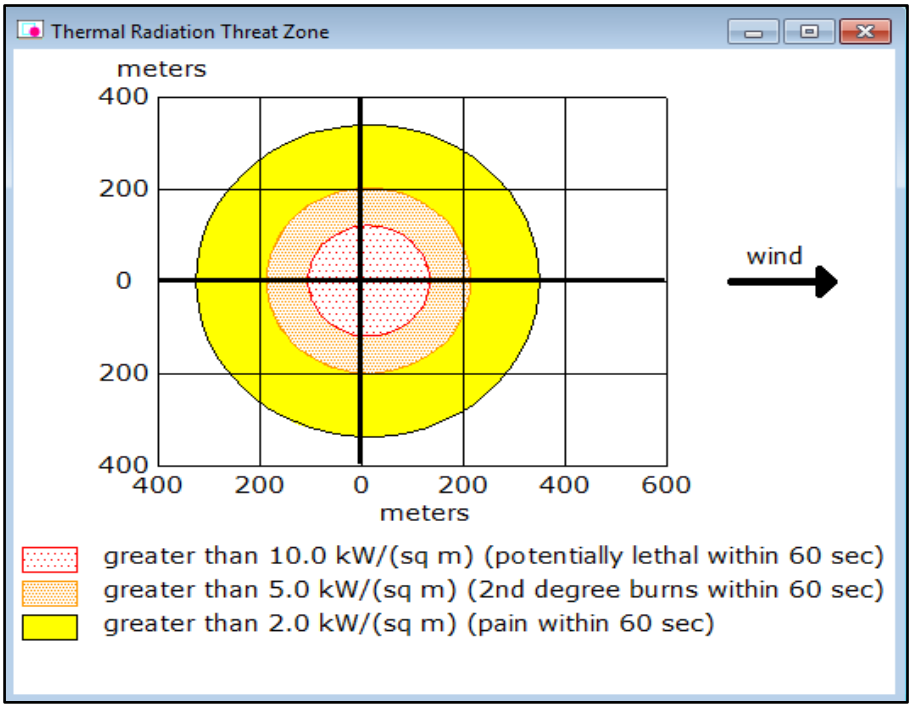
Çizelge 5.7. LPG tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (1) "Sızıntı Sonucu Yangın Yok"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Buhar bulutu toksik alan etki mesafeleri	200m	342m	605m
Buhar bulutu alevlenebilir alan etki mesafeleri	454m	-	1,2km
Buhar bulutu patlama alanı etki mesafeleri	415m	578m	1,2km

Çizelge 5.7 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik olarak en uzun etki mesafesinin buhar bulutu alevlenebilir alan için 454m(>9 600 ppm, 60% LEL), en kısa etki mesafesinin ise buhar bulutu toksik alanı için 200m(>53 000 ppm, AEGL-3 [60 dk]) olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra sarı tehdit bölgesine yönelik olarak buhar bulutu patlama alanı etki mesafesi olan 1,2 km(camların kırılması >1,0 psi) değerinin, buhar bulutu alevlenebilir alan etki mesafesi ile aynı değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Senaryo (2)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda LPG için Senaryo (2) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.43 ve Şekil 5.44'te verilmiştir.



Şekil 5.43. LPG tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2)



Şekil 5.44. LPG tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2)

LPG tankı için Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.8'de verilmiştir.

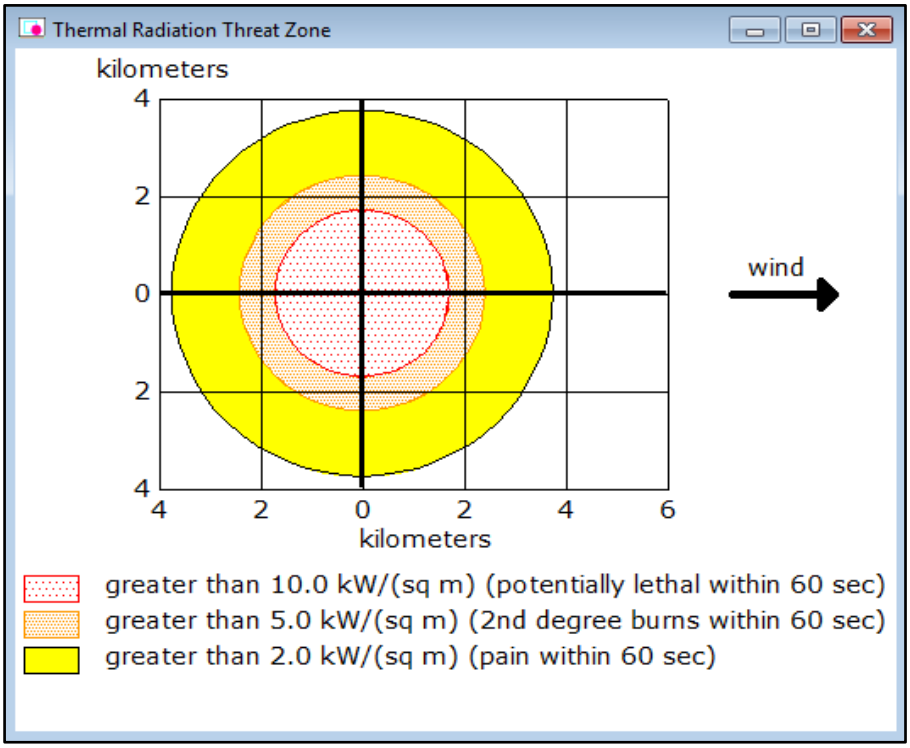
Çizelge 5.8. LPG tankı için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (2) “Sızıntı Sonucu Jet Yangını”	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	135m	215m	351m

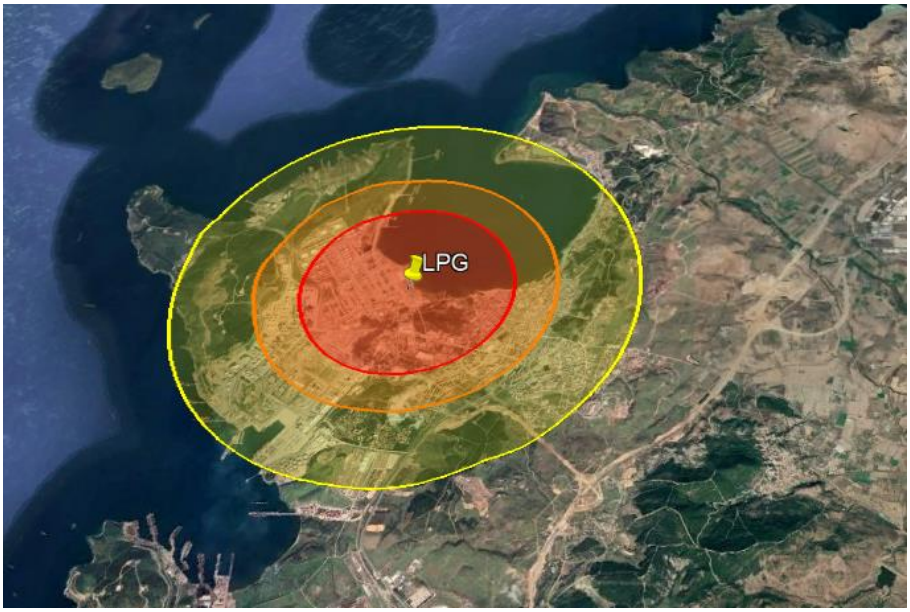
Çizelge 5.8 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 135m(>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 215m(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 351m(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

Senaryo (3)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda LPG tankı için Senaryo (3) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve “Google Earth Pro” görüntüleri Şekil 5.45 ve Şekil 5.46’da verilmiştir.



Şekil 5.45. LPG tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3)



Şekil 5.46. LPG tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3)

LPG tankı için Senaryo (3): BLEVE kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. LPG tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (3) "BLEVE"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	1,7km	2,4km	3,7km

Çizelge 5.9 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 1,7km(>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 2,4km(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 3,7km(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

5.1.4. MTBE tankı için farklı senaryolar üzerinden elde edilen tehlike alanları

MTBE

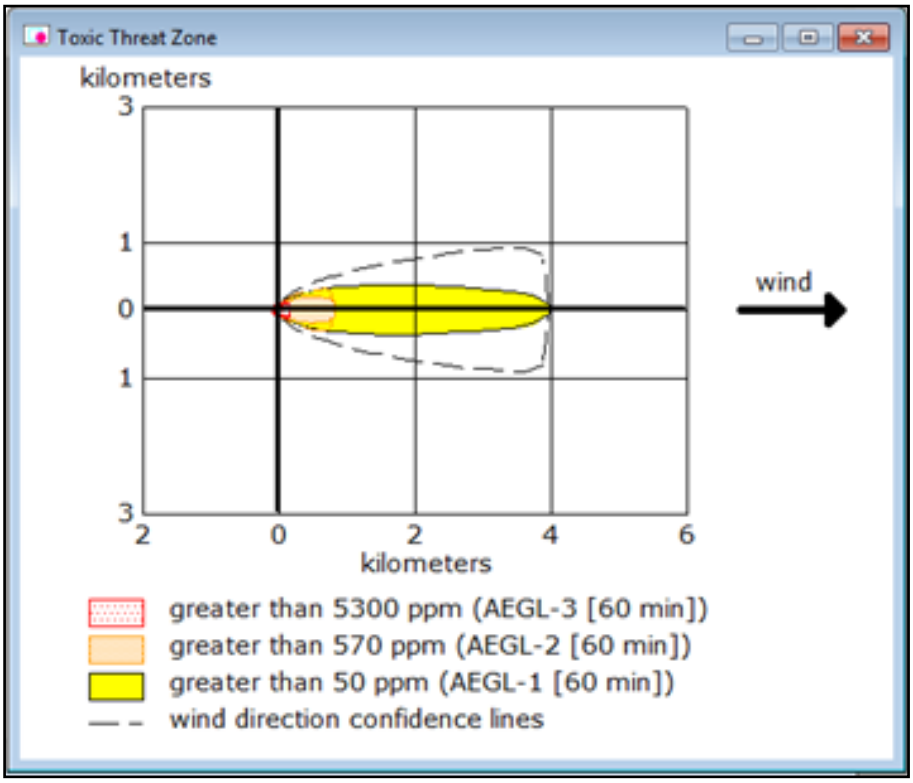
Tert-butil metil eter olarak da bilinen MTBE (metil tert-butil eter), $(CH_3)_3COCH_3$ yapısal formülüne sahip organik bir bileşiktir. MTBE; suda kolayca çözünen uçucu, yanıcı, renksiz bir sıvıdır. NFPA standardına göre tehlike derecelendirmesi; sağlık: 3, yanıcılık: 2 şeklindedir. Genellikle benzinde oktan güçlendirici olarak kullanılır. MTBE yeraltı suyunu

ya da toprağı, yeraltı/üstü depolama tanklarından sızması veya dökülmelerden kaynaklı olarak kirletebilir. Düşük MTBE seviyeleri, suda hoş olmayan bir tat ve kokuya neden olmakta içme suyu kaynaklarını kullanılmaz hale getirmektedir. Daha yüksek MTBE seviyeleri ise insanlar için potansiyel bir kanserojendir.

MTBE hesaplamaları, dayk alanı bulundurmayan dikey bir silindir tankta kaçak olduğu düşünülerek ilgili senaryolar üzerinden yürütülmüştür. MTBE kaynağının türü, hacim bilgileri, senaryo itibarıyla kimyasal kaynağından sızıntının (salınımın) şekil, boyut ve depolama tankı üzerindeki konumu ve de maruz kalma sınırlarına yönelik bilgi girişilerinin sağlandığı ALOHA paket programı ekran görüntüleri EK-2'de verilmiştir.

Senaryo (1)

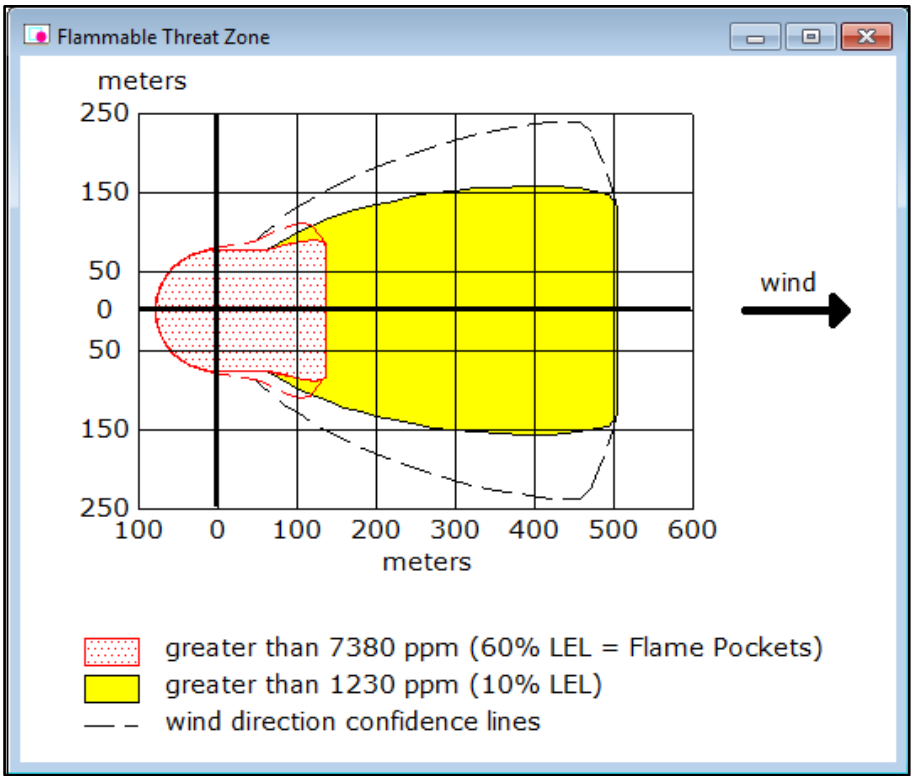
ALOHA yazılımı ile aynı miktarda MTBE tankı için Senaryo (1) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.47, Şekil 5.48, Şekil 5.49, Şekil 5.50, Şekil 5.51 ve Şekil 5.52'de verilmiştir.



Şekil 5.47. MTBE tankı için buhar bulutu toksik alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



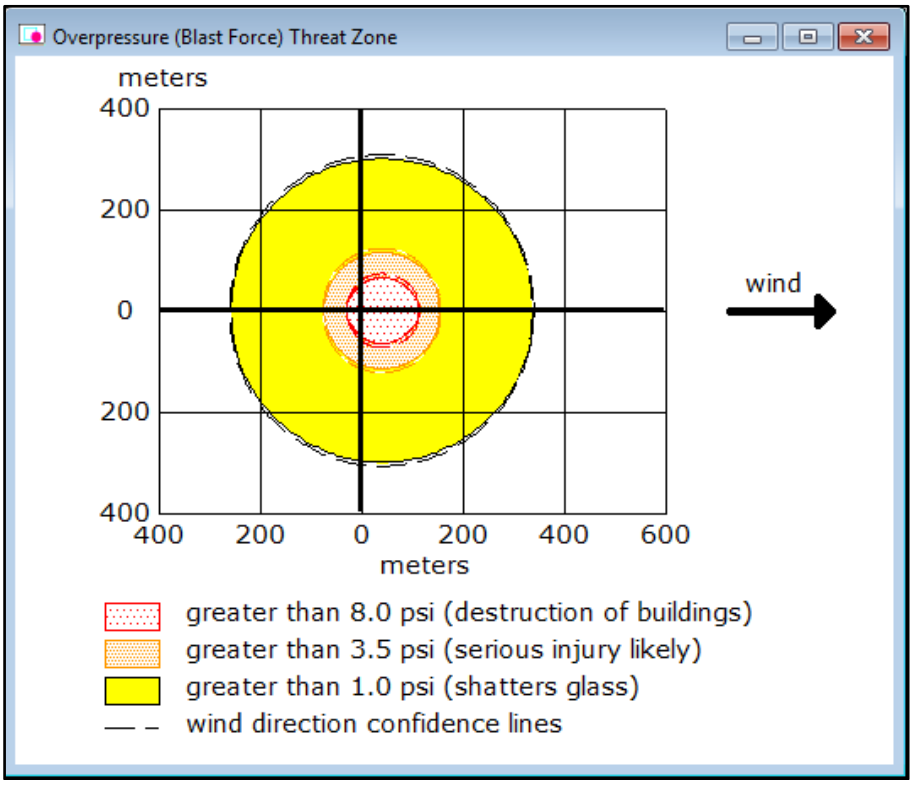
Şekil 5.48. MTBE tankı için buhar bulutu toksik alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)



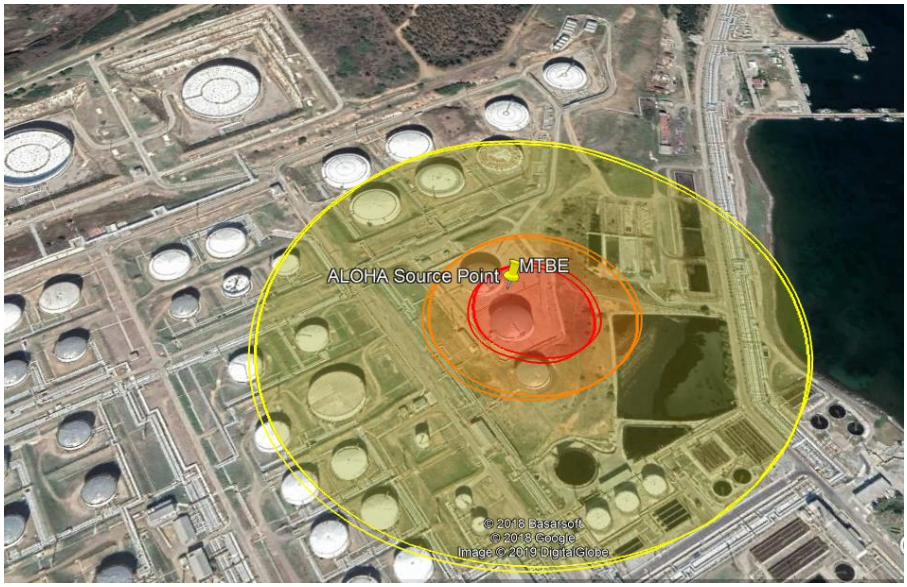
Şekil 5.49. MTBE tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.50. MTBE tankı için buhar bulutu alevlenebilir alan "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.51. MTBE tankı için buhar bulutu patlama alanı ekran görüntüsü (Senaryo 1)



Şekil 5.52. MTBE tankı için buhar bulutu patlama alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 1)

MTBE için Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok kapsamında belirlenen buhar bulutu toksik alanı, buhar bulutu alevlenebilir alan ve buhar bulutu patlama alanı etki mesafesi değerleri Çizelge 5.10'da verilmiştir.

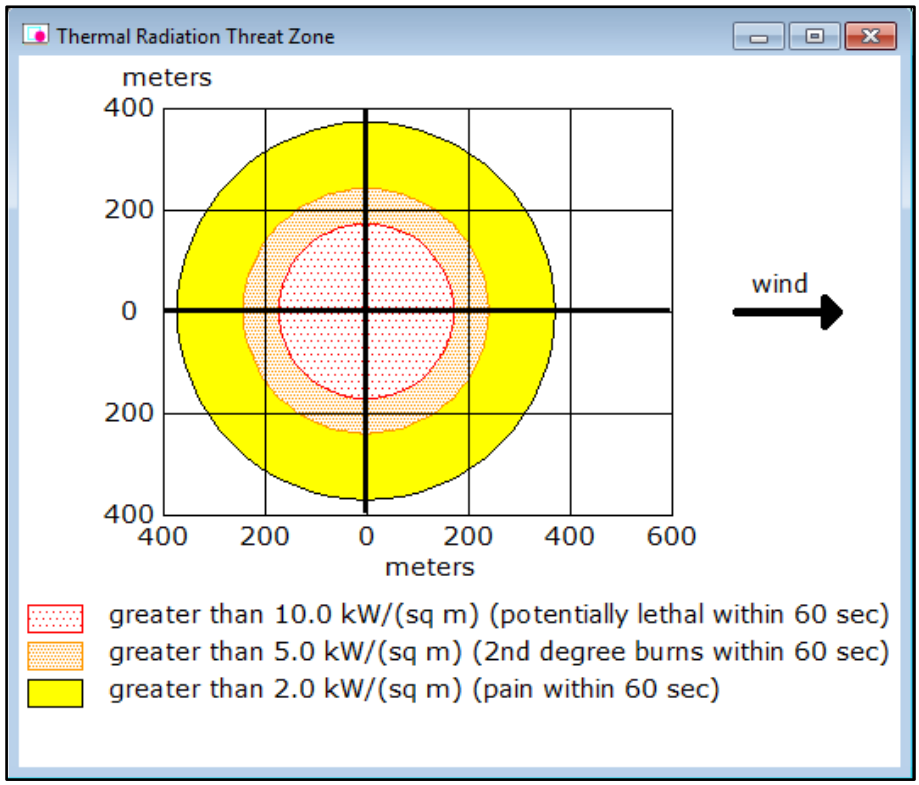
Çizelge 5.10. MTBE tankı için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (1) "Sızıntı Sonucu Yangın Yok"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Buhar bulutu toksik alan etki mesafeleri	182m	825m	4,0km
Buhar bulutu alevlenebilir alan etki mesafeleri	137m	-	506m
Buhar bulutu patlama alanı etki mesafeleri	114m	156m	340m

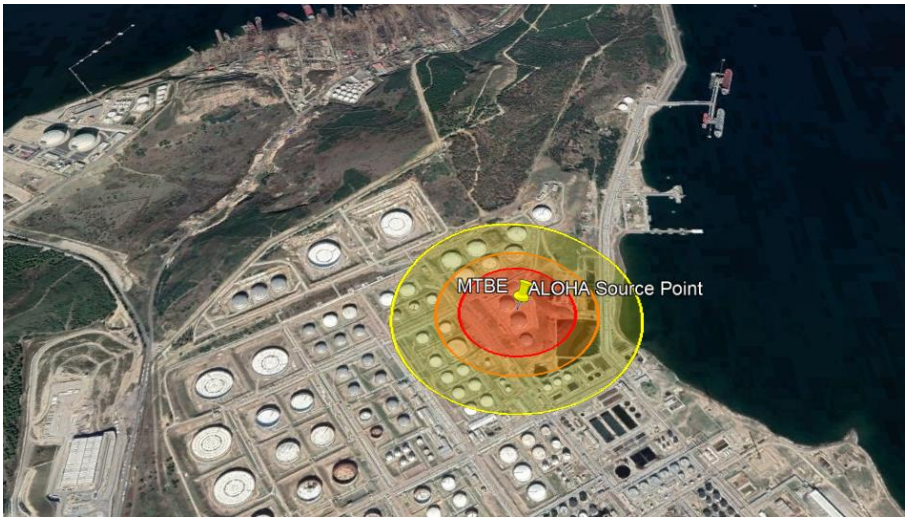
Çizelge 5.10 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik olarak en uzun mesafesi buhar bulutu toksik alan için 182m(>5 300 ppm, AEGL-3 [60 dk]), en kısa etki mesafesi ise buhar bulutu patlama alanı için 114m(binaların yıkılması >8,0 psi) olarak belirlenmiştir. Ayrıca, sarı tehdit bölgesine yönelik olarak buhar bulutu toksik alanı etki mesafesinin 4,0km(>50 ppm, AEGL-1 [60 dk]) olduğu gözlemlenmiştir.

Senaryo (2)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda MTBE için Senaryo (2) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.53 ve Şekil 5.54'te verilmiştir.



Şekil 5.53. MTBE tankı için termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 2)



Şekil 5.54. MTBE tankı için termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 2)

MTBE tankı için Senaryo (2): Sızıntı sonucu jet yangını kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.11'de verilmiştir.

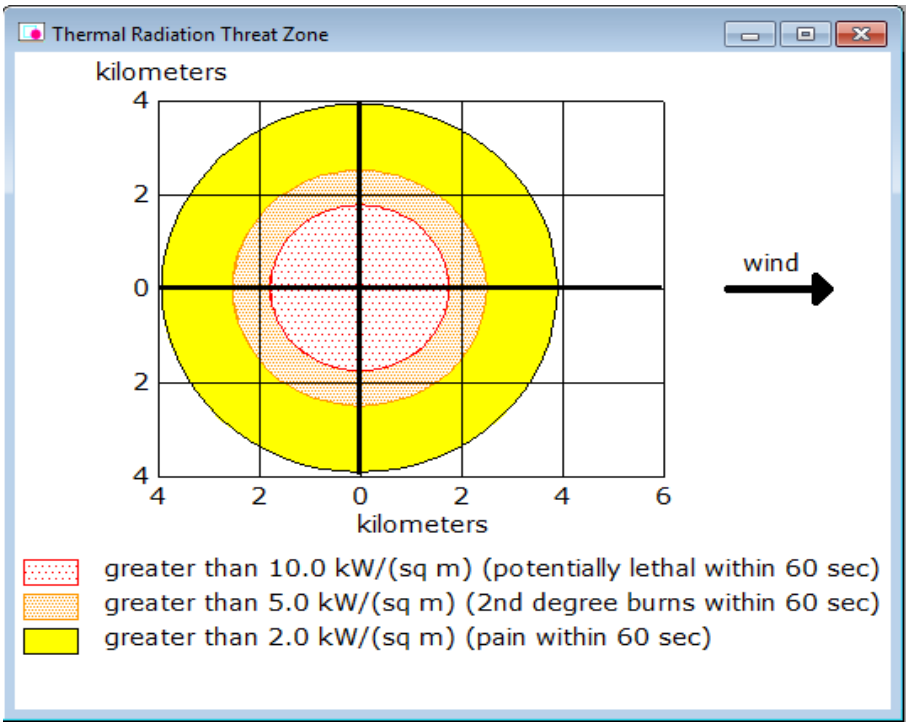
Çizelge 5.11. MTBE için Senaryo (2) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (2) "Sızıntı Sonucu Jet Yangını"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	172m	241m	371m

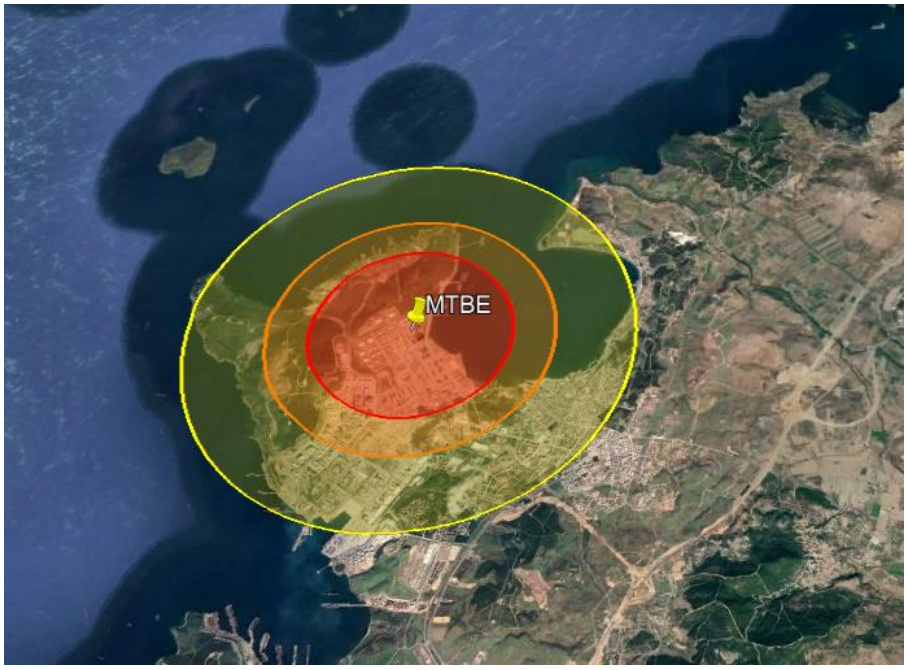
Çizelge 5.11 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 172m(>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 241m(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 371m(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

Senaryo (3)

ALOHA yazılımı ile aynı miktarda MTBE için Senaryo (3) üzerinden yürütülen modelleme çalışmalarına ait etki alanı ve "Google Earth Pro" görüntüleri Şekil 5.55 ve Şekil 5.56'da verilmiştir.



Şekil 5.55. MTBE tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı ekran görüntüsü (Senaryo 3)



Şekil 5.56. MTBE tankı için BLEVE termal radyasyon etki alanı "Google Earth Pro" görüntüsü (Senaryo 3)

MTBE tankı için Senaryo (3): BLEVE kapsamında belirlenen termal radyasyon etki mesafesi değerleri Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. MTBE tankı için Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafesi değerleri

Senaryo (3) "BLEVE"	Kırmızı Tehdit Bölgesi	Turuncu Tehdit Bölgesi	Sarı Tehdit Bölgesi
Termal radyasyon etki alanı mesafeleri	1,8km	2,5km	3,9km

Çizelge 5.12 değerlendirildiğinde; kırmızı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 1,8km(>10 kW/m^2), turuncu tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 2,5km(>5 kW/m^2), sarı tehdit bölgesine yönelik etki mesafesi 3,9km(>2 kW/m^2) olarak belirlenmiştir.

5.2. AHP Analizi

Toplanma noktasının belirlenmesi için ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması

AHP uygulaması için ikili karşılaştırmalar iki temel aşamada ele alınmıştır. Birinci aşamada; ana kriterler, ikinci aşamada ise her bir ana kritere ait alt kriterler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. İlgili matrislerin endüstriyel kazalar ve bu kazalardan

korunma ya da etkilerini azaltma konusunda uluslararası/ulusal mevzuata hakim kamu, üniversite ve sanayi temsilcisi 6 uzman tarafından doldurulması sağlanmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri yargıların birleştirilmesi açısından; birden fazla kişinin değerlendirmesi ile elde edildiği için geometrik ortalamalarının hesaplanmasıyla elde edilmiş ve hesaplamalar Bölüm 2.6'da detayları yer alan açıklama ve eşitlikler uyarınca yürütülmüştür.

Hiyerarşik yapıda amacın hemen altında bulunan yedi adet ana kritere ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 5.13'de sunulmuştur.

Çizelge 5.13. Ana kriterlere ait öncelik değerleri

	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	1,000	4,734	1,270	1,334	1,710	2,609	5,288
Yönetim ve Koordinasyon	0,211	1,000	0,307	0,293	0,472	0,481	0,907
Ulaşım	0,787	3,259	1,000	1,732	3,557	2,962	4,169
Tahliye	0,750	3,411	0,577	1,000	3,267	2,720	4,409
Temel Gereksinimler	0,585	2,117	0,281	0,306	1,000	1,732	3,093
Fiziksel Özellikler	0,383	2,080	0,338	0,368	0,577	1,000	3,225
Mevzuat	0,189	1,103	0,240	0,227	0,323	0,310	1,000

Yukarıdaki matris çizelgesinde; fiziksel etki alanı kriteri ile yönetim ve koordinasyon kriterinin karşılaştırılmasına yönelik verilmiş olan matris değeri 4,734 iken, yönetim ve koordinasyon kriterinin fiziksel etki alanı kriterine karşı tercih değeri bu değerin tersi (karşıtı), 1/4,734'tür. Bu tersini alma mantığı kullanılarak diğer kriterlere ait tercih değerleri bulunmuş ve ikili karşılaştırmalar matrisi tamamlanmıştır.

İkili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulmasının ardından her bir kriterin öncelik değeri hesaplanmıştır.

Adım 1: İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler, Çizelge 5.14'te verildiği şekilde toplanmıştır.

Çizelge 5.14. Ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi

	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	1,000	4,734	1,270	1,334	1,710	2,609	5,288
Yönetim ve Koordinasyon	0,211	1,000	0,307	0,293	0,472	0,481	0,907
Ulaşım	0,787	3,259	1,000	1,732	3,557	2,962	4,169
Tahliye	0,750	3,411	0,577	1,000	3,267	2,720	4,409
Temel Gereksinimler	0,585	2,117	0,281	0,306	1,000	1,732	3,093
Fiziksel Özellikler	0,383	2,080	0,338	0,368	0,577	1,000	3,225
Mevzuat	0,189	1,103	0,240	0,227	0,323	0,310	1,000
TOPLAM	3,906	17,704	4,013	5,259	10,907	11,813	22,091

Adım 2: İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir kriterin değeri, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünmüştür. Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.15. Ana kriterlere ait normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi

	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	0,256	0,267	0,317	0,254	0,157	0,221	0,239
Yönetim ve Koordinasyon	0,054	0,056	0,076	0,056	0,043	0,041	0,041
Ulaşım	0,202	0,184	0,249	0,329	0,326	0,251	0,189
Tahliye	0,192	0,193	0,144	0,190	0,300	0,230	0,200
Temel Gereksinimler	0,150	0,120	0,070	0,058	0,092	0,147	0,140
Fiziksel Özellikler	0,098	0,118	0,084	0,070	0,053	0,085	0,146
Mevzuat	0,048	0,062	0,060	0,043	0,030	0,026	0,045

Adım 3: Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırının aritmetik ortalamaları Çizelge 5.16'da verilmiştir. Bu aritmetik ortalama değerleri, karşılaştırılan elemanların önem dağılımlarını gösteren sütun vektörüdür ve göreceli önceliklerini vermektedir.

Çizelge 5.16. Aritmetik ortalaması alınmış ikili karşılaştırma matrisi

	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat	Öncelik Vektörü
Fiziksel Etki Alanı	0,256	0,267	0,317	0,254	0,157	0,221	0,239	0,24
Yönetim ve Koordinasyon	0,054	0,056	0,076	0,056	0,043	0,041	0,041	0,05
Ulaşım	0,202	0,184	0,249	0,329	0,326	0,251	0,189	0,25
Tahliye	0,192	0,193	0,144	0,190	0,300	0,230	0,200	0,21
Temel Gereksinimler	0,150	0,120	0,070	0,058	0,092	0,147	0,140	0,11
Fiziksel Özellikler	0,098	0,118	0,084	0,070	0,053	0,085	0,146	0,09
Mevzuat	0,048	0,062	0,060	0,043	0,030	0,026	0,045	0,05
							TOPLAM	1,00

Yukarıdaki işlemler sonucunda tüm kriterlere yönelik olarak göreceli öncelikler elde edilmiştir ve sonuçta uzman görüşlerine istinaden oluşan öncelik vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$\begin{bmatrix} 0,24 \\ 0,05 \\ 0,25 \\ 0,21 \\ 0,11 \\ 0,09 \\ 0,05 \end{bmatrix}$$

Adım 4: “Tutarlılık (doğruluk) oranının” hesaplanması

AHP yönteminde, ikili karşılaştırmalar sonrası her bir kriterin önceliklerinin hesaplanması ardından, son kararın niteliğine ilişkin tespit için ikili karşılaştırmalarda ortaya konulan hükümlerin tutarlılığı kontrol edilmelidir. İlgili matrisin tutarlılık oranı %10 veya daha az değerde ise, ikili karşılaştırmalardaki tutarlılık düzeyinin kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmaktadır.

Uzman görüşleri sonrası geometrik ortalaması alınarak elde edilen ana kriterlere yönelik ikili karşılaştırma matrisi için “tutarlılık oranı” aşağıda sunulduğu şekilde hesaplanmıştır.

• İkili karşılaştırmalar matrisi ile buna yönelik hesaplanan öncelik vektörü çarpılmıştır.

$$\begin{bmatrix} 1{,}000 & 4{,}734 & 1{,}270 & 1{,}334 & 1{,}710 & 2{,}609 & 5{,}288 \\ 0{,}211 & 1{,}000 & 0{,}307 & 0{,}293 & 0{,}472 & 0{,}481 & 0{,}907 \\ 0{,}787 & 3{,}259 & 1{,}000 & 1{,}732 & 3{,}557 & 2{,}962 & 4{,}169 \\ 0{,}750 & 3{,}411 & 0{,}577 & 1{,}000 & 3{,}267 & 2{,}720 & 4{,}409 \\ 0{,}585 & 2{,}117 & 0{,}281 & 0{,}306 & 1{,}000 & 1{,}732 & 3{,}093 \\ 0{,}383 & 2{,}080 & 0{,}338 & 0{,}368 & 0{,}577 & 1{,}000 & 3{,}225 \\ 0{,}189 & 1{,}103 & 0{,}240 & 0{,}227 & 0{,}323 & 0{,}310 & 1{,}000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0{,}245 \\ 0{,}052 \\ 0{,}248 \\ 0{,}207 \\ 0{,}110 \\ 0{,}094 \\ 0{,}045 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1{,}752 \\ 0{,}377 \\ 1{,}825 \\ 1{,}525 \\ 0{,}798 \\ 0{,}665 \\ 0{,}320 \end{bmatrix}$$

• Elde edilen vektörün her bir elemanı, buna karşılık gelen öncelik vektörü değerine bölünmüştür.

$$\frac{1{,}752}{0{,}245} = 7{,}151$$

$$\frac{0{,}377}{0{,}052} = 7{,}250$$

$$\frac{1{,}825}{0{,}248} = 7{,}359$$

$$\frac{1{,}525}{0{,}207} = 7{,}366$$

$$\frac{0{,}798}{0{,}110} = 7{,}258$$

$$\frac{0{,}665}{0{,}094} = 7{,}070$$

$$\frac{0{,}320}{0{,}045} = 7{,}107$$

• Yukarıda elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları tespit edilmiştir. Bu ortalama değere "temel değer" denilmekte ve "λ" simgesi ile gösterilmektedir.

$$\lambda = \frac{7{,}151 + 7{,}250 + 7{,}359 + 7{,}366 + 7{,}258 + 7{,}070 + 7{,}107}{7} = 7{,}223$$

• Aşağıdaki formül kullanılarak "Tutarlılık Göstergesi (CI)" hesap edilmiştir.

$CI = \frac{\lambda - n}{n-1}$ (n = karşılaştırılan eleman sayısı)

$$\mathrm{CI} = \frac{7{,}223-7}{6} = 0{,}037$$

• "Tutarlılık oranı (CR)" hesap edilmiştir. Bu oranın hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

RI değeri karşılaştırılan elemanların sayısına (n) bağlı olarak değişmektedir. n = 7 için RI= 1,32 olduğuna göre, "tutarlılık oranı" hesabı aşağıdaki şekilde olacaktır.

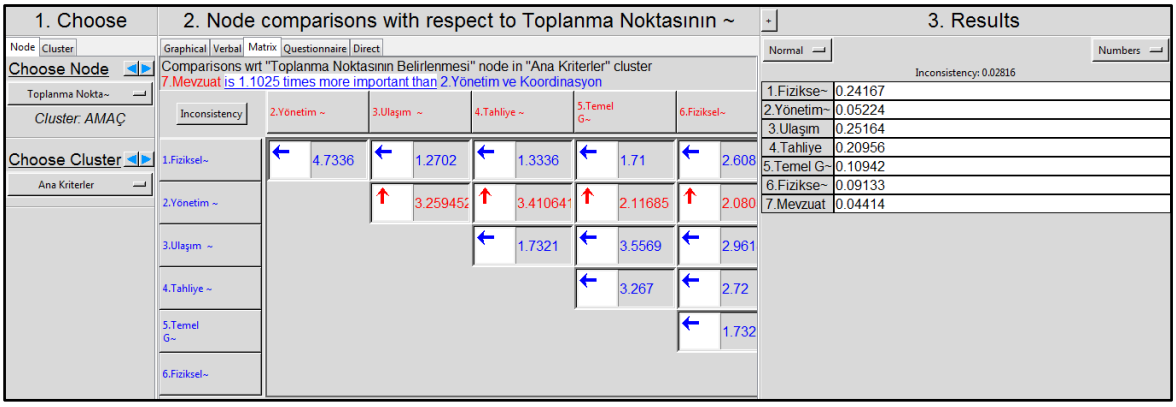
$$\mathrm{CR} = \frac{0{,}037}{1{,}32} = 0{,}028$$

Yukarıda belirtildiği üzere % 10 (0,100) veya daha düşük bir "tutarlılık oranı" kabul edilebilirdir. Uzman görüşlerinin ana kriterlere yönelik ikili karşılaştırmalar matrisinde ortaya koyduğu "tutarlılık oranı" (0,028) kabul edilebilir düzeyde çıkmıştır.

Belirlenmiş olan amaç, için ana kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, toplanma noktasının belirlenmesine yönelik faktörlerden en önemli kriterinin %25 öneme sahip "ulaşım" kriteri olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %24 ile "fiziksel etki alanı" kriteri, %21 ile "tahliye" kriteri takip etmiştir.

İlgili hesaplamalar manuel hesaplama yerine bir program yardımıyla da gerçekleştirilebilmektedir. Çalışmada öncelik vektörlerinin ve tutarlılık oranlarının daha kolay hesaplanması amacıyla "Super Decisions" paket programı kullanılmıştır.

Ana kriterlere yönelik öncelik değerlerinin ve tutarlılık oranının hesaplandığı "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü Şekil 5.57'de sunulmuştur.



Şekil 5.57. Ana kriterlere ait hesaplamaların ekran görüntüsü

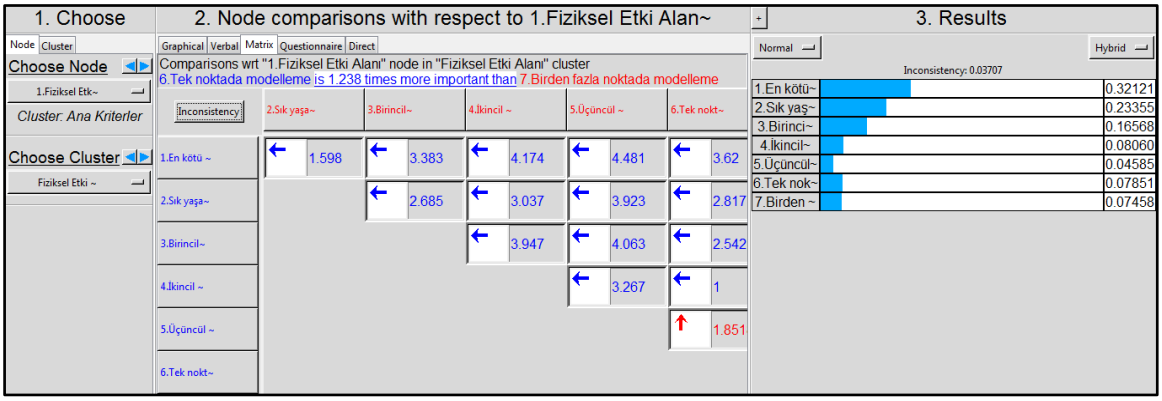
Daha önce örnek öncelik hesabında açıklanmış olan hesaplama süreci ana kriterlere ait alt kriterler öncelik vektörlerinin hesaplaması için de aynı şekilde takip edilmiştir.

"Fiziksel etki alanına" ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.17. Fiziksel etki alanına ait hesaplamaların özeti

	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme	Öncelik Vektörü
En kötü durum senaryosu	1,000	1,598	3,383	4,174	4,481	3,620	3,538	0,32
Sık yaşanan kaza senaryosu	1,137	1,000	2,685	3,037	3,923	2,817	2,410	0,23
Birincil tehlike alanı	0,296	0,372	1,000	3,947	4,063	2,542	2,117	0,17
İkincil tehlike alanı	0,240	0,329	0,253	1,000	3,267	1,000	1,122	0,08
Üçüncül tehlike alanı	0,223	0,255	0,246	0,306	1,000	0,540	0,668	0,05
Tek noktada modelleme	0,276	0,355	0,393	1,000	1,853	1,000	1,238	0,08
Birden fazla noktada modelleme	0,283	0,415	0,472	0,891	1,497	1,468	1,000	0,07
						TUTARLILIK ORANI		0,03707

Şekil 5.58'de "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.58. Fiziksel etki alanına ait hesaplamaların ekran görüntüsü

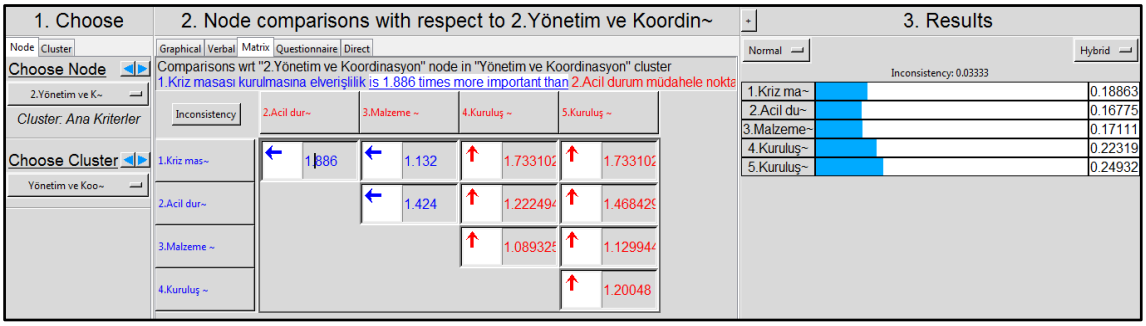
Ana kriterlerden ilki olan "fiziksel etki alanı" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %32 öneme sahip "en kötü durum senaryosu" kriteri olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %23 ile "sık yaşanan kaza senaryosu" kriteri, %17 ile "birincil tehlike alanı" kriteri takip etmiştir.

"Yönetim ve koordinasyon" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.18. Yönetim ve koordinasyona ait hesaplamaların özeti

	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme	Öncelik Vektörü
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	1,000	1,886	1,132	0,577	0,577	0,19
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	0,530	1,000	1,424	0,818	0,681	0,17
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	0,884	0,702	1,000	0,918	0,885	0,17
Kuruluş içi haberleşme	1,732	1,308	1,089	1,000	0,833	0,22
Kuruluş dışı haberleşme	1,732	1,570	1,130	1,000	1,000	0,25
				TUTARLILIK ORANI	0,03333	

Şekil 5.59'da "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.59. Yönetim ve koordinasyona ait hesaplamaların ekran görüntüsü

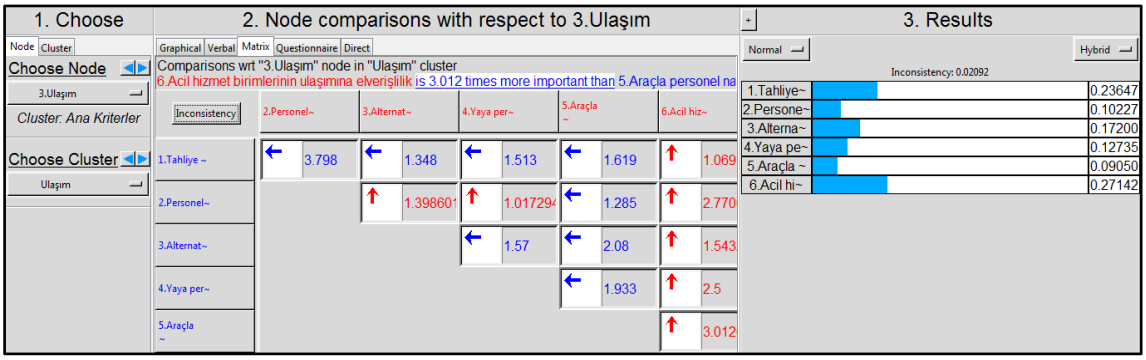
"Yönetim ve koordinasyon" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %25 öneme sahip "kuruluş dışı haberleşme" kriteri olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %22 ile "kuruluş içi haberleşme" kriteri, %19 ile "kriz masası kurulmasına elverişlilik" kriteri takip etmiştir.

"Ulaşım" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.19. Ulaşıma ait hesaplamaların özeti

	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	Öncelik Vektörü
Tahliye rotalarına yakınlık	1,000	3,798	1,348	1,513	1,619	0,935	0,24
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	0,263	1,000	0,715	0,983	1,285	0,361	0,10
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	0,742	1,399	1,000	1,570	2,080	0,648	0,17
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	0,661	1,018	0,637	1,000	1,933	0,400	0,13
Araçla personel nakline müsaitlik	0,618	0,778	0,481	0,577	1,000	0,332	0,09
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	1,070	2,768	1,543	2,498	3,014	1,000	0,27
					TUTARLILIK ORANI	0,02092	

Şekil 5.60'ta "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.60. Ulaşıma ait hesaplamaların ekran görüntüsü

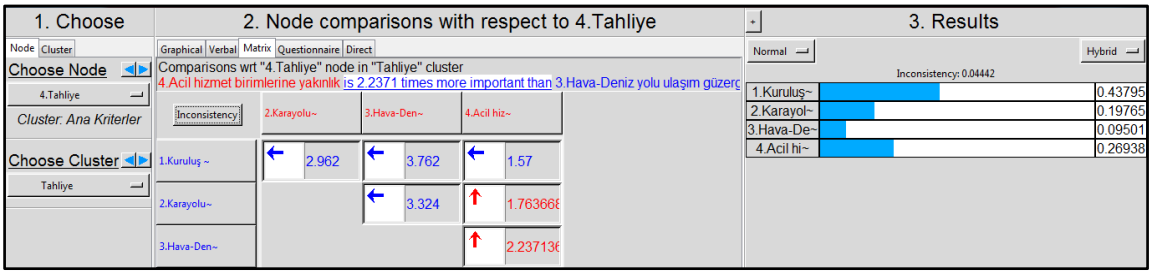
"Ulaşım" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %27 öneme sahip "acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik" kriteri olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %24 ile "tahliye rotalarına yakınlık" kriteri, %17 ile "alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı" kriteri izlemiştir.

"Tahliye" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. Tahliyeye ait hesaplamaların özeti

	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık	Öncelik Vektörü
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	1,000	2,962	3,762	1,570	0,44
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	0,338	1,000	3,324	0,567	0,20
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	0,455	0,434	1,000	0,447	0,09
Acil hizmet birimlerine yakınlık	0,637	1,763	3,829	1,000	0,27
			TUTARLILIK ORANI	0,04442	

Şekil 5.61'de "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.61. Tahliyeye ait hesaplamaların ekran görüntüsü

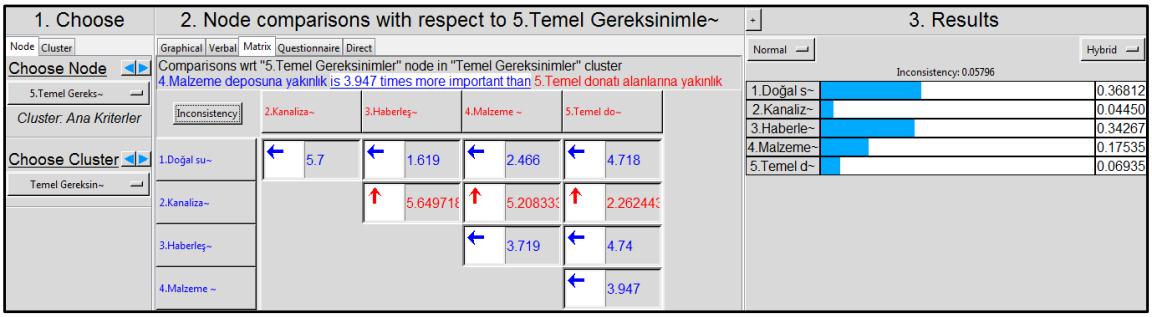
"Tahliye" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %44 öneme sahip "kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı" kriteri olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %27 ile "acil hizmet birimlerine yakınlık" kriteri, %20 ile "karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık" kriteri takip etmiştir.

"Temel gereksinimler" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21. Temel gereksinimlere ait hesaplamaların özeti

	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık	Öncelik Vektörü
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	1,000	5,700	1,619	2,466	4,718	0,37
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	0,186	1,000	0,177	0,192	0,442	0,04
Haberleşme alt yapısı	0,618	5,658	1,000	3,719	4,740	0,34
Malzeme deposuna yakınlık	0,405	5,203	0,269	1,000	3,947	0,18
Temel donatı alanlarına yakınlık	0,212	2,265	0,211	0,253	1,000	0,07
				TUTARLILIK ORANI		0,05796

Şekil 5.62'de "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.62. Temel gereksinimlere ait hesaplamaların ekran görüntüsü

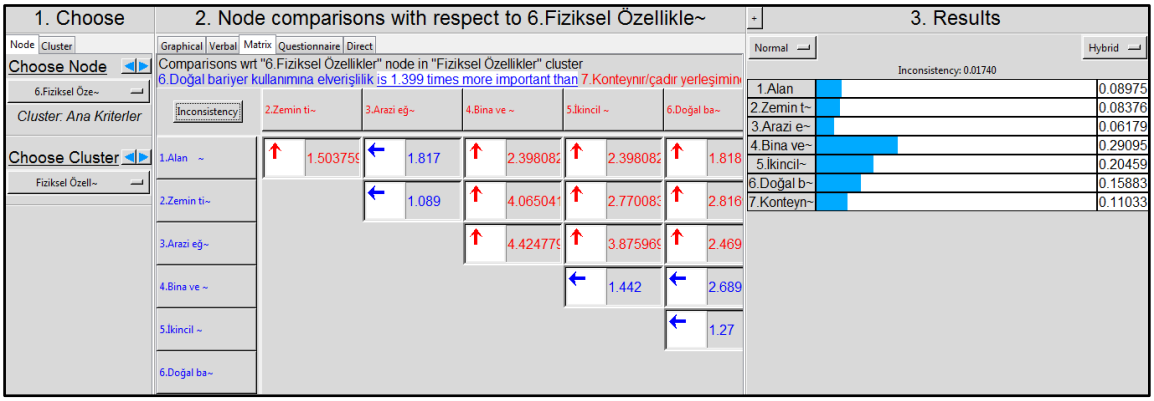
"Temel gereksinimler" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %37 öneme sahip "doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı" kriteri olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %34 ile "haberleşme alt yapısı" kriteri, %18 ile "malzeme deposuna yakınlık" kriteri izlemiştir.

"Fiziksel Özellikler" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.22. Fiziksel özelliklere ait hesaplamaların özeti

	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır /çadır yerleşimine uygunluk	Öncelik Vektörü
Alan	1,000	0,665	1,817	0,417	0,417	0,550	0,808	0,09
Zemin tipi	1,252	1,000	1,089	0,246	0,361	0,355	1,000	0,08
Arazi eğimi	0,550	0,918	1,000	0,226	0,258	0,405	0,637	0,06
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	2,396	4,063	4,424	1,000	1,442	2,689	2,134	0,29
İkincil bir afete dayanım	2,396	2,768	3,873	0,693	1,000	1,270	1,506	0,21
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	1,817	2,817	2,466	0,372	0,787	1,000	1,399	0,16
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	1,238	1,000	1,570	0,469	0,664	0,715	1,000	0,11
						TUTARLILIK ORANI	0,01740	

Şekil 5.63'te "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.63. Fiziksel özelliklere ait hesaplamaların ekran görüntüsü

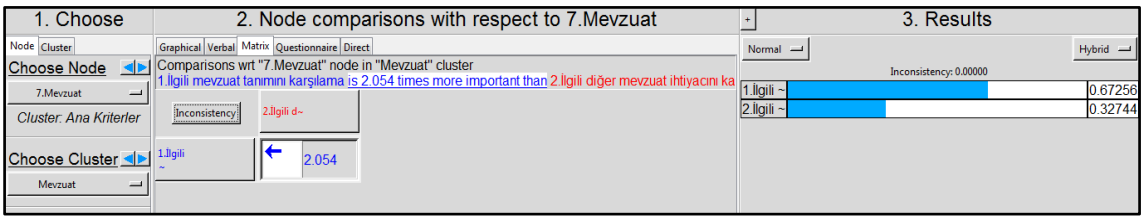
"Fiziksel özellikler" kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, en önemli kriterin %29 öneme sahip "bina ve yapılardan uzaklık mesafesi" kriteri olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %21 ile "ikincil bir afete dayanım" kriteri, %16 ile "doğal bariyer kullanımına elverişlilik" kriteri takip etmiştir.

"Mevzuat" kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bu karşılaştırmaların hesaplanan öncelik vektör değerleri Çizelge 5.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.23. Mevzuata ait hesaplamaların özeti

	İlgili mevzuat tanımını karşılama	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama	Öncelik Vektörü
İlgili mevzuat tanımını karşılama	1,000	2,054	0,67
İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama	0,487	1,000	0,33
TUTARLILIK ORANI		0,00000	

Şekil 5.64'te "Super Decisions" programından alınmış ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.64. Mevzuata ait hesaplamaların ekran görüntüsü

“Mevzuat” kriterine ilişkin alt kriterlerin ikili karşılaştırması sonucu, “ilgili mevzuat tanımını karşılama” kriterinin %67, “ilgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama” kriterinin ise %33 öneme sahip olduğu görülmüştür.

Toplanma noktası belirlenmesi kriterlerinin ağırlıkları

Öncelikle ana kriterler ve akabinde alt kriterler 6 uzman tarafından yapılan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalamaları alınarak kendi içerisinde ağırlıklandırılmış ve öncelik değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda tüm matrislerin tutarlılık oranlarının %10’un altında olduğu görülmüştür. Bu kapsamda Çizelge 5.24’te ana kriterlere ait, Çizelge 5.25’te ise alt kriterlere ait ikili karşılaştırma matrislerinden hesap edilen ağırlık değerleri ve matrislerin tutarlılık oranları özet olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.24. Ana kriterlere ait ağırlık değerleri

	Kriter	Ağırlık Değeri/ Öncelik Değeri
Ana Kriterler *CR* = 0,028< *0,1*	Fiziksel Etki Alanı	0,24
	Yönetim ve Koordinasyon	0,05
	Ulaşım	0,25
	Tahliye	0,21
	Temel Gereksinimler	0,11
	Fiziksel Özellikler	0,09
	Mevzuat	0,05

Çizelge 5.25. Alt kriterlere ait ağırlık değerleri

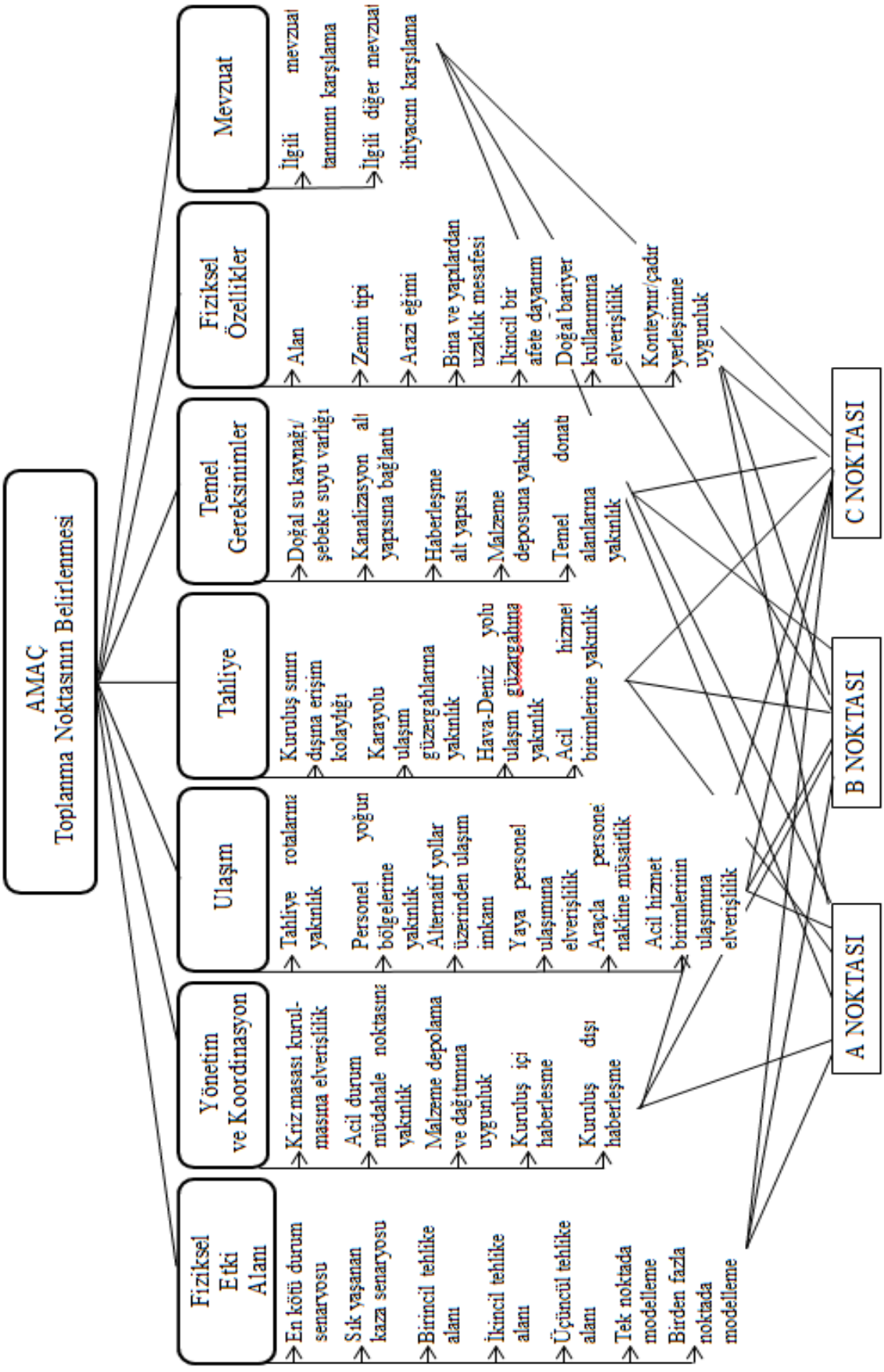
Ana Kriter	Alt Kriter	Ağırlık Değeri/ Öncelik Değeri
Fiziksel Etki Alanı *CR* = 0,037< *0,1*	En kötü durum senaryosu	0,32
	Sık yaşanan kaza senaryosu	0,23
	Birincil tehlike alanı	0,17
	İkincil tehlike alanı	0,08
	Üçüncül tehlike alanı	0,05
	Tek noktada modelleme	0,08
	Birden fazla noktada modelleme	0,07
Yönetim ve Koordinasyon CR = 0,033< 0,1	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	0,19
	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	0,17
	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	0,17
	Kuruluş içi haberleşme	0,22
	Kuruluş dışı haberleşme	0,25

Çizelge 5.25. (devam) Alt kriterlere ait ağırlık değerleri

Ana Kriter	Alt Kriter	Ağırlık Değeri/ Öncelik Değeri
Ulaşım CR = 0,021< 0,1	Tahliye rotalarına yakınlık	0,24
	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	0,10
	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	0,17
	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	0,13
	Araçla personel nakline müsaitlik	0,09
	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	0,27
Tahliye CR = 0,044< 0,1	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	0,44
	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	0,20
	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	0,09
	Acil hizmet birimlerine yakınlık	0,27
Temel Gereksinimler CR = 0,058< 0,1	Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	0,37
	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	0,04
	Haberleşme alt yapısı	0,34
	Malzeme deposuna yakınlık	0,18
	Temel donatı alanlarına yakınlık	0,07
Fiziksel Özellikler CR = 0,017< 0,1	Alan	0,09
	Zemin tipi	0,08
	Arazi eğimi	0,06
	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	0,29
	İkincil bir afete dayanım	0,21
	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	0,16
	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	0,11
Mevzuat CR = 0,0000< 0,1	İlgili mevzuat tanımını karşılama	0,67
	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama	0,33

5.3. Toplanma Noktasının Belirlenmesi

Endüstriyel kazalar için dâhili acil durum planına yönelik toplanma noktasının örnek kuruluşta aday noktalar arasından belirlenmesi maksadıyla; çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından etkilenmeyeceği mesafe veya korunakta, kuruluşun farklı yerlerinde 3 aday nokta belirlenmiştir. AHP uygulaması gereği ağırlıkları belirlenen alt kriterler bazında alternatiflerin ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması suretiyle gerçekleştirilmiş ve Şekil 5.65'teki amaç, kriter ve alternatif aday noktaları gösteren hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. İlgili aday noktalar Şekil 5.66'da yalnız, senaryolar bazında belirlenen kırmızı tehdit bölgeleri ile birlikte ise Şekil 5.67'de verilmiştir.



Şekil 5.65. AHP hiyerarşik yapısı



Şekil 5.66. Aday toplanma noktalarının “Google Earth Pro” görüntüsü



Şekil 5.67. Aday toplanma noktaları ve kırmızı tehdit bölgeleri “Google Earth Pro” görüntüsü

Toplanma noktasının belirlenmesi için alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri

Fiziksel etki alanı ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.26, Çizelge 5.27, Çizelge 5.28, Çizelge 5.29, Çizelge 5.30, Çizelge 5.31 ve Çizelge 5.32'de verilmiştir.

Çizelge 5.26. En kötü durum senaryosu alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

En kötü durum senaryosu	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	4,000	3,000	0,62
B Noktası	0,250	1,000	0,500	0,14
C Noktası	0,333	2,000	1,000	0,24
Tutarlılık Oranı			0,022< 0,1	

Çizelge 5.27. Sık yaşanan kaza senaryosu alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Sık yaşanan kaza senaryosu	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	5,000	4,000	0,68
B Noktası	0,200	1,000	0,500	0,12
C Noktası	0,250	2,000	1,000	0,20
Tutarlılık Oranı			0,033< 0,1	

Çizelge 5.28. Birincil tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Birincil tehlike alanı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	4,000	0,62
B Noktası	0,333	1,000	2,000	0,24
C Noktası	0,250	0,500	1,000	0,14
Tutarlılık Oranı			0,022< 0,1	

Çizelge 5.29. İkincil tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

İkincil tehlike alanı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	4,000	7,000	0,70
B Noktası	0,250	1,000	3,000	0,21
C Noktası	0,143	0,333	1,000	0,09
Tutarlılık Oranı			0,046< 0,1	

Çizelge 5.30. Üçüncül tehlike alanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Üçüncül tehlike alanı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	6,000	4,000	0,69
B Noktası	0,167	1,000	0,333	0,09
C Noktası	0,250	3,000	1,000	0,22
Tutarlılık Oranı			0,073< 0,1	

Çizelge 5.31. Tek noktada modelleme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Tek noktada modelleme	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	4,000	5,000	0,68
B Noktası	0,250	1,000	2,000	0,20
C Noktası	0,200	0,500	1,000	0,12
Tutarlılık Oranı			0,033< 0,1	

Çizelge 5.32. Birden fazla noktada modelleme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Birden fazla noktada modelleme	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	6,000	7,000	0,76
B Noktası	0,167	1,000	2,000	0,15
C Noktası	0,143	0,500	1,000	0,09
Tutarlılık Oranı			0,051< 0,1	

Yönetim ve koordinasyon ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.33, Çizelge 5.34, Çizelge 5.35, Çizelge 5.36 ve Çizelge 5.37'de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Kriz masası kurulmasına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Kriz masası kurulmasına elverişlilik	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	3,000	0,26
B Noktası	3,000	1,000	5,000	0,63
C Noktası	0,333	0,200	1,000	0,11
Tutarlılık Oranı			0,048< 0,1	

Çizelge 5.34. Acil durum müdahale noktasına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Acil durum müdahale noktasına yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,200	3,000	0,29
B Noktası	5,000	1,000	7,000	0,62
C Noktası	0,333	0,143	1,000	0,09
Tutarlılık Oranı			0,003< 0,1	

Çizelge 5.35. Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,500	3,000	0,31
B Noktası	2,000	1,000	5,000	0,58
C Noktası	0,333	0,200	1,000	0,11
Tutarlılık Oranı			0,003< 0,1	

Çizelge 5.36. Kuruluş içi haberleşme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Kuruluş içi haberleşme	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	3,000	0,26
B Noktası	3,000	1,000	5,000	0,63
C Noktası	0,333	0,200	1,000	0,11
Tutarlılık Oranı			0,047< 0,1	

Çizelge 5.37. Kuruluş dışı haberleşme alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Kuruluş dışı haberleşme	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	7,000	0,67
B Noktası	0,333	1,000	3,000	0,24
C Noktası	0,143	0,333	1,000	0,09
Tutarlılık Oranı			0,009< 0,1	

Ulaşım ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.38, Çizelge 5.39, Çizelge 5.40, Çizelge 5.41, Çizelge 5.42 ve Çizelge 5.43'te verilmiştir.

Çizelge 5.38. Tahliye rotalarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Tahliye rotalarına yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,200	0,500	0,12
B Noktası	5,000	1,000	3,000	0,65
C Noktası	2,000	0,333	1,000	0,23
Tutarlılık Oranı			0,005< 0,1	

Çizelge 5.39. Personel yoğun bölgelerine yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Personel yoğun bölgelerine yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,200	1,000	0,14
B Noktası	5,000	1,000	5,000	0,72
C Noktası	1,000	0,200	1,000	0,14
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.40. Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	1,000	0,333	0,20
B Noktası	1,000	1,000	0,333	0,20
C Noktası	3,000	3,000	1,000	0,60
Tutarlılık Oranı			0,004< 0,1	

Çizelge 5.41. Yaya personel ulaşımına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Yaya personel ulaşımına elverişlilik	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	3,000	0,26
B Noktası	3,000	1,000	5,000	0,63
C Noktası	0,333	0,200	1,000	0,11
Tutarlılık Oranı			0,048< 0,1	

Çizelge 5.42. Araçla personel nakline müsaitlik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Araçla personel nakline müsaitlik	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	4,000	7,000	0,70
B Noktası	0,250	1,000	3,000	0,21
C Noktası	0,143	0,333	1,000	0,09
Tutarlılık Oranı			0,046< 0,1	

Çizelge 5.43. Araçla personel nakline müsaitlik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	4,000	0,27
B Noktası	3,000	1,000	7,000	0,65
C Noktası	0,250	0,143	1,000	0,08
Tutarlılık Oranı			0,042< 0,1	

Tahliye ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.44, Çizelge 5.45, Çizelge 5.46 ve Çizelge 5.47'de verilmiştir.

Çizelge 5.44. Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	5,000	8,000	0,73
B Noktası	0,200	1,000	3,000	0,19
C Noktası	0,125	0,333	1,000	0,08
Tutarlılık Oranı			0,067< 0,1	

Çizelge 5.45. Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	5,000	8,000	0,73
B Noktası	0,200	1,000	3,000	0,19
C Noktası	0,125	0,333	1,000	0,08
Tutarlılık Oranı			0,067< 0,1	

Çizelge 5.46. Hava-deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,500	0,200	0,12
B Noktası	2,000	1,000	0,333	0,23
C Noktası	5,000	3,000	1,000	0,65
Tutarlılık Oranı			0,005< 0,1	

Çizelge 5.47. Acil hizmet birimlerine yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Acil hizmet birimlerine yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	2,000	0,24
B Noktası	3,000	1,000	4,000	0,62
C Noktası	0,500	0,250	1,000	0,14
Tutarlılık Oranı			0,022< 0,1	

Temel gereksinimler ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.48, Çizelge 5.49, Çizelge 5.50, Çizelge 5.51 ve Çizelge 5.52'de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	1,000	0,20
B Noktası	3,000	1,000	3,000	0,60
C Noktası	1,000	0,333	1,000	0,20
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.49. Kanalizasyon alt yapısına bağlantı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	1,000	5,000	0,45
B Noktası	1,000	1,000	5,000	0,45
C Noktası	0,200	0,200	1,000	0,10
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.50. Haberleşme alt yapısı alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Haberleşme alt yapısı	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	5,000	0,28
B Noktası	3,000	1,000	8,000	0,65
C Noktası	0,200	0,125	1,000	0,07
Tutarlılık Oranı			0,058< 0,1	

Çizelge 5.51. Malzeme deposuna yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Malzeme deposuna yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,250	3,000	0,21
B Noktası	4,000	1,000	8,000	0,71
C Noktası	0,333	0,125	1,000	0,08
Tutarlılık Oranı			0,027< 0,1	

Çizelge 5.52. Temel donatı alanlarına yakınlık alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Temel donatı alanlarına yakınlık	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,333	4,000	0,26
B Noktası	3,000	1,000	8,000	0,67
C Noktası	0,250	0,125	1,000	0,07
Tutarlılık Oranı			0,024< 0,1	

Fiziksel özellikler ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.53, Çizelge 5.54, Çizelge 5.55, Çizelge 5.56, Çizelge 5.57, Çizelge 5.58 ve Çizelge 5.59'da verilmiştir.

Çizelge 5.53. Alan alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Alan	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	1,000	3,000	0,43
B Noktası	1,000	1,000	3,000	0,43
C Noktası	0,333	0,333	1,000	0,14
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.54. Zemin tipi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Zemin tipi	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	2,000	3,000	0,54
B Noktası	0,500	1,000	2,000	0,30
C Noktası	0,333	0,500	1,000	0,16
Tutarlılık Oranı			0,010< 0,1	

Çizelge 5.55. Arazi eğimi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Arazi eğimi	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	2,000	2,000	0,50
B Noktası	0,500	1,000	1,000	0,25
C Noktası	0,500	1,000	1,000	0,25
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.56. Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	0,333	0,24
B Noktası	0,333	1,000	0,143	0,09
C Noktası	3,000	7,000	1,000	0,67
Tutarlılık Oranı			0,005< 0,1	

Çizelge 5.57. İkincil bir afete dayanım alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

İkincil bir afete dayanım	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	5,000	0,63
B Noktası	0,333	1,000	3,000	0,26
C Noktası	0,200	0,333	1,000	0,11
Tutarlılık Oranı			0,048< 0,1	

Çizelge 5.58. Doğal bariyer kullanımına elverişlilik alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	3,000	0,60
B Noktası	0,333	1,000	1,000	0,20
C Noktası	0,333	1,000	1,000	0,20
Tutarlılık Oranı			0,000< 0,1	

Çizelge 5.59. Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

Konteynır/ çadır yerleşimine uygunluk	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	0,500	3,000	0,32
B Noktası	2,000	1,000	4,000	0,56
C Noktası	0,333	0,250	1,000	0,12
Tutarlılık Oranı			0,020< 0,1	

Mevzuat ana kriterinin alt kriterleri

Bu ana kritere ait alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırma matrisleri ve hesaplama sonrasında elde edilen öncelik vektörleri Çizelge 5.60 ve Çizelge 5.61'de verilmiştir.

Çizelge 5.60. İlgili mevzuat tanımını karşılama alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

İlgili mevzuat tanımını karşılama	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	3,000	2,000	0,54
B Noktası	0,333	1,000	0,500	0,16
C Noktası	0,500	2,000	1,000	0,30
Tutarlılık Oranı			0,010< 0,1	

Çizelge 5.61. İlgili mevzuat tanımını karşılama alt kriteri ikili karşılaştırma matrisi

İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama	A Noktası	B Noktası	C Noktası	Öncelik Vektörü
A Noktası	1,000	4,000	2,000	0,56
B Noktası	0,250	1,000	0,333	0,12
C Noktası	0,500	3,000	1,000	0,32
Tutarlılık Oranı			0,020< 0,1	

Toplanma noktasının belirlenmesi maksadıyla bu aşamaya kadar yapılan hesaplamalar her bir alternatifin amaca yönelik göreli ağırlıklarının tespiti maksadıyla; alternatifin alt kriter bazında öneminin, alt kriterin göreli ağırlığı ve bağlı olduğu ana kriterin göreli ağırlığının çarpılması suretiyle Eş. 5.1'de verildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$S_l = \sum_{i=1,j=1}^{nm} w_i \; v_{ij} \; p_{ijl} \qquad (5.1)$$

S_l: l'inci alternatifin AHP sonucu sıralamasını ortaya koyan göreli ağırlığını
w_i: i'inci ana kriterin ağırlığını
v_{ij}: i'inci ana kritere ait j'inci alt kriterin ağırlığını
p_{ijl}: i'inci ana kritere ait j'inci alt kriterin l'inci alternatif için ağırlığını ifade etmektedir.
i=1,2…n, j=1,2…m

Bu kapsamda ilgili hesaplamalar yürütüldüğünde toplanma noktası alternatiflerinin AHP yöntemi ile elde edilen değerlendirme puanları aşağıdaki gibi olup ayrıntılı hesaplama EK-3'te sunulmuştur.

S_1=0,447 (A noktası)
S_2=0,364 (B noktası)
S_3=0,189 (C noktası)

Toplanma noktasının örnek kuruluşta aday noktalar arasından belirlenmesi maksadıyla toplam ağırlıklar dikkate alınarak yapılan hesaplamalar neticesinde; en yüksek değerlendirme puanını kuruluş girişinde yer alan otopark alanı olan A noktası 0,447 ile ikinci sırayı yemekhane ve sosyal tesisler yakınında yer alan otopark alanı olan B noktası 0,364 değeri ile son sırayı ise tesisin tanker dolum sundurması olan C noktası 0,189 değeri ile almıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanlık tarihi, ilkel zamanlarda doğa ve doğanın işleyişine yönelik kavramları tanımlama safahatı ve belli ölçülerde doğayı kontrol etme çabası akabinde ise kontrol edilemeyecek doğal afetler gibi bir takım olgulara karşı korunma ve gerçekleştiğinde en az zararı görebilecek planlamalar yapılması süreçlerini yaşamıştır. Son yüzyılda ise teknolojiyi üreten ve gelişmesini sağlayan insanoğlu kendisinin yarattığı, sayı ve sıklığı ile verdikleri ekonomik, çevresel ve sosyal zararları her geçen gün daha da artan teknolojik afet kavramıyla karşı karşıya kalmıştır.

Teknolojik afet kavramı altında kendine yer bulan büyük endüstriyel kazalar da, sanayileşmenin hız kazandığı ve özellikle modern süreçlerde kullanımı kaçınılmaz hale gelen kimyasal maddelerin üretimde kapsadığı alan itibarıyla, hayatımızda önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu kimyasal maddelerin üretim aşamasında kullanımı, depolanması, taşınması ya da bertarafı sırasında meydana gelebilecek bir sorun; maddi hasara yol açan, insan sağlık-yaşamını tehdit eden güvenlik riskleri ortaya çıkaran ve acil durum müdahalesi gerektiren bir takım yangın, patlama ve toksik yayılıma sebebiyet verebilmektedir. İyi bir planlama ve önlemler bütünü ile bu tarz kaza riskleri tamamı ile ortadan kaldırılamayacak olsa da etkilerini minimum seviyeye indirmek mümkündür ve bu bağlamda tehlikeli maddeleri bulunduran kuruluşlarla ilgili usül ve esasları belirlemek, güvenli ve çevreci bir işletme anlayışı yaratmak maksadıyla pek çok sayıda düzenleme hayata geçirilmiştir.

Bu çalışmada ilgili mevzuat gereği işletmelerin; büyük endüstriyel kazalara yönelik dahili acil durum planı kapsamında çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından etkilenmeyeceği mesafe veya korunakta belirlemesi gereken toplanma noktası yerinin seçimi için karar vericilere rehberlik edecek bir yaklaşım önerisi ortaya konulmuştur.

Bu bağlamda üç aşamada ele alınan probleme yönelik olarak;

- İlk aşamada, bir endüstriyel kuruluşta farklı türde ve miktarda depolanan tehlikeli kimyasal maddelere yönelik hipotetik kaza senaryoları ile modelleme çalışmaları

yürütülmüş ve ALOHA yazılımı yardımıyla patlama, yangın ve toksik yayılıma ait fiziksel etki alanları belirlenmiştir.

- İkinci aşamada, kapsamlı bir literatür araştırması sonrası oluşturulan ve toplanma noktasının belirlenmesinde kullanılan ana ve alt seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması maksadıyla; endüstriyel kazalar ve bu kazalardan korunma ya da etkilerini azaltma konusunda uluslararası/ulusal mevzuata hakim profesyonellere uygulanan anket sonucunda elde edilen karşılaştırma verileri elde edilmiş ve AHP analizi ile göreli önem ağırlıkları belirlenmiştir.

- Son aşamada ise kuruluş sınırları içinde; çalışanların acil durumların olumsuz sonuçlarından minimum etkiyi göreceğinin değerlendirildiği mesafede ve ilk aşamada belirlenen fiziksel etki alanları da dikkate alınarak belirlenen 3 aday nokta ikinci aşamada göreli ağırlıkları belirlenmiş olan alt kriterler bazında AHP yöntemiyle değerlendirilmiş ve toplanma noktası yer seçimi örneği gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda;

Depolanan tehlikeli kimyasal maddelerin depolanma şekli, miktarı (hacim), türünün (yanıcılık özelliği, dayanıklılığı vb.) ve atmosferik koşulların meydana gelebilecek endüstriyel kaza sonrası yaratacağı toksik yayılım, yangın ve patlamaya ilişkin etki mesafelerini doğrudan etkilediği görülmüştür.

Dâhili acil durum planlarına yönelik olarak toplanma noktası yerinin belirlenmesinde kullanılan ve karar analizi bilimine bağlı bir alt dal olarak tanımlanan ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yönteminin; birden fazla kriteri karşılama amacında olan bu tarz bir seçim probleminde seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için uygun bir yaklaşım olduğu görülmüştür.

Çalışmada uygulanan AHP yöntemi; nitel ve nicel değerlendirme kriterlerini aynı anda modele dâhil edebilmiş, çeşitli eğitim ve donanıma sahip birden fazla karar vericinin ikili karşılaştırma matrislerine dayanan yapısı nedeniyle; farklı deneyimlerin temsil ettiği düşünce ve yargıları aynı anda değerlendirmeye alabilme fırsatını doğurmuş ve bu anlamda sübjektiflikten uzak değerlendirmeler ortaya konulmasını sağlamıştır.

Toplanma noktası yerinin belirlenmesi amacı doğrultusunda değerlendirilen ana ve alt kriterlerin elde edilen göreli ağırlıklarının diğer bir deyişle önem derecelerinin hem bu tarz bir yer seçimi problemine cevap aranırken hem de endüstriyel kaza tehlikelerine yol açabilecek yapıda kuruluşlar için tesis planlaması yapılması aşamasında değerlendirilmesi gereken bir takım hususları ortaya koyduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda yapılan en önemli çıkarımlar;

- "Ulaşım" kriterinin sahip olduğu önem ağırlığına istinaden ilgili kuruluşun; acil hizmet birimlerine yakın ve mümkünse alternatif rotalardan ulaşılabilir bir konumda yer alması, tahliye rota ve güzergâhlarının alternatifli şekilde belirlenmiş ve uygulanabilir olması gerektiği,

- "Fiziksel etki alanı" kriterinin sahip olduğu önem ağırlığına istinaden ilgili kuruluşun; en kötü durum ve sık yaşanan kaza senaryolarının neler olduğunun belirlenmesi ve gerçekleşmesi durumunda meydana çıkaracağı potansiyel tehdidin minimum seviyede tutulabileceği bir konuşlanma planının hayata geçirilmesi gerektiği,

- "Tahliye" kriterinin sahip olduğu önem ağırlığına istinaden ilgili kuruluşun; kuruluş binalarından toplanma ve kaçma kurtulma bölgelerine, kuruluş sınırlarından ise dışarıdaki güvenli bölgelere muhtelif güzergâhlardan erişim imkanının olması gerektiği şeklindedir.

İlgili mevzuat gereği yerinin belirlenmesi gereken fakat seçimi veya belirlenmesi üzerine herhangi bir açıklamaya yer verilmeyen toplanma noktasına yönelik olarak bilimsel gerçeklere dayalı, karar vericilere benzer tüm kuruluşlar için rehberlik edecek ve benzer diğer yer seçim problemlerinde uygulanabilecek yapıda sistematik bir yaklaşım önerisi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada endüstriyel kazalara yönelik olarak dahili acil durum planı kapsamında toplanma noktası yerinin belirlenmesi maksadıyla kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında ve alternatifler arasından seçim aşamasında AHP yöntemi kullanılmıştır. İlerleyen araştırmalarda kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında özellikle kalitatif kriterlere yönelik ikili karşılaştırma matrislerindeki değerlendirme belirsizliklerini daha iyi ifade edebilmek maksadıyla bulanık AHP tekniğinden, ideal

toplanma noktası seçimi aşamasında ise başka bir ÇKKV yönteminden faydalanarak hesaplamalar yürütülebilir ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Abounacer, R., Rekik, M. and Renaud, J. (2014). An exact solution approach for multi-objective location-transportation problem for disaster response. *Computers & Operations Research.* 41, 83-93.

Arıkan, E. (2006). *Türkiye'de büyük endüstriyel kaza tehlikelerinin yönetimi ve ilgili işletmeler için güvenlik raporu sorumluluğu.* Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aslan, H.M., Yıldız, M.S. ve Tezcan, H. (2015). Afet İstasyonlarının Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması: Düzce'de Bir Lokasyon Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi,* 3(2), 111-128.

Aydın, H., Ayvaz, B. ve Küçükaşçı, E.Ş. (2017). Afet Yönetiminde Lojistik Depo Seçimi Problemi: Maltepe İlçesi Örneği. *Journal of Yasar University,* 12, 1-13.

Boltürk, E., Onar, S., Öztayşi, B., Kahraman, C. and Göztepe, K. (2016). Multi-Attribute Warehouse Location Selection In Humanitarian Logistics Using Hesitant Fuzzy AHP. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process,* 8, 271-298.

Boonmee, C., Arimura, M. and Asada, T. (2017). Facility Location Optimization Model for Emergency Humanitarian Logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction,* 24, 485-498.

Bahadır, H. ve Uçku, R. (2018). Uluslararası Acil Durum Veri Tabanına Göre Türkiye Cumhuriyeti Tarihindeki Afetler. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 28-33.

Brzozowska, L. (2016). Computer simulation of impacts of a chlorine tanker truck accident. *Transportation Research Part D: Transport and Environment,* 43, 107-122.

Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik. (2019). *T.C. Resmi Gazete*, 30702, 02 Mart 2019.

Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Dâhili Acil Durum Planı Tebliği. (2016). *T.C. Resmi Gazete*, 29670, 31 Mart 2016.

Cannon, S.J., Kontuly, T. and Miller, H.J. (1998). GIS-based emergency response planning in a Mexico–U.S. border community. *Applied Geographic Studies,* 2, 111-130.

Cao, H., Li T., Li S. and Fan T. (2016). An Integrated Emergency Response Model for Toxic Gas Release Accidents Based on Cellular Automata. *Annals of Operations Research*, 255(1-2), 617-638.

Chakraborty, J. (2001). Analyzing exposure of school children to accidental releases of hazardous substances. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology,* 11, 269 – 278.

Çetinyokuş, S. (2017). Patlama, Yangın ve Toksik Yayılım Fiziksel Etki Alanının Belirlenmesi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences,* 23(7), 845-853.

Çiçekdağı, H.İ. ve Kırış, Ş. (2012). Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama. *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28, 67-76.

Danış, H. ve Görgün, M. (2005, 23-25 Mart). *Marmara depremi ve TÜPRAŞ yangını.* 2005 Deprem Sempozyumunda sunuldu, Kocaeli.

Ebrahemzadih, M., Maleki, A., Darvishi, E., Abadi, M.M. and Dehestaniathar, S. (2015). The analysis of process accidents due to risks in the petrochemical industries-the case study of radiation intensity determination proportional to distance from tank level. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 5(2), 21-26.

Egidi, D., Foraboschi, F.P., Spadoni, G. and Amendola, A. (1995). The ARIPAR project: Analysis of the majör accident risks connected with industrial and transportation activities in the Ravenna area. *Reliability Engineering and System Safety*, 49(1), 75-89.

Erden, T. ve Coşkun, M.Z. (2010). Acil Durum Servislerinin Yer Seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS Entegrasyonu. *İTÜ Dergisi,* 9(6), 37-50.

Georgiadou, P.S., Papazoglou, I.A., Kiranoudis, C.T. and Markatos, N.C. (2010). Multi-Objective Evolutionary Emergency Response Optimization for Major Accidents. *Journal of Hazardous Materials*, 178, 792–803.

Girgin, S. ve Yetiş Ü. (2006, 13-15 Haziran). *Türkiye teknolojik kazalar bilgi sistemi: Genel özellikler.* Türkiye Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ulusal Çalıştayında sunuldu, Ankara.

Girres, J., Frédéric, L., Péroche, M., Gustave, G. and Gherardi, M. (2018). Analysis of tsunami evacuation maps for a consensual symbolization rules proposal. *International Journal of Cartography*, 4, 1-21.

Guo, L., Li, Y., Huang, G., Wang, X. and Dai, C. (2012). Development of an Interval-Based Evacuation Management Model in Response to Nuclear-Power Plant Accident. *Journal of Environmental Informatics,* 20(2), 58-66.

Hale, T.S. and Moberg, C.R. (2005). Improving Supply Chain Disaster Preparedness: A Decision Process For Secure Site Location. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management,* 35(3), 195-207.

Harbawi, M.E., Mustapha, S., Choong, T.S.Y., Abdul Rashid, S., Kadir, S.A.S.A. and Abdul Rashid, Z. (2007). Rapid analysis of risk assessment using developed simulation of chemical industrial accidents software package. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5, 53-64.

Hart, S. S. (1999). The Texas City Disaster, 1947. *Technology and Culture*, 189-190.

Inanloo, B. and Tansel, B. (2015). Explosion impacts during transport of hazardous cargo: GIS-based characterization of overpressure impacts and delineation of flammable zones for ammonia. *Journal of Environmental Management*, 156, 1-9.

Işık, Ö., Aydınlıoğlu, H.B., Koç, S., Gündoğdu, O., Korkmaz, G. ve Ay, A. (2012). Afet yönetimi ve afet odaklı sağlık hizmetleri. *Okmeydanı Tıp Dergisi,* 28(2), 82-123.

İnternet: EM-DAT, (2019). The EM-DAT Glossary. URL: https://www.emdat.be/Glossary, Son Erişim Tarihi: 11.09.2019.

İnternet: AFAD, (2019). TABB (Türkiye Afet Bilgi Bankası). URL: https://www.afad.gov.tr/tabb-turkiye-afet-bilgi-bankasi, Son Erişim Tarihi: 17.11.2019.

Jia, H., Ordonez, F. and Dessouky. M. (2007). Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies. *Computers&Industrial Engineering*, 52(2), 257–276.

Jiang, B., Su M., Liu, Z., Cai, F., Yuan, S., Shi, S. and Lin, B. (2016). Effects of changes in fuel volume on the explosion-proof distance and the multiparameter attenuation characteristics of methane-air explosions in a semi-confined pipe. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries,* 39, 17-23.

Kadıoğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek.* İstanbul: T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, 65.

Kalantarnia, M., Khan, F. and Hawboldt, K. (2010). Modelling of BP Texas City refinery accident using dynamic risk assessment approach. *Process Safety and Environmental Protection*, 88(3), 191-199.

Kao, C.S. and Hu, K.H. (2002). Acrylic reactor runaway and explosion accident analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries,* 15(3), 213-222.

Kiranoudis, C., Kourniotis, S., Christolis, M., Markatos, N.C., Zografos, K., Giannouli, I., Androutsopoulos, K., Ziomas, I., Kosmidis, E., Simeonidis, P. and Poupkou, N. (2002). An operational centre for managing major chemical industrial accidents. *Journal of Hazardous Materials*, 89, 141-161.

Kotek, L., Mukhametzinova, L., Holub, M. and Blecha, P. (2014). Low Concentration of Oxygen in External Environment-Modeling the Consequences of Accident. *Chemical Engineering Transactions,* 36, 553-558.

Levy, J.K. and Taji, K. (2007). Group Decision Support for Hazards Planning and Emergency Management: A Group Analytic Network Process (GANP) Approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 906–917.

Li, S., Liu, L., Fan, T. and Cao, H. (2013). Environmental Diffusion Analysis and Consequence Prediction of Liquefied Ammonia Leakage Accident. *Journal of Applied Science*, 13(12), 2131-2138.

Mejia-Argueta, C., Gaytan, J., Caballero, R., Molina, J. and Vitoriano, B. (2018). Multicriteria optimization approach to deploy humanitarian logistic operations integrally during floods. *International Transactions in Operational Research,* 25, 1053–1079.

Mert, İ.S., Uludağ, C. ve Güney, S. (2010). Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi prosesi. *Anadolu Bil Meslek Yüksek Okulu Dergisi,* 18, 53-68.

Nabhani, N., Mahmoodi, H. and Akbarifar A. (2019). Consequence modeling of major accidents of a real butane storage tank. *Process Safety Progress, 38, 1-9.*

Nappi, M.M.L. and Souza, J.C. (2014). Disaster Management: Hierarchical Structuring Criteria for Selection and Location of Temporary Shelters. *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards,* 75(3), 2421-2436.

O'Mahony, M.T., Doolan, D., O'Sullivan, A. and Hession, M. (2008). Emergency Planning and the Control of Major Accident Hazards (COMAH/Seveso II) Directive: An Approach to Determine the Public Safety Zone for Toxic Cloud Releases. *Journal of Hazardous Materials*, 154, 355–365.

Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Okatan, B. ve Yaşar, F. (2016). Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 82-103.

Pham, M., Eriksson, M., Levy, I., Nies, H., Osvath, I. and Betti, M. (2012). Detection of Fukushima Daiichi nuclear power plant accident radio active traces in Monaco. *Journal of Environmental Radioactivity*, 114, 131-137.

Planas, E., Vılchez, J.A., Perez-Alavedra, F.X. and Casal, J. (1998). Effects of fire on a container storage system-a case study. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries,* 11(5), 323-331.

Quaranta, N., DeMartini, A., Bellasio, R., Bianconi, R. and Marioni, M. (2002). A decision support system for the simulation of industrial accidents. *Environmental Modelling & Software*, 17, 497-504.

Ren, C., Yuan, X., Wang, J., Zhang, X. and Li, J. (2012). Study on Emergency Response Rank Mode of Flammable and Explosive Hazardous Materials Road Transportation. *Procedia Engineering,* 45, 830-835.

Rigas, F. and Sklavounos, S. (2005). Evaluation of hazards associated with hydrogen storage facilities. *International Journal of Hydrogen Energy,* 30, 1501-1510.

Sarma, D., Singh, A., Das A. and Bera, U. K. (2018). *A Post-Disaster Humanitarian Relief Logistic Model: Evacuation and Transportation,* 3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT), 1-5.

Scheer, S., Varela, V. and Eftichidis, G. (2012). A generic framework for tsunami evacuation planning. *Physics and Chemistry of The Earth*, 49, 79-91.

Shao, C., Yang, J., Xiaogang, Tia., Ju, M. and Huang, L. (2013). Integrated Environmental Risk Assessment and Whole-Process Management System in Chemical Industry Parks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 1609-1630.

Shao, H., Dong, G.J. and Duan, G.N. (2013). Research on Occupational Hazards and Environmental Risks of Benzene Leakage. *Journal of Changzhou University*, 2, 17-26.

Shuai, L., Ru-yi, X. and Jing, S. (2009). Quantitative Risk Assessment of Liquefied Petroleum Gas Tanker Fire and Explosion Consequences. *Journal of Shandong Institute of Light Industry (Natural Science Edition)*, 3, 44-52 .

Sonibare, O.O. and Adeniran, J.A. (2019). Exposure assessment and environmental consequence evaluation of accidental chlorine release in an industrial area. *International Journal of Environmental Studies*, 76(3), 396-411.

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun. (2009). *T.C. Resmi Gazete*, 27261, 17 Haziran 2009.

T.C. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2014). 2014-2023 Büyük Endüstriyel Kazalar Yol Haritası Belgesi. AFAD Raporu, Ankara, 17-24.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2014). Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (BEKRA) İşletmeciler İçin Rehber. ÇŞB Raporu, Ankara, 12-14.

Turğut, B., Taş, G., Herekoğlu, A., Tozan, H. and Vayvay, O. (2011). A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul. *Disaster Prevention and Management*, 20(5), 499-520.

Varol N. (2007). *Doğal ve teknolojik afetler konusunda toplumun bilinçlendirilmesi ve "AFEM'in" rolü, TMMOB Afet Sempozyumu Bildiri Kitabı.* Ankara: Mattek Matbaacılık, 127-131.

Versluis, E., Asselt, M. V., Fox, T. and Hommels, A. (2010). The EU Seveso regime in practice: From uncertainty blindness to uncertainty tolerance. *Journal of Hazardous Materials*, 627-631.

Wettig, J., Porter, S. and Kirchsteiger, C. (1999). Major Industrial Accidents Regulation In The European Union. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12, 19–28.

Xing, Z.X. and Wang, Y.H. (2015). Safety Assessment and Fire Design of the Synthesis and Refining Unit for Annual 10000t Methanol. *Journal of Safety and Environment*, 3, 18-26.

Xing, Z. and Wang, X. (2012). The Consequence Analysis of Pressure Vessel Failure. *Advanced Materials Research*, 66-70.

Yang, R., Gai, K., Yang, F., Zhang, G., Sun, N., Feng B. and Zhu, X. (2019). Simulation Analysis of Propylene Storage Tank leakage Based on ALOHA Software. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 267-268.

Yoo, B. and Choi, S.D. (2019). Emergency Evacuation Plan for Hazardous Chemicals Leakage Accidents Using GIS-based Risk Analysis Techniques in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health,* 16, 1948-1949.

Zhao, Y.C. and Tian, Y.M. (2013). Analysis Over the Simulated Calculation of the Consequences Caused by Explosive Accidents in the Benzene Tanks. *Journal of Safety and Environment*, 2, 263-275.

Zhu, J., Liu, D., Huang, J. and Han, J. (2010). *Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response.* Paper presented at the Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications, China.

EKLER

EK-1. Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.1. 1'inci uzman ana kriterler karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	3	3	5	3	3	3
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/3	1	1	3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	1/3	1	1	3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	1/5	1	1	3	3	7
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	1/3	1/3	1/3	1/3	3	7
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/3	1/5	1/5	1/7	1/7	1/3

Çizelge 1.2. 2'inci uzman alt kriterler karşılaştırma matrisleri

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	5	1	1	5	5	9
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	1	5	3	3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	1	5	1	5	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	1/5	3	1/5	1/3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1/5	5	1/3	1/3	1/3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/3	1/5	1/5	1/7	1/7	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.3. 3'üncü uzman ana kriterler karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	5	3	3	5	3	3
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/5	1/3	1/3	1	1/3	1/3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	1/3	3	1	3	1	1
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	1/3	3	1	3	1	1
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1/3	3	1	1	3	1
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/3	3	1	1	3	1

Çizelge 1.4. 4'üncü uzman alt kriterler karşılaştırma matrisleri

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	5	1/5	1/6	1/5	1	6
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/5	1/4	1/7	1/6	1/3	1/3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	5	4	3	5	5	7
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	6	7	1/3	3	5	7
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	5	6	1/5	1/3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1	3	1/5	1/5	1/3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/6	3	1/7	1/7	1/5	1/5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.5. 5'inci uzman ana kriterler karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	6	1/3	1/4	1/3	1	5
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/6	1/4	1/5	1/5	1/3	1
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	3	4	1	5	5	6
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	4	5	1	3	3	6
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	3	5	1/5	1/3	1	3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1	3	1/5	1/3	1	3
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/5	1	1/6	1/6	1/3	1/3

Çizelge 1.6. 6'ıncı uzman alt kriterler karşılaştırma matrisleri

Ana Kriterler	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Fiziksel Etki Alanı	5	7	9	5	7	9
	Fiziksel Etki Alanı	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Yönetim ve Koordinasyon	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Ulaşım	1/7	5	3	3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Tahliye	1/9	3	1/3	3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Fiziksel Özellikler	Mevzuat
Temel Gereksinimler	1/5	3	1/3	1/3	3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Mevzuat
Fiziksel Özellikler	1/7	3	1/3	1/3	1/3	5
	Fiziksel Etki Alanı	Yönetim ve Koordinasyon	Ulaşım	Tahliye	Temel Gereksinimler	Fiziksel Özellikler
Mevzuat	1/9	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.7. 1'inci uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	1/3	5	3	2	3	5
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	3	5	3	3	5	5
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1/5	1/5	5	3	3	5
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/3	1/3	1/5	5	3	3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/2	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/3	1/5	1/3	1/3	3	3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1/5	1/5	1/5	1/3	3	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.8. 2'inci uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	5	5	7	9	5	7
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	1/5	5	7	9	5	7
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1/5	1/5	7	5	3	3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/7	1/7	1/7	3	1/3	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/9	1/9	1/5	1/3	1/3	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/5	1/5	1/3	3	3	6
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1/7	1/7	1/3	1/2	1/2	6

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.9. 3'üncü uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	5	1	3	5	5	1
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	1/5	1/5	1/3	1	1	1/5
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1	5	3	5	5	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/3	3	1/3	3	3	1/3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/5	1	1/5	1/3	1	1/5
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/5	1	1/5	1/3	1	1/5
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1	5	1	3	5	5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.10. 4'üncü uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	1/3	4	3	2	3	4
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	3	5	4	3	2	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1/4	1/5	4	3	2	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/3	1/4	1/4	3	2	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/2	1/3	1/3	1/3	2	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.11. 5'inci uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	1	3	4	5	2	2
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	1	3	4	5	2	2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1/3	1/3	3	4	1	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/4	1/4	1/3	3	1/2	1/2
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1/3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/2	1/2	1	2	3	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1/2	1/2	1	2	3	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.12. 6'ıncı uzman fiziksel etki alanı kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Etki Alanı	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
En kötü durum senaryosu	6	5	7	9	5	7
	En kötü durum senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Sık yaşanan kaza senaryosu	6	5	7	9	5	7
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Birincil tehlike alanı	1/5	1/5	3	5	3	3
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
İkincil tehlike alanı	1/7	1/7	1/3	3	1/3	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Tek noktada modelleme	Birden fazla noktada modelleme
Üçüncül tehlike alanı	1/9	1/9	1/5	1/3	1/3	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Birden fazla noktada modelleme
Tek noktada modelleme	1/5	1/5	1/3	3	3	1
	En kötü durum senaryosu	Sık yaşanan kaza senaryosu	Birincil tehlike alanı	İkincil tehlike alanı	Üçüncül tehlike alanı	Tek noktada modelleme
Birden fazla noktada modelleme	1/7	1/7	1/3	1	1	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.13. 1'inci uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	5	7	5	5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	1/5	5	5	5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	1/7	1/5	3	3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	1/5	1/5	1/3	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	1/5	1/5	1/3	3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.14. 2'inci uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	5	3	1	1
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	1/5	3	1/5	1/5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	1/3	1/3	1/3	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	1	5	3	1
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	1	5	3	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.15. 3'üncü uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	1/5	1/5	1/3	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	5	1	3	3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	5	1	1/5	1/5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	3	1/3	5	1
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	3	1/3	5	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.16. 4'üncü uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	3	1/2	1/3	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	1/3	1/3	1/2	1/2
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	2	3	5	4
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	3	3	1/5	3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	3	3	1/4	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.17. 5'inci uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	1	1/3	1/3	1/5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	1	1/3	1	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	3	3	3	3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	3	1	1/3	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	5	3	1/3	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.18. 6'ıncı uzman yönetim ve organizasyon kriteri karşılaştırma matrisi

Yönetim ve Organizasyon	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Kriz masası kurulmasına elverişlilik	3	3	1/5	1/3
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Acil durum müdahale noktasına yakınlık	1/3	5	1/5	1/5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Kuruluş içi haberleşme	Kuruluş dışı haberleşme
Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	1/3	1/5	1/5	1/5
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş dışı haberleşme
Kuruluş içi haberleşme	5	5	5	1
	Kriz masası kurulmasına elverişlilik	Acil durum müdahale noktasına yakınlık	Malzeme depolama ve dağıtımına uygunluk	Kuruluş içi haberleşme
Kuruluş dışı haberleşme	3	5	5	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.19. 1'inci uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	2	3	1	1	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/2	1	1	3	1/5
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	1/3	1	1	1	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	1	1	1		1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1	1/3	1	1	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	3	5	3	3	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.20. 2'inci uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	5	3	1	1	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/5	1/3	3	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	1/3	3	3	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	1	1/3	1/3	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1	1/3	1/3	1/3	1/5
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	1	3	3	3	5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.21. 3'üncü uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	3	1/3	1/3	1	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/3	1/3	1/5	1	1/5
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	3	3	1/3	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	3	5	3	3	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1	1	1/3	1/3	1/5
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	3	5	3	1	5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.22. 4'üncü uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	4	3	4	3	2
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/4	3	1/2	1/3	1/2
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	1/3	1/3	5	3	2
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	1/4	2	1/5	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1/3	3	1/3	1/3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	1/2	2	1/2	3	3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.23. 5'inci uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	5	2	3	2	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/5	2	1	1/2	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	1/2	1/2	1	1	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	1/3	1	1	1/3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1/2	2	1	3	1/2
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	1	3	1	3	2

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.24. 6'ıncı uzman ulaşım kriteri karşılaştırma matrisi

Ulaşım	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Tahliye rotalarına yakınlık	5	1/3	3	3	3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Personel yoğun bölgelerine yakınlık	1/5	1/5	3	3	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	3	5	3	3	1
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Araçla personel nakline müsaitlik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Yaya personel ulaşımına elverişlilik	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik
Araçla personel nakline müsaitlik	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
	Tahliye rotalarına yakınlık	Personel yoğun bölgelerine yakınlık	Alternatif yollar üzerinden ulaşım imkanı	Yaya personel ulaşımına elverişlilik	Araçla personel nakline müsaitlik
Acil hizmet birimlerinin ulaşımına elverişlilik	1/3	1	1	3	5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.25. 1'inci uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	3	3	1
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1/3	3	3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	1/3	1/3	1/3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	1	1/3	3

Çizelge 1.26. 2'inci uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	3	3	5
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1/3	5	1/5
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	1/3	1/5	1/5
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	1/5	5	5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.27. 3'üncü uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	3	5	1
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1/3	3	1/3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	5	3	5
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	1	3	5

Çizelge 1.28. 4'üncü uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	5	3	1/3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1/5	5	1/2
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	1/3	1/5	1/3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	3	2	3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.29. 5'inci uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	1	3	3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1	2	1
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	1/3	1/2	1/2
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	1/3	1	2

Çizelge 1.30. 6'ıncı uzman tahliye kriteri karşılaştırma matrisi

Tahliye	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine yakınlık
Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	5	7	3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	Acil hizmet birimlerine* yakınlık
Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	1/5	3	1/3
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Acil hizmet birimlerine* yakınlık
Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık	1/7	1/3	1/7
	Kuruluş sınırı dışına erişim kolaylığı	Karayolu ulaşım güzergâhlarına yakınlık	Hava-Deniz yolu ulaşım güzergâhına yakınlık
Acil hizmet birimlerine yakınlık	1/3	3	7

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.31. 1'inci uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	5	3	3	3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/5	1/3	1/3	1/3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	1/3	3	3	1
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	1/3	3	1/3	1
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/3	3	1	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.32. 2'inci uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	7	5	5	7
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/7	1/9	1/9	1/5
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	1/5	9	7	9
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	1/5	9	1/7	7
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/3	3	1	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.33. 3’üncü uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	7	1/5	1/3	3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/5	1/9	1/7	1/3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	5	9	3	7
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	3	7	1/3	5
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/3	3	1/7	1/5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.34. 4'üncü uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	5	3	3	5
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/5	1/5	1/5	1/2
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	1/3	5	2	5
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	1/3	5	1/2	4
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/5	2	1/5	1/4

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.35. 5'inci uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	4	2	3	5
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/4	1/3	1/3	2
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	1/2	3	3	4
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	1/3	3	1/3	3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/5	1/2	1/4	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.36. 6'ıncı uzman temel gereksinimler kriteri karşılaştırma matrisi

Temel Gereksinimler	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Doğal su kaynağı/şebeke suyu varlığı	7	1	5	7
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	1/7	1/9	1/7	1/3
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Malzeme deposuna yakınlık	Temel donatı alanlarına yakınlık
Haberleşme alt yapısı	1	9	7	9
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Temel donatı alanlarına yakınlık
Malzeme deposuna yakınlık	1/5	7	1/7	9
	Doğal su kaynağı/ şebeke suyu varlığı	Kanalizasyon alt yapısına bağlantı	Haberleşme alt yapısı	Malzeme deposuna yakınlık
Temel donatı alanlarına yakınlık	1/7	3	1/9	1/9

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.37. 1'inci uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	3	1	1/5	1/5	1/5	1/3
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	3	1	1/5	1/3	1/3	1
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	3	5	5	3	3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	3	5	3	1/3	3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	3	5	3	1/3	1/3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	3	3	1	1/3	1/3	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.38. 2’inci uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	1/3	3	1/3	1/5	1/3	1/3
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	3	5	1/5	1/5	1/5	5
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	3	5	5	1	3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	5	5	5	1	3	5
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	3	5	5	1/3	1/3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	3	1/5	5	1/3	1/5	1/3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.39. 3'üncü uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	1/3	1/3	1/7	1/7	1	1
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	3	1	1/3	1/3	3	3
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	3	1	1/3	1/3	3	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	7	3	3	1	7	7
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	7	3	3	1	7	7
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	1	1/3	1/3	1/7	1/7	1
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	1	1/3	1/3	1/7	1/7	1

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.40. 4'üncü uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	1/3	4	1/5	1/3	1/3	1/2
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	1	1/5	1/4	1/3	1/3	1/5
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	1/4	5	1/5	1/5	1/3	1/3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	5	4	5	1/2	2	1/2
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	3	3	5	2	1	1/3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	3	3	3	1/2	1	1/2
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	2	5	3	2	3	2

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.41. 5'inci uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	1	3	1/3	1/3	1/4	1
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	1	1/3	1/3	1/2	1/4	1/3
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	1/3	3	1/4	1/3	1/3	1
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	3	3	4	2	3	1
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	3	2	3	1/2	1/3	1/3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	4	4	3	1/3	3	1/3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	1	3	1	1	3	3

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.42. 6'ıncı uzman fiziksel özellikler kriteri karşılaştırma matrisi

Fiziksel Özellikler	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Alan	7	9	5	5	3	5
	Alan	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Zemin tipi	1/7	5	1/5	1	1/5	3
	Alan	Zemin tipi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Arazi eğimi	1/9	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	1/5	5	5	3	1	3
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
İkincil bir afete dayanım	1/5	1	5	1/3	1/5	1
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk
Doğal bariyer kullanımına elverişlilik	1/3	5	5	1	5	5
	Alan	Zemin tipi	Arazi eğimi	Bina ve yapılardan uzaklık mesafesi	İkincil bir afete dayanım	Doğal bariyer kullanımına elverişlilik
Konteynır/çadır yerleşimine uygunluk	1/5	1/3	3	1/3	1	1/5

EK-1. (devam) Karşılaştırma matrisleri

Çizelge 1.43. 1'inci uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	1

Çizelge 1.44. 2'inci uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	5

Çizelge 1.45. 3'üncü uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	1

Çizelge 1.46. 4'üncü uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	3

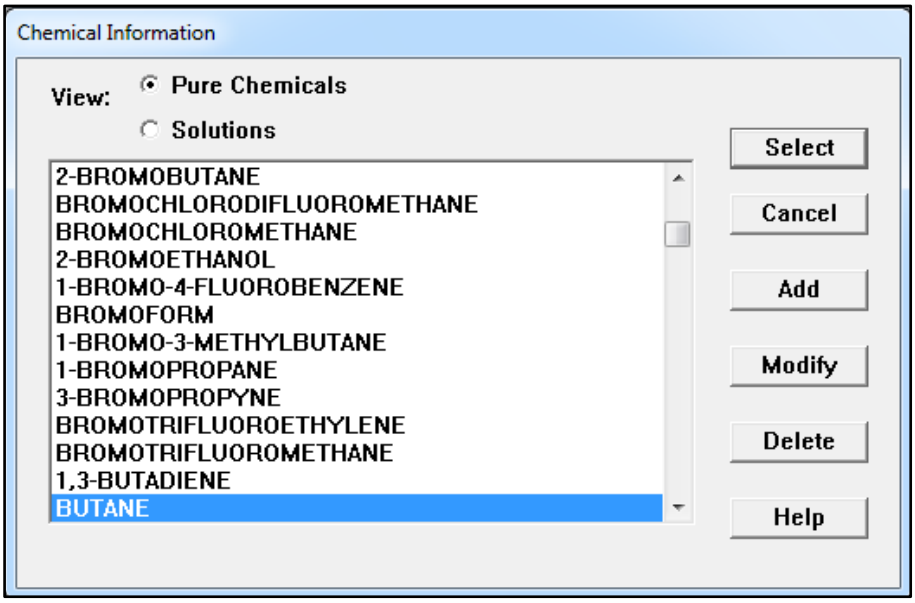
Çizelge 1.47. 5'inci uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	1

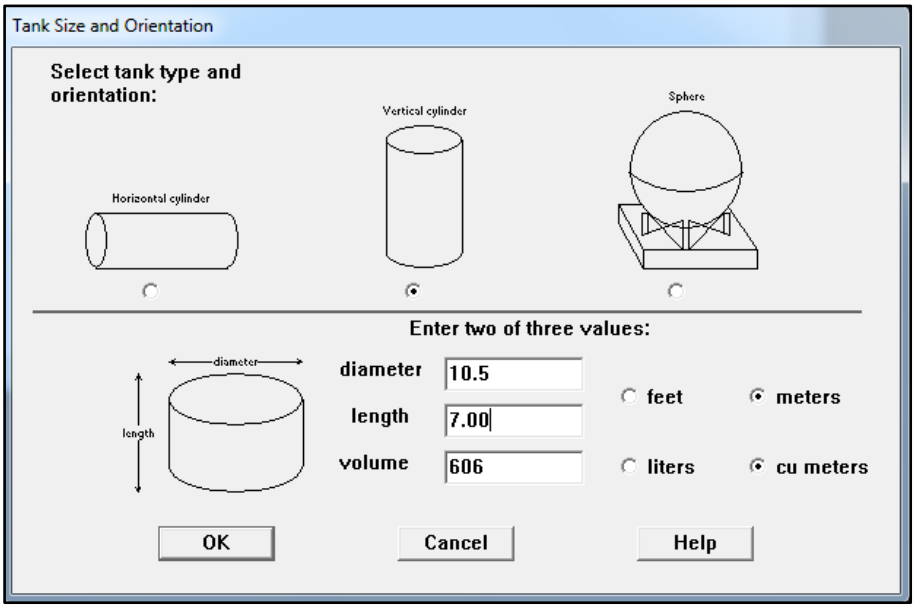
Çizelge 1.48. 6'ıncı uzman mevzuat kriteri karşılaştırma matrisi

Mevzuat	İlgili diğer mevzuat ihtiyacını karşılama
İlgili mevzuat tanımını karşılama	5

EK-2. ALOHA ekran görüntüleri

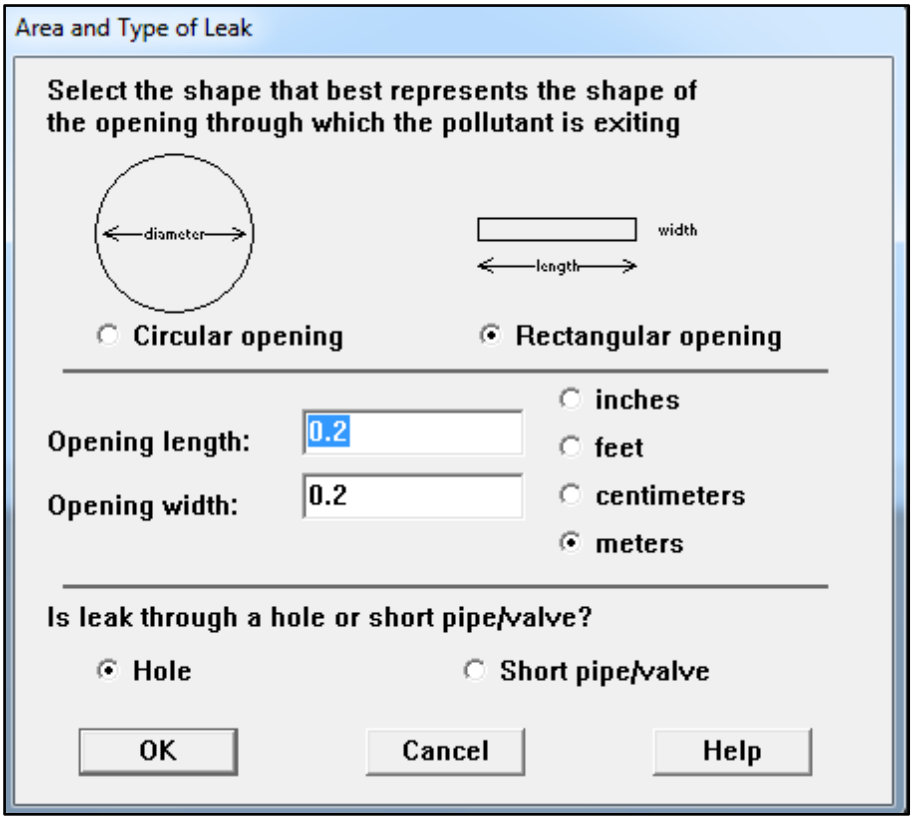


Şekil 2.1. Kimyasal seçimi ekran görüntüsü-bütan

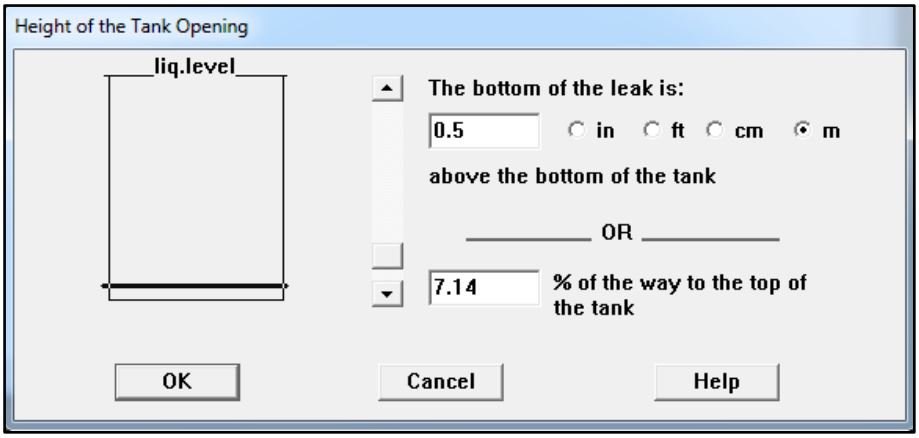


Şekil 2.2. Bütan kaynağının türü ve hacim bilgileri ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

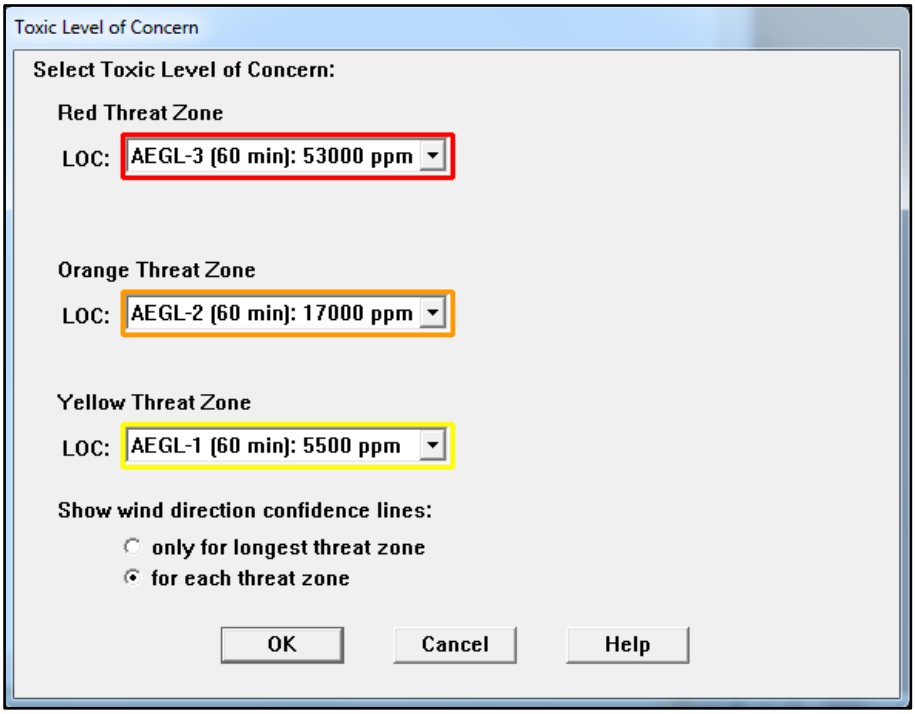


Şekil 2.3. Sızıntı türü ve alanına ait ekran görüntüsü-bütan

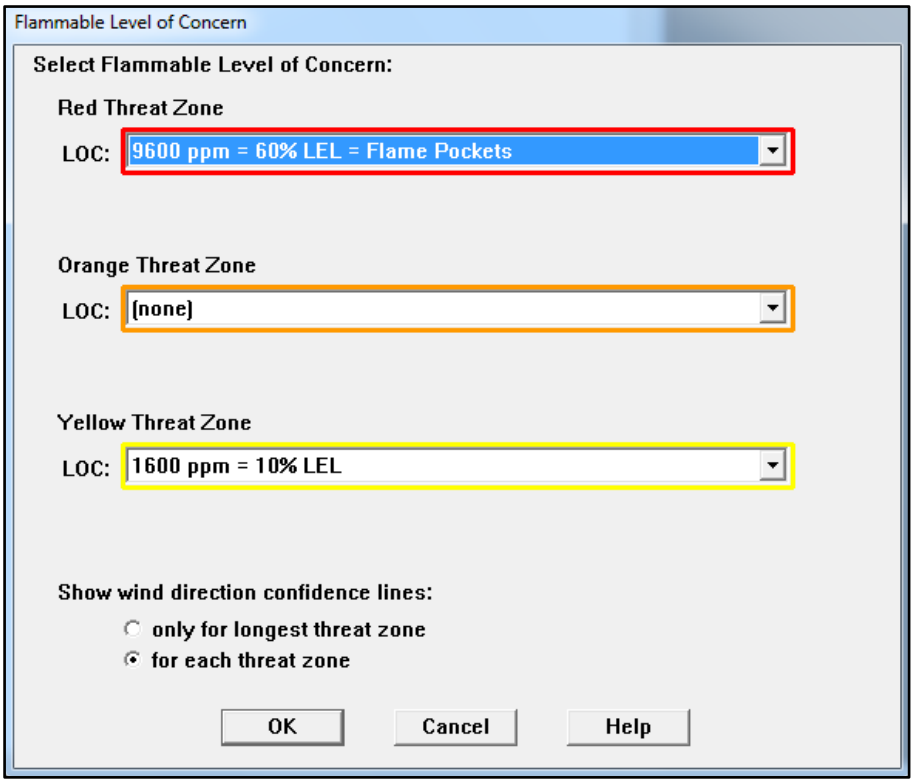


Şekil 2.4. Sızıntı yerine ait ekran görüntüsü-bütan

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

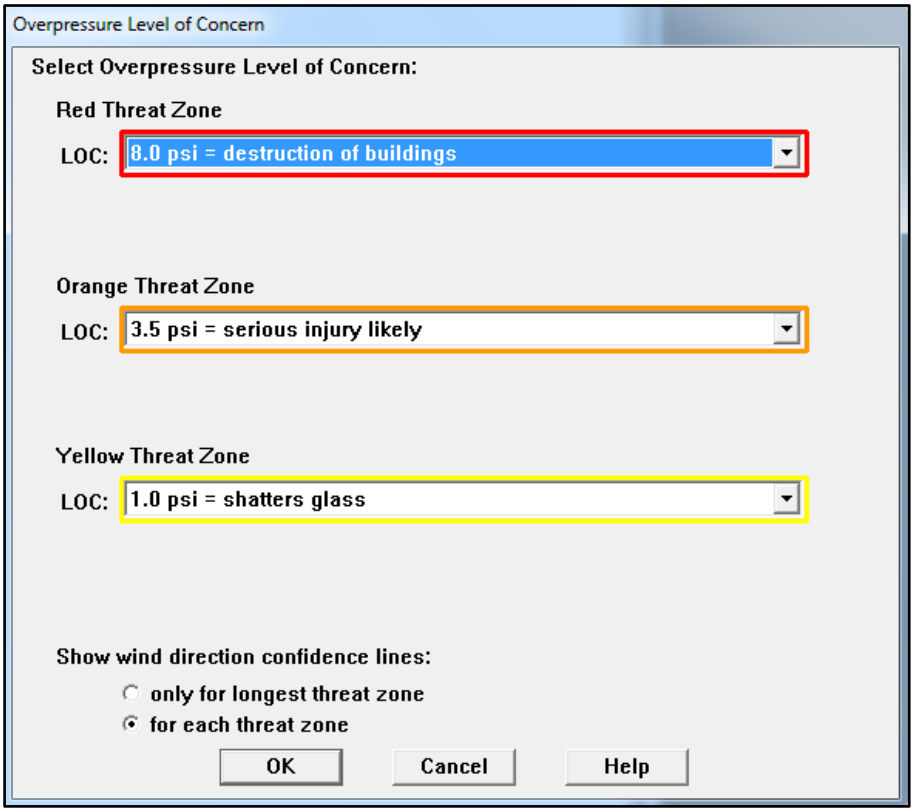


Şekil 2.5. Bütan için toksik maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

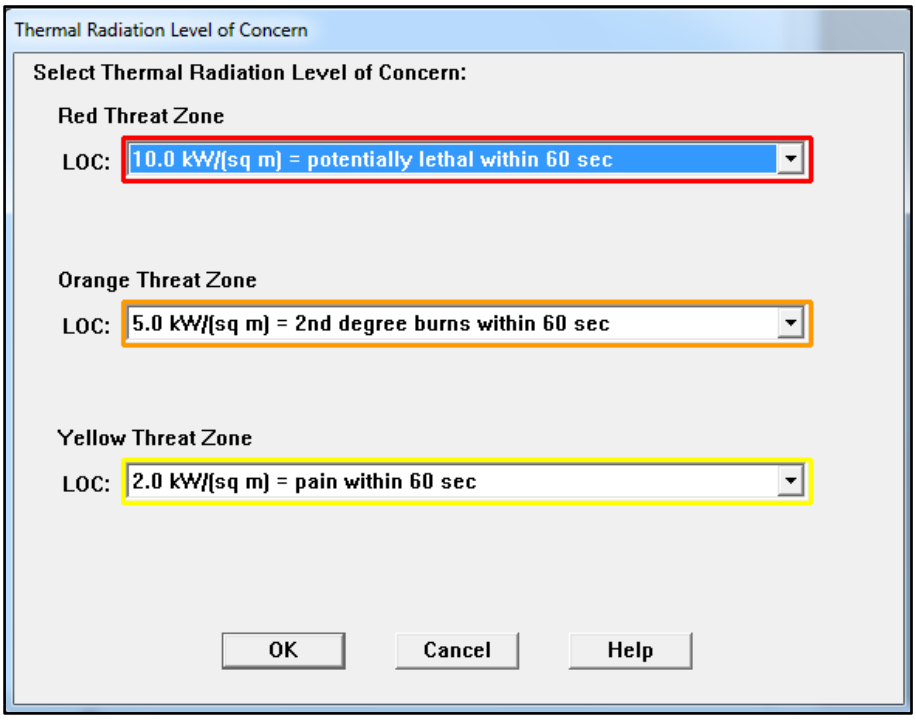


Şekil 2.6. Bütan için alevlenebilir alan maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

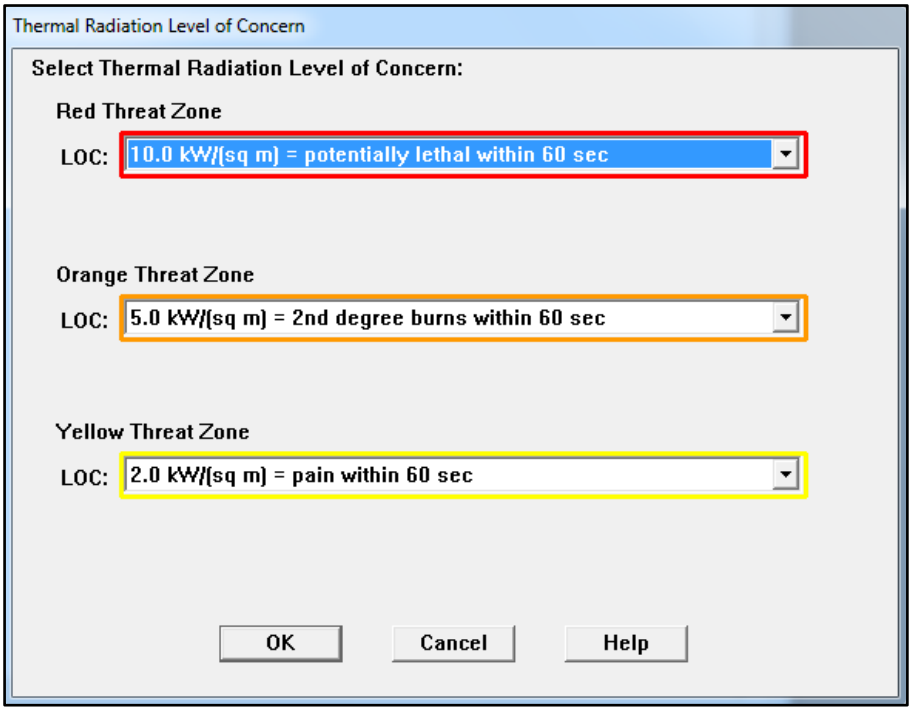


Şekil 2.7. Bütan için patlama alanı maruz kalma sınırları ekran görüntüsü



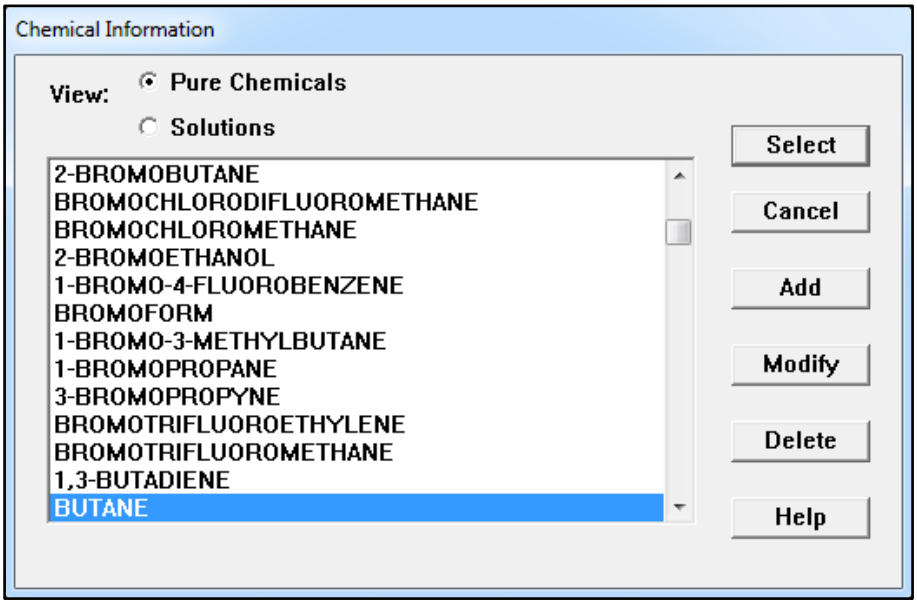
Şekil 2.8. Bütan için termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri



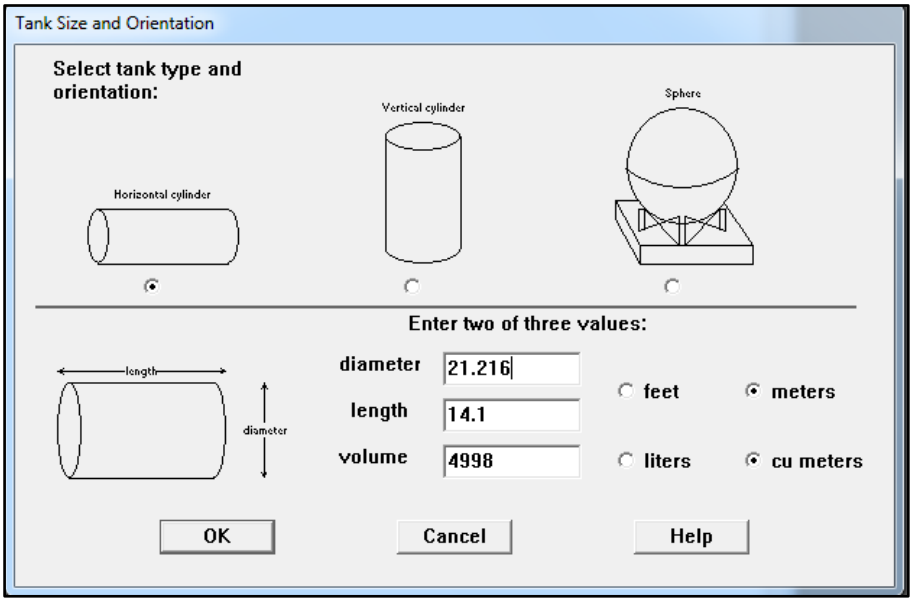
Şekil 2.9. Bütan için BLEVE termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

• ALOHA yazılımı kimyasal karışımlar için hesaplamaya elverişli olmadığından LPG kimyasalının %70'ini oluşturan bütan üzerinden hesaplamalar yürütülmüştür.

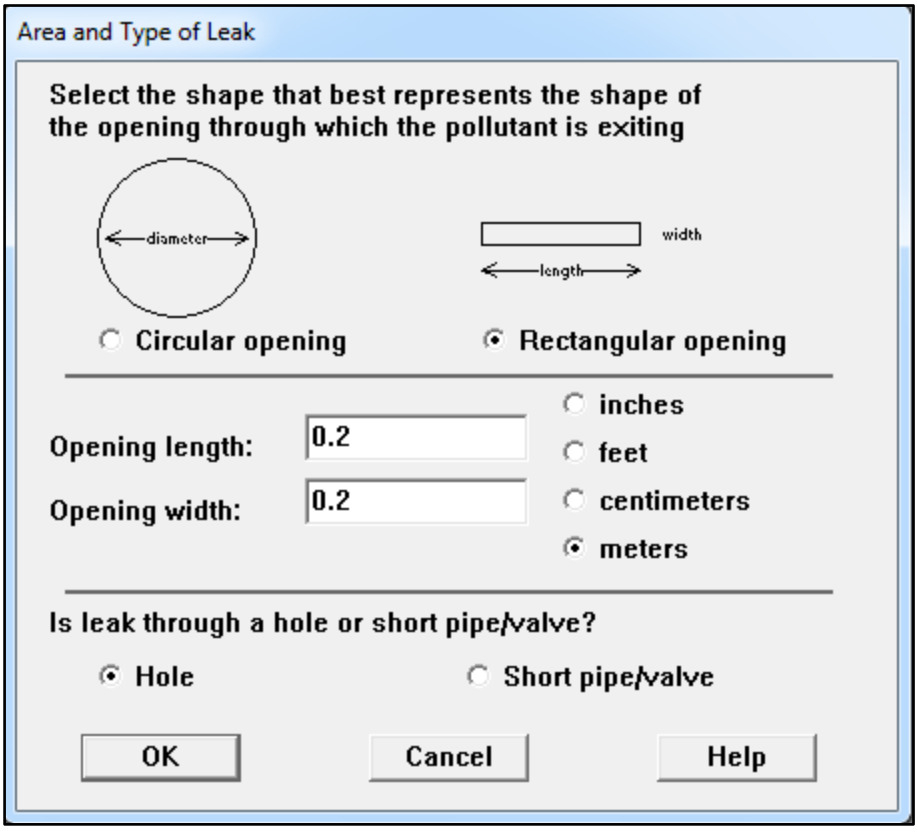


Şekil 2.10. Kimyasal seçimi ekran görüntüsü-LPG

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

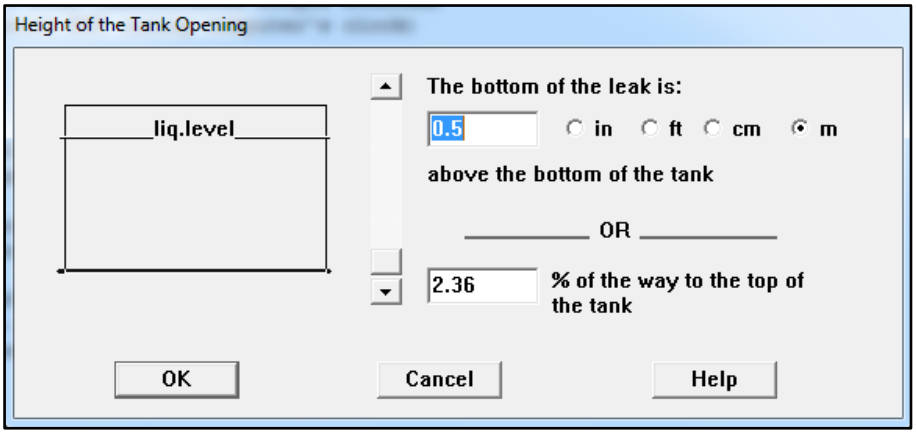


Şekil 2.11. LPG kaynağının türü ve hacim bilgileri ekran görüntüsü

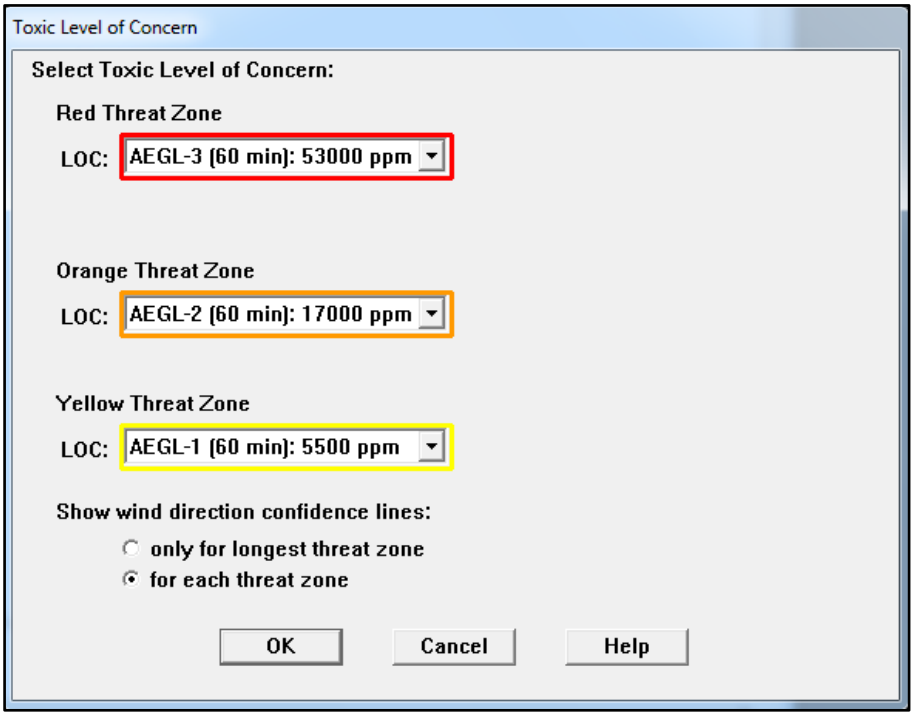


Şekil 2.12. Sızıntının türü ve alanına ait ekran görüntüsü-LPG

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

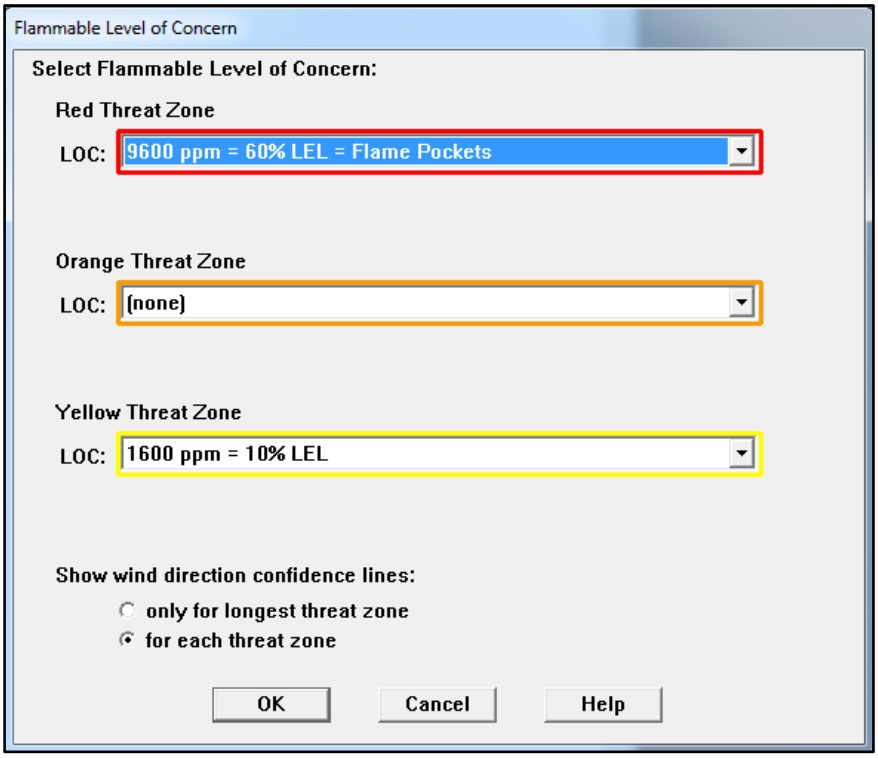


Şekil 2.13. Sızıntı yerine ait ekran görüntüsü-LPG

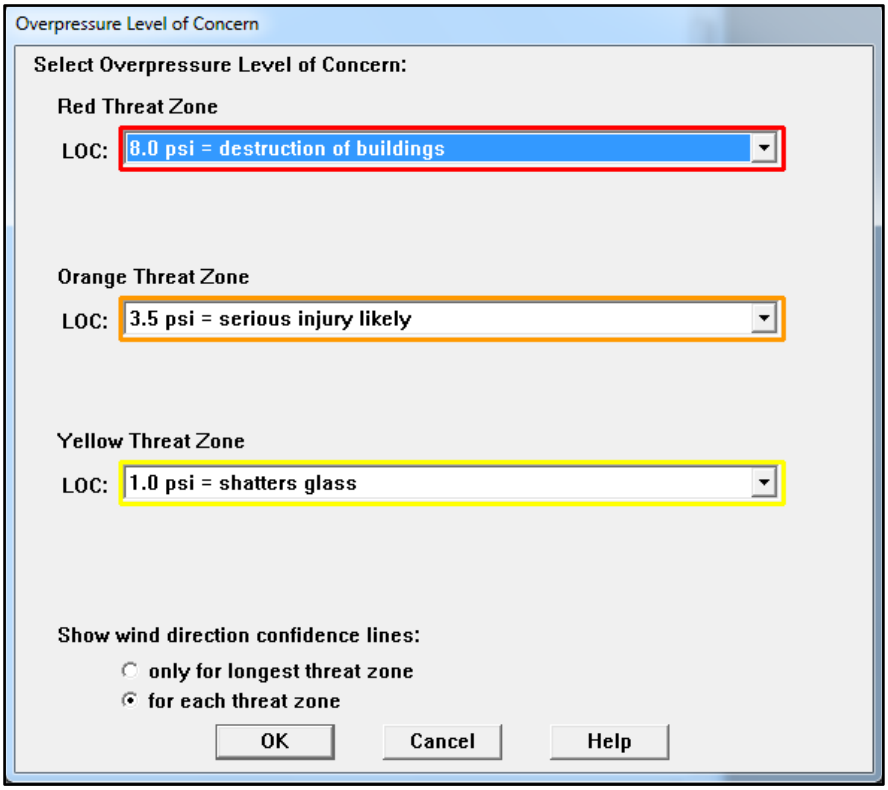


Şekil 2.14. LPG için toksik maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

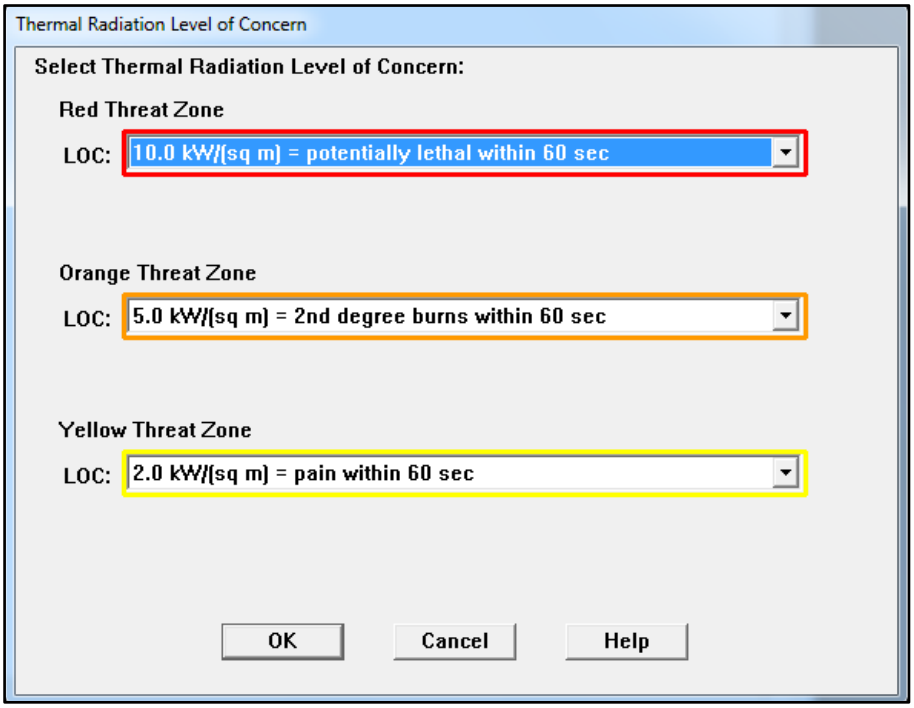


Şekil 2.15. LPG için alevlenebilir alan maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

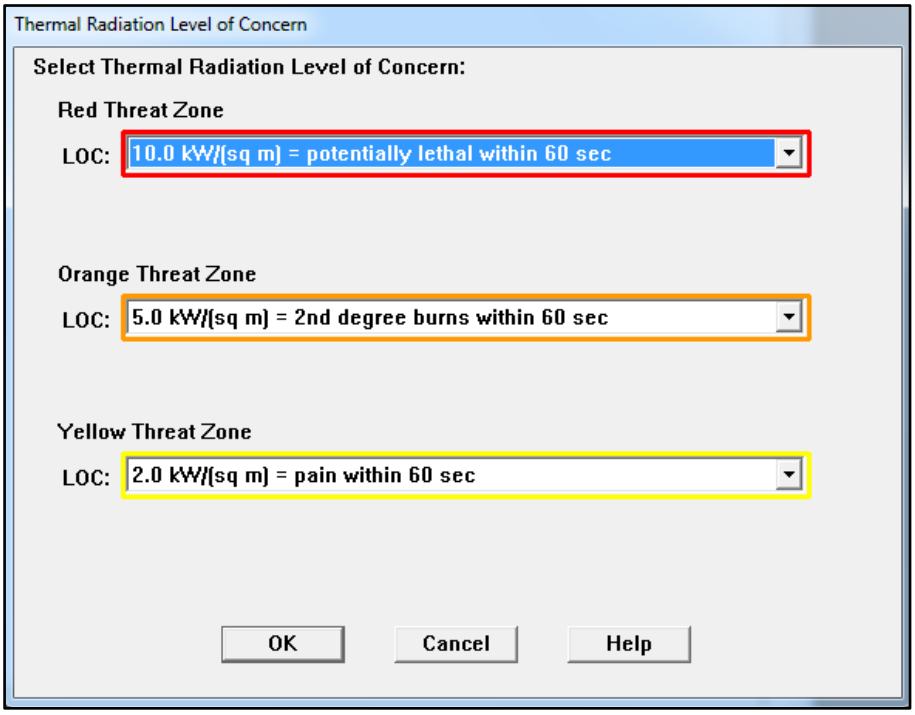


Şekil 2.16. LPG için patlama alanı maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

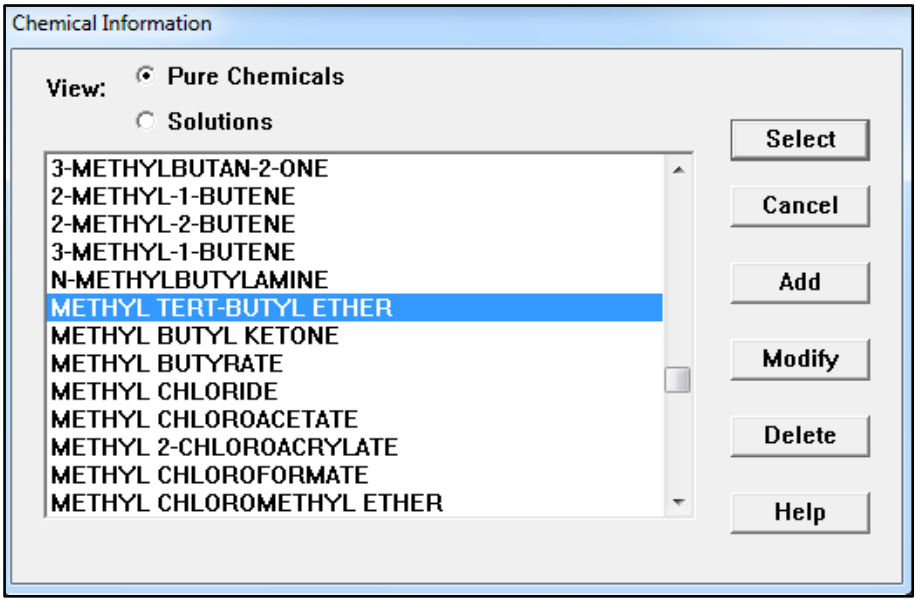


Şekil 2.17. LPG için termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

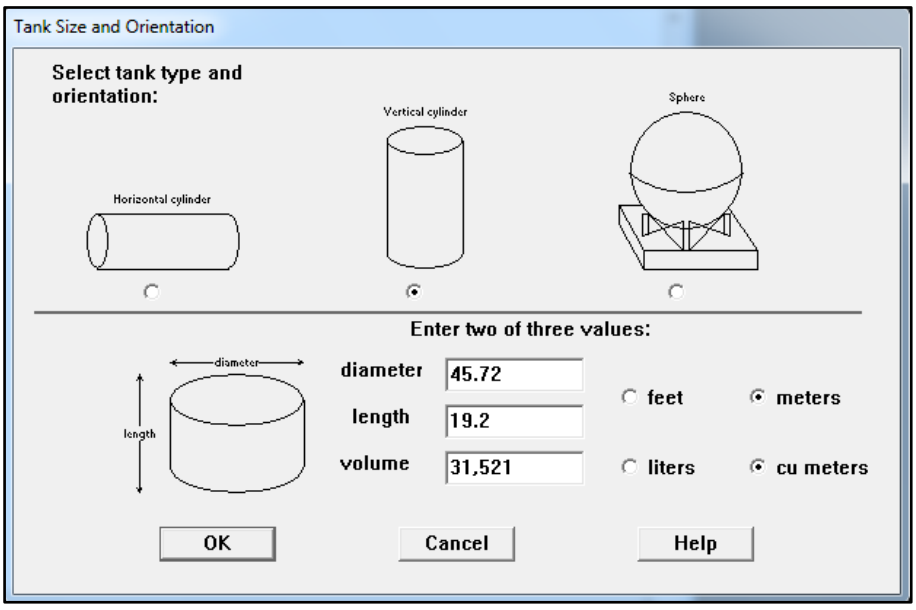


Şekil 2.18. LPG için BLEVE termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

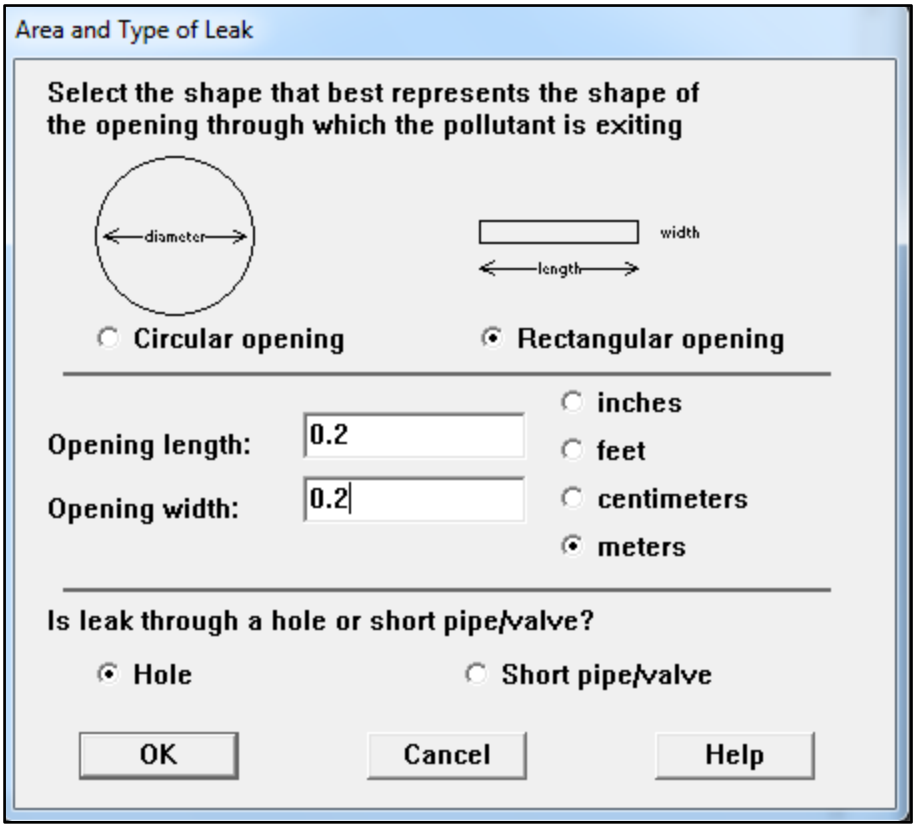


Şekil 2.19. Kimyasal seçimi ekran görüntüsü-MTBE

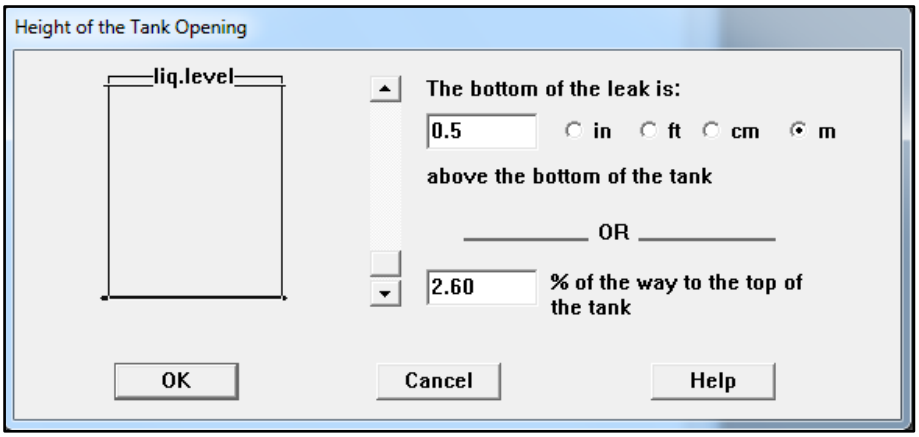


Şekil 2.20. MTBE kaynağının türü ve hacim bilgileri ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

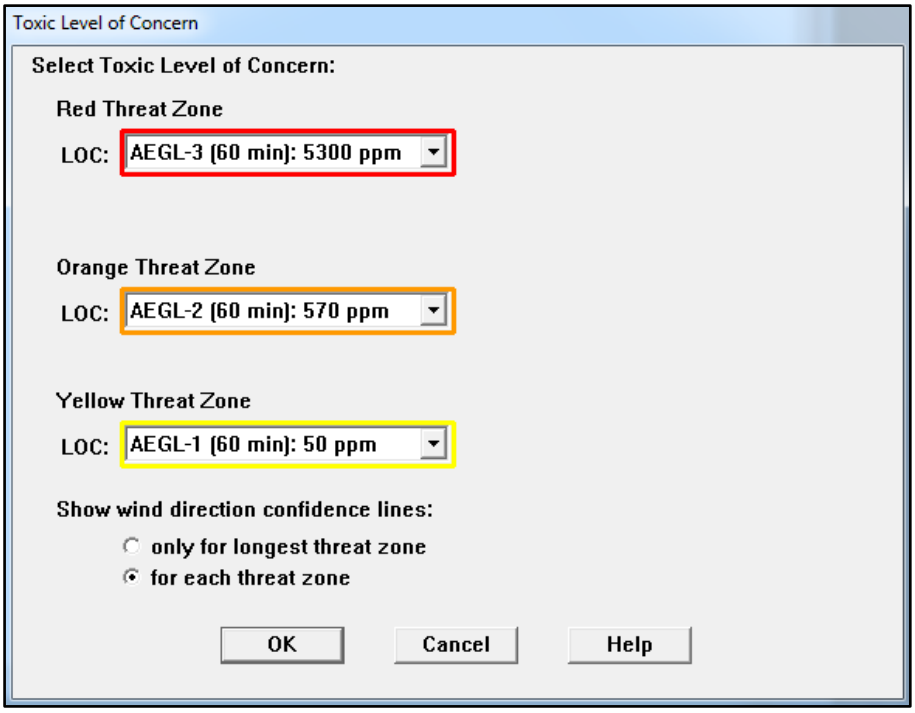


Şekil 2.21. Sızıntının türü ve alanına ait ekran görüntüsü-MTBE

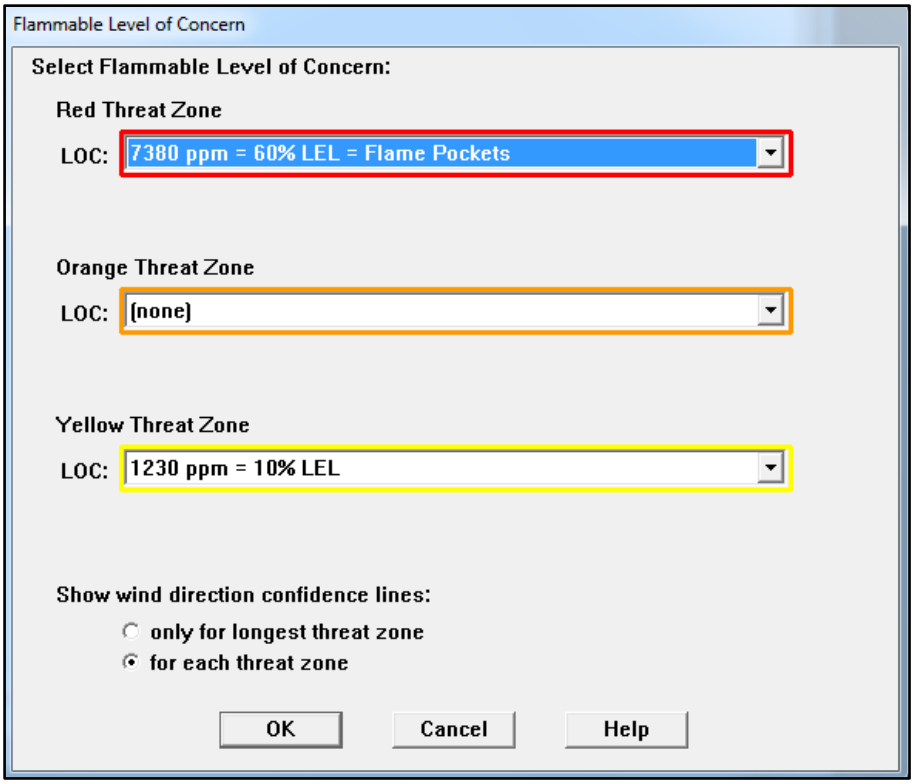


Şekil 2.22. Sızıntı yerine ait ekran görüntüsü-MTBE

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

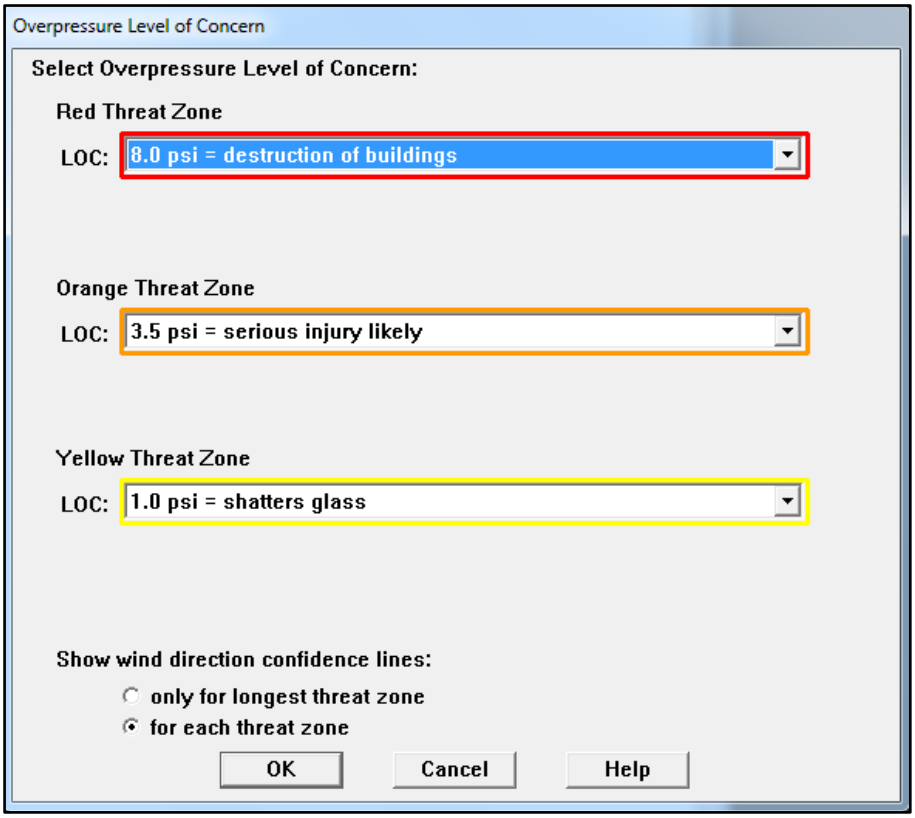


Şekil 2.23. MTBE için toksik maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

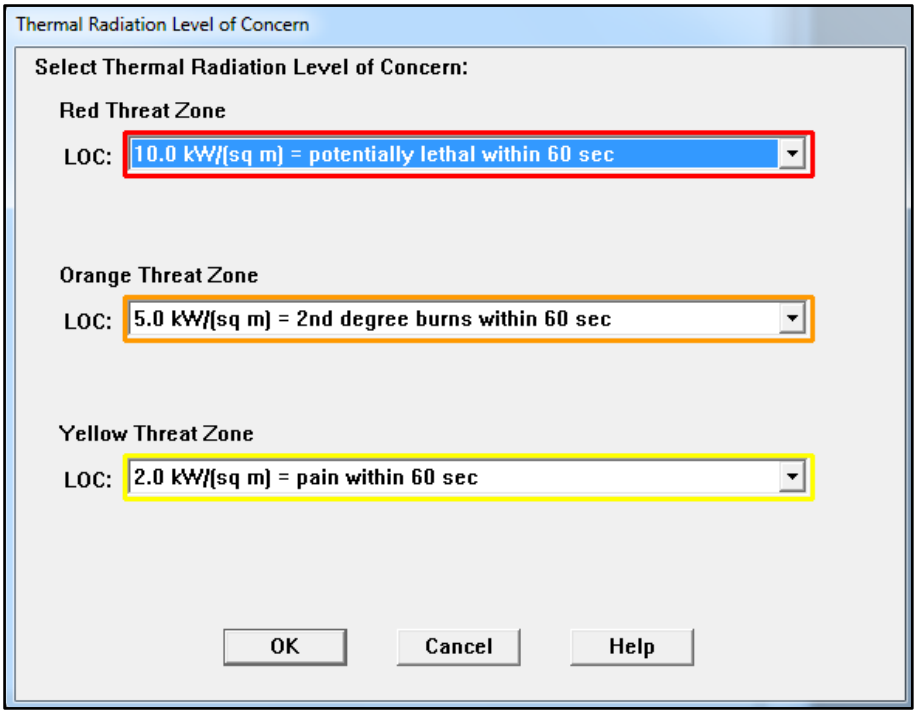


Şekil 2.24. MTBE için alevlenebilir alan maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri

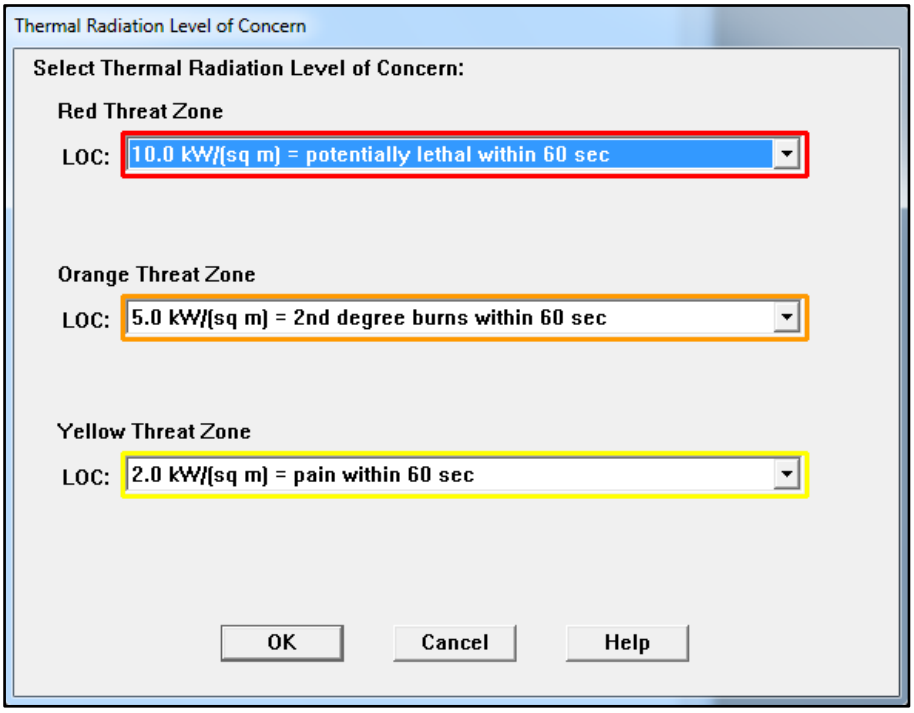


Şekil 2.25. MTBE için patlama alanı maruz kalma sınırları ekran görüntüsü



Şekil 2.26. MTBE için termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-2. (devam) ALOHA ekran görüntüleri



Şekil 2.27. MTBE için BLEVE termal radyasyon maruz kalma sınırları ekran görüntüsü

EK-3. AHP değerlendirme puanları hesaplaması

S_1:(0,24*0,32*0,62)+(0,24*0,23*0,68)+(0,24*0,17*0,62)+(0,24*0,08*0,70)+
(0,24*0,05*0,69)+(0,24*0,08*0,68)+(0,24*0,07*0,76)+(0,05*0,19*0,26)+
(0,05*0,17*0,29)+(0,05*0,17*0,31)+(0,05*0,22*0,26)+(0,05*0,25*0,67)+
(0,25*0,24*0,12)+(0,25*0,10*0,14)+(0,25*0,17*0,20)+(0,25*0,13*0,26)+
(0,25*0,09*0,70)+(0,25*0,27*0,27)+(0,21*0,44*0,73)+(0,21*0,20*0,73)+
(0,21*0,09*0,12)+(0,21*0,27*0,24)+(0,11*0,37*0,20)+(0,11*0,04*0,45)+
(0,11*0,34*0,28)+(0,11*0,18*0,21)+(0,11*0,07*0,26)+(0,09*0,09*0,43)+
(0,09*0,08*0,54)+(0,09*0,06*0,50)+(0,09*0,29*0,24)+(0,09*0,21*0,63)+
(0,09*0,16*0,60)+ (0,09*0,11*0,32)+ (0,05*0,67*0,54)+ (0,05*0,33*0,56)
=**0,447**

S_2:(0,24*0,32*0,14)+(0,24*0,23*0,12)+(0,24*0,17*0,24)+(0,24*0,08*0,21)+
(0,24*0,05*0,09)+(0,24*0,08*0,20)+(0,24*0,07*0,15)+(0,05*0,19*0,63)+
(0,05*0,17*0,62)+(0,05*0,17*0,58)+(0,05*0,22*0,63)+(0,05*0,25*0,24)+
(0,25*0,24*0,65)+(0,25*0,10*0,72)+(0,25*0,17*0,20)+(0,25*0,13*0,63)+
(0,25*0,09*0,21)+(0,25*0,27*0,65)+(0,21*0,44*0,19)+(0,21*0,20*0,19)+
(0,21*0,09*0,23)+(0,21*0,27*0,62)+(0,11*0,37*0,60)+(0,11*0,04*0,45)+
(0,11*0,34*0,65)+(0,11*0,18*0,71)+(0,11*0,07*0,67)+(0,09*0,09*0,43)+
(0,09*0,08*0,30)+(0,09*0,06*0,25)+(0,09*0,29*0,09)+(0,09*0,21*0,26)+
(0,09*0,16*0,20)+ (0,09*0,11*0,56)+ (0,05*0,67*0,16)+ (0,05*0,33*0,12)
=**0,364**

S_3:(0,24*0,32*0,24)+(0,24*0,23*0,20)+(0,24*0,17*0,14)+(0,24*0,08*0,09)+
(0,24*0,05*0,22)+(0,24*0,08*0,12)+(0,24*0,07*0,09)+(0,05*0,19*0,11)+
(0,05*0,17*0,09)+(0,05*0,17*0,11)+(0,05*0,22*0,11)+(0,05*0,25*0,09)+
(0,25*0,24*0,23)+(0,25*0,10*0,14)+(0,25*0,17*0,60)+(0,25*0,13*0,11)+
(0,25*0,09*0,09)+(0,25*0,27*0,08)+(0,21*0,44*0,08)+(0,21*0,20*0,08)+
(0,21*0,09*0,65)+(0,21*0,27*0,14)+(0,11*0,37*0,20)+(0,11*0,04*0,10)+
(0,11*0,34*0,07)+(0,11*0,18*0,08)+(0,11*0,07*0,07)+(0,09*0,09*0,14)+
(0,09*0,08*0,16)+(0,09*0,06*0,25)+(0,09*0,29*0,67)+(0,09*0,21*0,11)+
(0,09*0,16*0,20)+ (0,09*0,11*0,12)+ (0,05*0,67*0,30)+ (0,05*0,33*0,32)
=**0,189**

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı	: HOŞCAN, Onur
Uyruğu	: T.C.
Doğum tarihi ve yeri	: 25.05.1989, İzmir
Medeni hali	: Bekar
Telefon	: 0 (541) 411 45 00
e-mail	: onur.hscn@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Tedarik ve Lojistik Yönetimi	Devam Ediyor
Lisans	Hava Harp Okulu / Endüstri Mühendisliği	2011
Lise	Maltepe Askeri Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-Halen	Türk Silahlı Kuvvetleri	Subay

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Hoşcan, O. and Çetinyokuş, S. (2019, 17-18 June). *Determination of impact areas for industrial accidents: A flammable substance – Propane.* Paper presented at the 4th Eurasian Conference On Civil And Environmental Engineering, İstanbul.

2. Hoşcan, O. and Çetinyokuş, S. (2019, 17-18 June). *Impact area modelling of hazardous chemical methyl tert-butyl ether (MTBE) through different scenerios.* Paper presented at the 4th Eurasian Conference On Civil And Environmental Engineering, İstanbul.

Hobiler

Snowboard



GAZİ GELECEKTİR...