

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA YAKIT KİRLİLİĞİ,
YAYILIM SÜRECİ ve MÜDAHALE ESASLARI ÜZERİNE
ÖRNEK SENARYO ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Cihat AŞAN

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

MAYIS 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA YAKIT KİRLİLİĞİ,
YAYILIM SÜRECİ ve MÜDAHALE ESASLARI ÜZERİNE
ÖRNEK SENARYO ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

**Cihat AŞAN
(512162009)**

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Burcu ÖZSOY

MAYIS 2020

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 512162009 numaralı Doktora Öğrencisi Cihat AŞAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "İSTANBUL BOĞAZI'NDA YAKIT KİRLİLİĞİ, YAYILIM SÜRECİ ve MÜDAHALE ESASLARI ÜZERİNE ÖRNEK SENARYO ÇALIŞMASI" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Burcu ÖZSOY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Oya OKAY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Özgül TAŞPINAR
Piri Reis Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Murat Selçuk SOLMAZ
Piri Reis Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tuba KEÇECİ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 14 Nisan 2020
Savunma Tarihi : 21 Mayıs 2020

Eşime ve çocuklarıma,





ÖNSÖZ

Doktora eğitimi başlangıcından sonuna kadar bana desteğini hiç esirgemeyen, sabrı ve güleryüzüyle motivasyon, bilgi birikimi ve tecrübesiyle de akademik destek sağlayan ilk danışmanım (E) Dr. Öğr. Üyesi Sevilay CAN'a, uluslararası tecrübesi, akademik geçmişi ve tükenmek bilmez enerjisiyle kendime örnek aldığım ikinci danışmanım Doç. Dr. Burcu ÖZSOY'a, çalışmam süresince fikirleri ve yapıcı eleştirisiyle bana yön veren tez izleme komitemin değerli hocaları Prof. Dr. Özgül TAŞPINAR ve Dr. Öğr. Üyesi Tuba KEÇECİ'ye teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Tezimin ana dayanak noktasını oluşturan simülasyon çalışmaları süresince bana desteğini esirgemeyen Piri Reis Üniversitesi'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2020

Cihat AŞAN
(Öğr. Görevlisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Araştırma Metodu.....	4
1.3 Literatür Araştırması	5
2. İSTANBUL BOĞAZI'NIN KARAKTERİSTİK YAPISI.....	11
2.1 İstanbul Boğazı'nın Morfolojik Yapısı	11
2.2 İstanbul Boğazı'nın Meteorolojik Yapısı	12
2.3 İstanbul Boğazı'nın Oşinografik Yapısı.....	12
2.4 İstanbul Boğazı Gemi Trafığı.....	13
3. İSTANBUL BOĞAZI RİSKLİ BÖLGE ANALİZİ.....	17
3.1 İstanbul Boğazı'nda Gemi Kazalarının Mevkileri	17
3.2 İstanbul Boğazı'nda Hassasiyet Analizi.....	19
3.3 Simülasyon Çalışmasına Esas İstanbul Boğazı Risk Bölgeleri.....	20
4. DENİZDE YAKIT KİRLİLİĞİ İLE MÜCADELE	21
4.1 Petrolün Özellikleri	21
4.2 Petrolün Deniz Yüzeyindeki Davranışları	22
4.2.1 Buharlaşma (Evaporation).....	23
4.2.2 Yayılma (Spreading)	24
4.2.3 Çözünme (Dissolution)	24
4.2.4 Sütsüleşme (Emulsification)	25
4.2.5 Dağılma (Natural Dispersion)	25
4.2.6 Oksidasyon (Photooxidation).....	25
4.2.7 Biyolojik bozunma (Biodegradation).....	26
4.2.8 Çökelme (Sedimentation).....	26
4.3 Dünya'da Petrol Kirliliği Yaratın Önemli Deniz Kazaları	27
4.4 İstanbul Boğazı'nda Petrol Kirliliği Yaratın Önemli Deniz Kazaları	29
4.5 Yasal Mevzuat	30
4.5.1 Uluslararası alanda yasal mevzuat ve işbirlikleri.....	31
4.5.2 Türkiye'nin yasal mevzuatı ve işbirlikleri	32
4.5.3 Türkiye'nin petrol kirliliğine karşı bölgesel işbirlikleri.....	37
4.6 Denizde Yakıt Kirliliğine Müdahale Vasıtaları.....	38
4.6.1 Bariyerler.....	39

4.6.2 Yakıt toplayıcılar (Skimmer).....	44
4.6.2.1 Mekanik toplayıcılar (mechanic skimmers)	44
4.6.2.2 Yağ çeken/emem toplayıcılar (Oleophilic skimmers)	46
4.6.3 Dispersant (kimyasal müdahale)	48
4.6.4 Yerinde yakma (In situ burning)	49
4.7 İstanbul Boğazı'nda Denizde Yakıt Kirliliği ile Mücadele İmkân ve Kabiliyetleri.....	50
4.8 Türkiye Acil Müdahale Merkezleri Projesi	56
5. İSTANBUL BOĞAZI YAKIT KİRLİLİĞİ SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI	57
5.1 PISCES (Potential Incident Simulation Control and Evaluation System)	57
5.2 İstanbul Boğazı Yakıt Kirliliği Senaryoları Başlangıç Değerleri.....	58
5.3 İstanbul Boğazı Yakıt Kirliliği Senaryoları.....	59
5.3.1 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi kuzey bölgesi senaryosu.....	59
5.3.1.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı	59
5.3.1.2 Mevcut vasıtalarla müdahale.....	63
5.3.1.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale	67
5.3.2 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi orta bölge senaryosu.....	73
5.3.2.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı	73
5.3.2.2 Mevcut vasıtalarla müdahale.....	77
5.3.2.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale	80
5.3.3 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi güney bölgesi senaryosu	85
5.3.3.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı	85
5.3.3.2 Mevcut vasıtalarla müdahale.....	89
5.3.3.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale	93
6. SONUÇLAR	101
KAYNAKLAR.....	105
EKLER.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	235

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ADCP	: Acoustic Current Doppler Profiler
CTD	: Current, Temperature and Depth
GNOME	: General NOAA Oil Modeling Environment
EMSA	: European Maritime Safety Agency
ERV	: Emergency Response Vessel
IMO	: International Maritime Organization
ITOPF	: International Tanker Owners Pollution Federation
KEGM	: Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü
LNG	: Liquefied Natural Gas
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
MAP	: Mediterranean Action Plan
MEPC	: Marine Environment Protection Committee
MoU	: Memorandum of Understanding
OPRC	: International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation
OPRC-HNS	: Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances
ORV	: Oil Response Vessel
PISCES	: Potential Incident Simulation, Control and Evaluation System
POM	: Princeton Ocean Model
PTOSM	: Particle Tracking Oil Spill Model
REMPEC	: Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea
SHOD	: Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UAB	: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UDEM	: Ulusal Deniz Emniyeti ve Acil Müdahale Merkezi
UNCTAD	: United Nations Conference on Trade and Development



SEMBOLLER

°C	: Santigrat
m	: Metre
nm	: Deniz mili (1nm=1852 m)
km	: Kilometre
kts	: Knots (1 kts=0.5 m/sn)
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
g/cm³	: Yoğunluk birimi (Densite)
dyn/cm	: Yüzey gerilimi birimi
cSt	: Centistokes (Viskozite birimi)
t	: Ton



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : İstanbul Boğazı gemi geçiş istatistik özeti.	14
Çizelge 3.1 : İstanbul Boğazı'nda meydana gelen kazaların yıllara göre dağılımı. ..	18
Çizelge 4.1 : Ham petrol kategorileri.	22
Çizelge 4.2 : Dünyada petrol kirliliği yaratan önemli tanker kazaları.....	27
Çizelge 4.3 : Akıntı süratlerine göre bariyer döşeme açıları.	43
Çizelge 4.4 : Toplayıcıların performans ve kullanım durumları.	47
Çizelge 4.5 : KEGM'nün İstanbul Boğazı'ndaki yakıt kirliliğine müdahale imkan ve kabiliyetleri.....	51
Çizelge 5.1 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı.	62
Çizelge 5.2 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale)..	66
Çizelge 5.3 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale)..	70
Çizelge 5.4 : İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).....	72
Çizelge 5.5 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	76
Çizelge 5.6 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale)..	79
Çizelge 5.7 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale)..	82
Çizelge 5.8 : İstanbul Boğazı orta bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).	84
Çizelge 5.9 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok)..	88
Çizelge 5.10 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	92
Çizelge 5.11 : İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).	96
Çizelge 5.12 : İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).	98
Çizelge 5.13 : İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi kuzey bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.	99
Çizelge 5.14 : İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi orta bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.	99
Çizelge 5.15 : İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi güney bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.	99
Çizelge A.1 : İstanbul Boğazı mevsimsel ortalama hakim rüzgar yönü ve ortalama rüzgar hızı.	110
Çizelge A.2 : İstanbul Boğazı aylık ortalama deniz suyu sıcaklığı.	111
Çizelge A.3 : İstanbul Boğazı aylık ortalama hava sıcaklığı.	111

Çizelge B.1 : KEGM Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.....	112
Çizelge B.2 : KEGM Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.....	115
Çizelge B.3 : KEGM İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.....	116
Çizelge B.4 : KEGM Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.....	118
Çizelge C.1 : PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.....	120
Çizelge C.2 : PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.....	127
Çizelge C.3 : PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.....	133
Çizelge C.4 : PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.....	139
Çizelge D.1 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	147
Çizelge D.2 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	150
Çizelge D.3 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	153
Çizelge D.4 : İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).....	154
Çizelge D.5 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	157
Çizelge D.6 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	160
Çizelge D.7 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	163
Çizelge D.8 : İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).....	164
Çizelge D.9 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	167
Çizelge D.10 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	170
Çizelge D.11 : Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	173
Çizelge D.12 : İstanbul Boğazı güney bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).....	174
Çizelge E.1 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	177
Çizelge E.2 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	180
Çizelge E.3 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	183
Çizelge E.4 : İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).....	184
Çizelge E.5 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	187

Çizelge E.6 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	190
Çizelge E.7 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	193
Çizelge E.8 : İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).....	194
Çizelge E.9 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).....	197
Çizelge E.10 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	200
Çizelge E.11 : Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	203
Çizelge E.12 : İstanbul Boğazı güney bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).....	204
Çizelge F.1 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	207
Çizelge F.2 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	210
Çizelge F.3 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	213
Çizelge F.4 : İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Kış).....	214
Çizelge F.5 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).....	217
Çizelge F.6 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	220
Çizelge F7 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	223
Çizelge F.8 : İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Kış).....	224
Çizelge F.9 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).....	227
Çizelge F.10 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	230
Çizelge F.11 : Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).....	233
Çizelge F.12 : İstanbul Boğazı güney bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Kış).....	234



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : İstanbul Boğazı haritası.	11
Şekil 3.1 : İstanbul Boğazı kesimleri.....	17
Şekil 3.2 : Yakıt kirliliği senaryosu gemi kazası mevkileri.	19
Şekil 3.3 : İstanbul Boğazı yakıt kirliliği senaryoları gemi kazaları mevkileri.	20
Şekil 4.1 : Petrolün deniz üzerinde davranış süreçleri.....	23
Şekil 4.2 : Petrol ve türevlerinin buharlaşma oranları.	24
Şekil 4.3 : Ham petrolün zamana bağlı olarak aşınma süreçleri.....	26
Şekil 4.4 : Dünyada petrol kirliliği yaratan önemli tanker kazaları mevkileri.	28
Şekil 4.5 : 700 tonun üzerinde meydana gelen petrol kirliliği ortalamaları.	28
Şekil 4.6 : Seviye 1 kirliliğe müdahale organizasyonu.....	35
Şekil 4.7 : Seviye 2 kirliliğe müdahale organizasyonu.....	36
Şekil 4.8 : Seviye 3 kirliliğe müdahale organizasyonu.....	36
Şekil 4.9 : Bariyer elemanları.	40
Şekil 4.10 : Bariyer tipleri.	40
Şekil 4.11 : Fonksiyonlarına göre bariyerleme işlemleri.	41
Şekil 4.12 : Tarama faaliyetinde bariyerlere binen yük miktarları.	42
Şekil 4.13 : V konfigürasyon toplama.	42
Şekil 4.14 : Şişirilebilir bariyer.....	42
Şekil 4.15 : Bariyer hataları.	43
Şekil 4.16 : Savak tipi toplayıcı.....	45
Şekil 4.17 : Merkezkaç tipi toplayıcılar.....	45
Şekil 4.18 : Taşıyıcı bant tipi toplayıcılar.....	45
Şekil 4.19 : Yağ çeken/emen toplayıcılar.	46
Şekil 4.20 : Yerinde yakma (in situ burning).	50
Şekil 4.21 : KEGM İstanbul Boğazı yakıt kirliliği müdahale kabiliyetleri.	52
Şekil 4.22 : Müdahale yetkisi verilen şirketlerin depolama yerleri.	55
Şekil 4.23 : Türkiye acil müdahale sistemi.....	56
Şekil 5.1 : T+0 kaza mevki (Müdahale yok)	60
Şekil 5.2 : T+60 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).	60
Şekil 5.3 : T+180 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).	61
Şekil 5.4 : T+240 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).	61
Şekil 5.5 : T+60 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif değil).	64
Şekil 5.6 : T+120 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif değil).	64
Şekil 5.7 : T+180 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	65
Şekil 5.8 : T+240 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	65
Şekil 5.9 : Kendinden şişebilen bariyer.	68
Şekil 5.10 : Kendinden şişebilen bariyer.	68
Şekil 5.11 : T+120 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	69
Şekil 5.12 : T+240 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	69
Şekil 5.13 : T+240 Mevcut imkânlarla müdahale..	72
Şekil 5.14 : T+240 Modifiye vasıtalarla müdahale..	72

Şekil 5.15 : T+15 dk. yakıt yayılımı.	74
Şekil 5.16 : T+60 dk. yakıt yayılımı.	74
Şekil 5.17 : T+180 dk. yakıt yayılımı.	75
Şekil 5.18 : T+240 dk. yakıt yayılımı.	75
Şekil 5.19 : T+165 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	78
Şekil 5.20 : T+240 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	78
Şekil 5.21 : T+120 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	81
Şekil 5.22 : T+240 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).	81
Şekil 5.23 : T+240 dk. Mevcut imkânlarla müdahale.....	84
Şekil 5.24 : T+240 dk. Modifiye imkânlarla müdahale.	84
Şekil 5.25 : T+30 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	86
Şekil 5.26 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	86
Şekil 5.27 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	87
Şekil 5.28 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	87
Şekil 5.29 : T+180 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	90
Şekil 5.30 : T+300 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	90
Şekil 5.31 : T+330 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	91
Şekil 5.32 : T+360 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	91
Şekil 5.33 : T+90 dk. yakıt yayılımı.	94
Şekil 5.34 : T+135 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	94
Şekil 5.35 : T+180 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	95
Şekil 5.36 : T+360 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.....	95
Şekil 5.37 : T+360 dk. sonunda mevcut vasıtalarla müdahale..	98
Şekil 5.38 : T+360 dk. sonunda modifiye vasıtalarla müdahale.....	98
Şekil D.1 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	145
Şekil D.2 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	145
Şekil D.3 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	146
Şekil D.4 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	146
Şekil D.5 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	148
Şekil D.6 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	148
Şekil D.7 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	149
Şekil D.8 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	149
Şekil D.9 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	151
Şekil D.10 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	151
Şekil D.11 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	152
Şekil D.12 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	152
Şekil D.13 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	154
Şekil D.14 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	154
Şekil D.15 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	155
Şekil D.16 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	155
Şekil D.17 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	156
Şekil D.18 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).....	156
Şekil D.19 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	158
Şekil D.20 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	158
Şekil D.21 : T+210 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	159
Şekil D.22 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	159
Şekil D.23 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	161
Şekil D.24 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	161
Şekil D.25 : T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	162
Şekil D.26 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	162

Şekil D.27 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	164
Şekil D.28 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	164
Şekil D.29 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	165
Şekil D.30 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	165
Şekil D.31 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	166
Şekil D.32 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	166
Şekil D.33 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	168
Şekil D.34 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	168
Şekil D.35 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	169
Şekil D.36 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	169
Şekil D.37 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	171
Şekil D.38 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	171
Şekil D.39 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	172
Şekil D.40 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	172
Şekil D.41 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	174
Şekil D.42 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	174
Şekil E.1 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	175
Şekil E.2 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	175
Şekil E.3 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	176
Şekil E.4 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	176
Şekil E.5 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	178
Şekil E.6 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	178
Şekil E.7 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	179
Şekil E.8 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	179
Şekil E.9 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	181
Şekil E.10 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	181
Şekil E.11 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	182
Şekil E.12 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	182
Şekil E.13 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	184
Şekil E.14 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	184
Şekil E.15 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	185
Şekil E.16 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	185
Şekil E.17 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	186
Şekil E.18 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	186
Şekil E.19 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	188
Şekil E.20 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	188
Şekil E.21 : T+210 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	189
Şekil E.22 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	189
Şekil E.23 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	191
Şekil E.24 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	191
Şekil E.25 : T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	192
Şekil E.26 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	192
Şekil E.27 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	194
Şekil E.28 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	194
Şekil E.29 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	195
Şekil E.30 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	195
Şekil E.31 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	196
Şekil E.32 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	196
Şekil E.33 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	198
Şekil E.34 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).	198

Şekil E.35 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	199
Şekil E.36 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	199
Şekil E.37 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	201
Şekil E.38 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	201
Şekil E.39 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	202
Şekil E.40 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	202
Şekil E.41 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	204
Şekil E.42 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	204
Şekil F.1 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	205
Şekil F.2 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	205
Şekil F.3 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	206
Şekil F.4 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	206
Şekil F.5 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	208
Şekil F.6 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	208
Şekil F.7 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	209
Şekil F.8 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	209
Şekil F.9 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	211
Şekil F.10 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	211
Şekil F.11 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	212
Şekil F.12 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	212
Şekil F.13 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	214
Şekil F.14 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	214
Şekil F.15 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	215
Şekil F.16 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	215
Şekil F.17 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	216
Şekil F.18 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	216
Şekil F.19 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	218
Şekil F.20 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	218
Şekil F.21 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	219
Şekil F.22 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	219
Şekil F.23 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	221
Şekil F.24 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	221
Şekil F.25 : T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	222
Şekil F.26 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	222
Şekil F.27 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	224
Şekil F.28 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	224
Şekil F.29 : T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	225
Şekil F.30 : T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	225
Şekil F.31 : T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	226
Şekil F.32 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).	226
Şekil F.33 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	228
Şekil F.34 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	228
Şekil F.35 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	229
Şekil F.36 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	229
Şekil F.37 : T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	231
Şekil F.38 : T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	231
Şekil F.39 : T+330 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	232
Şekil F.40 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	232
Şekil F.41 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).....	234
Şekil F.42 : T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).	234

İSTANBUL BOĞAZI'NDA YAKIT KİRLİLİĞİ, YAYILIM SÜRECİ VE MÜDAHALE ESASLARI ÜZERİNE ÖRNEK SENARYO ÇALIŞMASI

ÖZET

Gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ülke sanayilerinin en büyük hammaddesi konumunda olan petrolün arz ve talep kaynakları arasında ulaştırması yüksek oranda deniz yoluyla yapılmaktadır. Deniz ulaştırmasının bu denli yoğun kullanımı, kazalar sebebiyle petrolün denizel çevreyi felaket boyutunda kirletmesi sonucunu da beraberinde getirmiştir. Dünyanın en önemli suyollarından birisi olan İstanbul Boğazı' da tarihte benzer durumlara maruz kalmıştır.

Elde edilen tecrübeler ve gelişen teknoloji, deniz kirliliği ile mücadelede daha etkin yöntemlerin üretilmesini de sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı; İstanbul Boğazı'nda oluşabilecek bir deniz kirliliğine öncelikle elde mevcut imkan kabiliyetler ile müdahalenin etkinliğini ortaya koymak, daha sonra bu etkinliği artırmaya yönelik teknik ve taktik iyileştirmelerin neler olabileceğine yönelik tavsiyelerde bulunmaktır. Bu maksatla PISCES II (Potential Incident Simulation Control and Evaluation System) yakıt yayılım modellemesi ve karar destek sistemi kullanılmıştır. Öncelikle deniz üzerine dökülen yakıtın nasıl yayılacağı ortaya konmuş, bu kapsamda en önemli etken olan yüzey akıntı haritası İstanbul Boğazı için oluşturulmuştur. Diğer etkenler, rüzgar ve hava durumu ortalamalarını da sisteme entegre etmeyi müteakip, mevsimsel bazda yakıt yayılım modelleri oluşturulmuştur. Yayılımı modellenen bu kirliliklere kamu ve özel şirketlerin ellerinde mevcut vasıtalarla müdahale edildiğinde yakıtın nasıl kontrol edilebileceği belirlenmiş, bu durum vasıtalar modifiye edildiğinde ortaya çıkan kontrol biçimi ile karşılaştırılmıştır. Özellikle müdahalede kullanılan bariyerlerin yüksekliklerinin artırılmasının yakıtın kontrolünde radikal bir fayda sağladığı ortaya çıkmıştır. Çalışma neticesinde, İstanbul Boğazı'nda yakıt kirliliği ile mücadelede bariyerlerin nasıl bir taktikle kullanılması gerektiği, yüzer vasıtaların bu yöntemlerin içerisinde kullanılma biçimleri, ilk reaksiyon süresinin önemi karşılaştırmalı istatistiklerle ortaya konmuştur. İstanbul Boğazı'nın Kuzey ve orta kesimlerinde oluşabilecek bir kirlilikte, bariyerlerin yönlendirme maksatlı ve kademeli kullanımı ile yakıtın ters akıntılı koylara yönlendirilebileceği ve buralarda gerek toplayıcılar (skimmer) gerekse karadan emici pompalar vasıtasıyla toplanabileceği ulaşılan bir diğer sonuç olmuştur. Bu kapsamda, Kuzey kesimde Keçilik ve Anadolu kavağı koyları, orta kesimde ise Paşabahçe koyu ve Kandilli Kuzeyi yakıtın yönlendirilebileceği alanlar olarak öne çıkmıştır. Güney kesimlerde oluşabilecek bir kirlilikte ise, yüksek süratli Güney yönlü yüzey akıntıları sebebiyle yakıtın çok kısa sürede Marmara Denizi'ne yayıldığı, Prens Adalarının yaklaşık 5 saat içerisinde kirliliğe maruz kaldığı tespit edilmiştir. Buna yönelik olarak, İstanbul Boğazı Güney kesiminde yüzer unsurlar ve mekanik vasıtalarla oluşacak etkin bir müdahale birliğinin varlığının gerekli olduğu, yapılacak maliyet etkinlik analizi neticesinde verilecek kararlar, bu birliğin, özellikle arama kurtarma maksatlı Kınalıada'da konuşlandırılabilmesi teklif edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada önerilen yaklaşımların, karar verici makamların benzer çalışmalarıyla geliştirilebileceği, deniz kirliliğine müdahaleye yönelik teknik imkanların iyileştirilebileceği, kirliliğe sebep olan yakıtın ihtiyaç halinde İstanbul Boğazı'nın hangi koylarına yönlendirilebileceğine karar verilebileceği, yüzer unsurlar ile müdahale vasıtalarının konuşlanma yerlerinin gözden geçirilmesine ve acil müdahale eylem planlarının oluşturulmasına/geliştirilmesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.



CASE SCENARIO STUDY IN ISTANBUL STRAIT CONCERNING OIL POLLUTION, SPILL MODELLING AND RESPONSE PROCEDURES

SUMMARY

The transportation of oil, which is the biggest raw material of both the developed and developing country industries, between the supply and demand sources, is made by sea at a high rate. Such intensive use of maritime transport has brought along the result of oil pollution in the marine environment with a catastrophic extent due to accidents. In the Istanbul Strait, one of the most important waterways in the world, it was exposed to similar situations in history. For instance, in 1979 M/T *Independenta* and in 1994 M/T *Nassia* accidents had brought tens of loss of lives and environmental disaster.

Experiences and developing technology have enabled more effective methods to be tackled with marine pollution. Besides the lack of effective response materials during previous oil spill calamities, today Turkey has got more effective capability. The purpose of this study; to reveal the effectiveness of the intervention to a marine pollution that may occur in the Istanbul Strait with the current available capabilities, and then to make recommendations on what technical and tactical improvements could be to increase this effectiveness.

To serve the purpose of the study, PISCES II (Potential Incident Simulation Control and Evaluation System) oil spill modelling and decision support system were used. First of all surface current structure, which is the most important factor in this context, was created for the Istanbul Strait. Besides the using of PISCES current modelling feature, previous studies on surface current modelling for Istanbul Strait have been also taken into account. In addition to this, surface current data which is produced by Turkish Naval Forces Office of Navigation Hydrography and Oceanography and Republic of Turkey Ministry of Transport and Infrastructure Directorate of General of Coastal Safety has been also incorporated into the PISCES.

After integrating other factors, wind and weather averages, into the system, oil spill models were created on a seasonal basis. Within 36 oil spill scenarios, it is determined how the oil can be controlled when these modelled pollutions are handled by the existing assets in the hands of public and private companies, and this situation is compared with the control mode that occurs when the assets are modified. The main idea for modifying the assets is enhancing their capabilities. Within this frame, the maximum height of barriers has been updated from 1.6m. to 3m. and the capacity of skimmers has been raised to 200 m³/h from 50 m³/h.

The fundamental tactic for northern and middle part of the Strait was using the coves for containment the spilled oil with the barriers which has been deployed in a cascade form. With diverting the oil to the coves it would be possible to collect with the skimmers. However; based on the output of the scenarios with 1.6m height of barriers, it has been observed that, barriers with this height were not able to control the oil and divert it to the coves. It has been identified that increasing the height of the barriers has a radical benefit in controlling the oil. As a result of the study, how to use the

barriers in the response operation against oil pollution in the Istanbul Strait, the ways in which surface vessels are used in these operations and the importance of the first reaction time are demonstrated with comparative statistics.

The excessive surface velocity of the Strait makes it necessary to intervene the oil on the sea surface as soon as possible. Depending on the increasing time, it becomes more difficult to collect the fuel, whose composition changes as a result of its interaction with the air. Time increases the toxicity of the sea area where the oil spreads and make the intervention impossible by sinking to the bottom of the sea and thus to paralyze the marine life. It takes at least 2-2.5 hours for intervention with 1000 meters barrier which is inflated by external compressors from a single point. It is considered that this period is unfavourable in waters with high current speed rate and narrow coastal areas such as the Istanbul Strait. It is of great importance for the barriers, which are the first and necessary condition of mechanical intervention to oil pollution at sea, to be prepared as independent of human intervention as possible, in order to shorten the duration of the intervention. In this context, it is considered that using the self inflatable barriers in Istanbul Strait will provide a great benefit since it will reduce the time to be ready for intervention to around 1 hour.

Another result which has been reached at the end of this study is; in the pollution that may occur in the northern and middle parts of the Strait, barriers could be used in a cascade mode with diverting purpose to direct the oil to the bays, which has got reverse flow current, and the oil could be collected here either by skimmers or by suction pumps on land. In this context, Keçilik and Anadolukavağı bays in the northern part, Paşabahçe bay and north of Kandilli in the central part stand out as areas where oil can be diverted.

In a pollution that may occur in the southern parts, it was determined that the oil spread to the Marmara Sea in a very short time due to the high-speed South-directional surface currents, and the Prince Islands were exposed to pollution in about 5 hours. Output of this result, although it is possible to use the coves in the northern and middle part the Strait, for the southern part, it is mandatory to use surface vessels for deploying the barriers and skimmers in open waters. Based on current resources, 1 ERV (Emergency Response Vessel – Nene Hatun) and 1 ORV (Oil Recovery Vessel – Seyit Onbaşı) are the only main response vessels for big size of oil spills. It has been evaluated in the conclusion that, procurement of more ERV/ORV should be taken into account.

In the light of oil spill modelling for southern part, it was proposed that the presence of an effective response unit consisting of surface vessels with mechanical assets in the southern part of the Istanbul Strait is required. And this unit could be deployed in Kınalıada, especially for search and rescue purposes, as a result of the cost-effectiveness analysis.

Another result of the study was about integration of stakeholders on the foundation of decision making system. Within this scope it has been advised that; decision makers for emergency situation in Turkey such as; Ministry of Environment and Urbanization, Ministry of Transport and Infrastructure, Directorate of General of Coastal Safety, Ministry of Interior Disaster and Emergency Management Presidency etc. should be synchronized by way of any system such as YAKAMOS, OSCAR, PISCES etc. perpetually. Therefore, decision making system has to have real time information feeding from Turkish State Meteorological Service for weather data, Turkish Naval Forces Office of Navigation Hydrography and Oceanography and Republic of Turkey Ministry of Transport and Infrastructure Directorate of General of Coastal Safety for

sea surface current flow. In this way, in cases such as marine pollution, where the response time is vital, via this decision support system, which is in effect 24/7, all stakeholders will be able to predict the location and type of intervention measures shortly after the event.

The approaches proposed in this study can be developed through similar studies of decision makers and can be used for; improving technical capabilities, making decision to which bays of the Istanbul Strait could be used as a location for diverting the oil, deployment locations of response assets and contribution to the creation / development of their contingency plans.





1. GİRİŞ

“Gelişen dünya ekonomisi, insanoğlunun artan refah seviyesi ve buna paralel artan ihtiyaçları, bu ihtiyaçların gerektirdiği hammadde ve bunun arz ve talep kaynakları arasındaki ulaşımı”; çapı gün geçtikçe büyüyen bu döngü, küresel taşımacılığın tonaj açısından en büyük hacme sahip modu olan deniz taşımacılığının rolünü de artırmaktadır. Petrol, özellikle sanayiye yönelik, en önemli hammadde kaynağını teşkil etmekte olup, küresel ölçekte taşınmasında büyük oranda deniz ulaşımına bağımlı durumdadır. Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development – UNCTAD) 2019 verilerine göre, 11 milyar ton ile dünya ticaret hacminin 4/5’inin arz ve talep noktaları arasındaki ulaşımını sağlayan deniz taşımacılığı küresel ticaretin belkemiğini oluşturmaktadır. Deniz taşımacılığının içerisinde petrol ise, 3.2 milyar ton ile bu yolla taşınan mallar arasında en büyük hacmi oluşturmaktadır (UNCTAD, 2019).

Deniz taşımacılığında kullanılan su yolları içerisinde boğazlar, dar sular ve kanallar, mesafelerin kısalması açısından avantaj yaratmakla birlikte, trafik yoğunluğu, morfolojik ve oşinografik faktörler gözönünde bulundurulduğunda seyrüsefer emniyeti ve çevre kirliliğine yönelik riskleri de bünyesinde muhafaza etmektedir. Türk Boğazlarını oluşturan İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı da, özellikle Hazar Denizi petrolünün taşınmasında stratejik önemi haiz su yoludur. Bu öneminin yanısıra Türk Boğazları, geçmişte yaşanmış örneklerde de olduğu gibi, olası kazalarda önemli çevre felaketlerine maruz kalma potansiyeline de sahiptir.

Türk Boğazları içerisinde İstanbul Boğazı, keskin dönüş yerleri ve dar yapısıyla morfolojik açıdan, kuvvetli ve birbirine ters yüzey ve dip akıntılarıyla oşinografik açıdan geçiş yapan gemilere seyrüsefer tehlikesi yaratmaktadır. Oşinografik ve morfolojik özelliklerinin yanısıra İstanbul Boğazı yoğun gemi trafiği açısından da büyük riskler barındırmaktadır. İstanbul Boğazı geçiş rejimini düzenleyen Montrö (Montreux) Sözleşmesinin imzalandığı 1936 yılında İstanbul Boğazından günde yaklaşık 17 gemi geçmekte iken (Korçak, 2015), T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) verilerine göre 2019 yılı itibarıyla bu rakam 114’e ulaşmıştır. İstanbul

Boğazi'ndan geçen gemilerin yük analizleri yapıldığında, 2019 yılında toplamda 8957 adet petrol, kimyasal, sıvılaştırılmış doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı taşıyan tankerin geçiş yaptığı tespit edilmiştir (UAB, 2020).

İstanbul Boğazi'ndaki bu seyrüsefer zorlukları ve yoğun deniz trafiği geçmişte ciddi boyutta kazaları ve çevre felaketlerini de beraberinde getirmiştir. Örneğin, 1979 yılında yaşanmış olan Independenta ve 1994 yılındaki Nassia kazaları sonucunda toplam 72 mürettebat hayatını kaybetmiş, 115000 ton tehlikeli madde İstanbul Boğazi'na dökülmüştür (Korçak, 2015). Bu kazalar neticesinde çok sayıda gemi adamı hayatını kaybederken, gerek denize yayılan, gerekse yanan petrol yüzünden çok büyük çevre felaketi yaşanmıştır. Yaşanan bu sosyal ve çevresel kayıpların yanısıra, Boğazın günlerce deniz trafiğine kapalı kalması aynı zamanda ekonomik zararları da beraberinde getirmiştir.

Dünyada meydana gelen önemli kazalar ele alındığında; 1967 yılında İngiltere'nin güneyinde meydana gelen ve yaklaşık 120.000 ton ham petrolün denize dökülmesiyle sonuçlanan Torrey Canyon tanker kazası, açık denizdeki petrol kirliliğinden etkilenebilecek kıyı devletlerinin müdahale yetkisi konusundaki rejimin belirlenmesi ihtiyacını ortaya koymuştur. Böylece, bahse konu devletlere kendi kıyılarına yönelik muhtemel kirliliği veya kirlilik tehlikesini önlemek, azaltmak veya ortadan kaldırmak üzere açık denizde gerekli bazı tedbirler alma hak ve yetkisini veren "Açık Denizde Petrol Kirlenmesi Olaylarına Müdahale Hakkında Uluslararası Sözleşme (INTERVENTION 69)" 1969 yılında imzalanmıştır.

1978 yılında Fransa'nın kuzeybatısında meydana gelen ve yaklaşık 225.000 ton ham petrolün denize yayıldığı Amaco Cadiz kazasından sonra, gemi adamlarının çalışma şartları ile deniz kirliliğine yönelik alınan tedbirlerin denetlenmesi gereği ortaya çıkmış ve bu kapsamda liman devleti kontrolü (port state control) uygulamasının ilk taslağını oluşturan Paris Memorandum of Understanding on Port State Control (Paris MoU) 1982 yılında imzalanmıştır.

1989 yılında Alaska körfezinde 37.000 ton ham petrolün denize dökülmesiyle sonuçlanan Exxon Valdez tanker kazasından sonra ise, sadece ilgili kıyı devletini değil kıyıdaş diğer devletleri de tehdit eden bu tarz büyük çaplı deniz kirliliklerine tek bir devletin müdahalesinin yeterli olmayacağı, karşılıklı işbirliği ve koordinasyonun gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Buna paralel olarak; devletlere denizde petrol

kirliliğine hazırlıklı olmak üzere etkin bir organizasyon oluşturma ve müdahaleye yönelik imkan ve kabiliyetlerini geliştirme sorumluluğu getiren, diğer devletlerle karşılıklı destek kapsamında bu imkanlarını paylaşma ve bölgesel işbirliği organizasyonları oluşturma tavsiyelerinde bulunan “Petrol Kirliliğine Karşı Hazırlıklı Olma, Müdahale ve İşbirliği Uluslararası Sözleşmesi (OPRC 1990)” 1990 yılında imzalanmıştır.

Deniz Kirliliği ile mücadelede en kapsamlı ve etkin uluslararası sözleşme olan OPRC 1990’a paralel olarak Türkiye, “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair 5312 sayılı Kanun”u 2005 yılında yürürlüğe sokmuştur. Denizel çevrenin petrol ve türevlerinden kaynaklanan kirliliğe karşı korunmasına yönelik birincil mevzuat statüsünde bulunan bu kanun ve onun 2006 yılında yürürlüğe giren uygulama yönetmeliği, acil müdahale sisteminin ve bu konudaki yetki, görev ve sorumlulukların genel çerçevesini çizmekte, kirlilik gerçekleştiği takdirde müdahale esaslarını ortaya koymaktadır.

Türkiye, gerek ulusal gerekse uluslararası menfaatler açısından hayati önemi haiz Türk Boğazlarından geçişi düzenleyen 1936 Montrö Sözleşmesi ile birlikte, seyir, can ve mal güvenliğini sağlayacak ulusal bazda ilave tedbirleri de almış, bu kapsamda 1994 yılında “Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü”nü yürürlüğe sokmuştur. Türk Boğazlarında olası kazaları önlemeye yönelik alınan tedbirler kapsamında, Aralık 2003’te Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri Sistemi de devreye girmiştir. Diğer yandan mevzuat bakımından yeni kanun ve yönetmelikler yürürlüğe sokulurken, kazalar neticesinde oluşabilecek deniz kirliliğine müdahaleye yönelik birçok yüzer unsur ve ekipman envantere alınmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı; İstanbul Boğazı’nda olası bir kaza neticesinde oluşacak petrol kirliliğine, öncelikle envanterde mevcut donanım ile nasıl müdahale edilebileceğini, sonrasında ise donanımda yapılacak iyileştirmelerle gerçekleştirilecek bir müdahalenin ne gibi avantajlar sağlayacağını oluşturulacak senaryolar kapsamında bir simülasyon vasıtasıyla ortaya koymaktır.

1.2 Araştırma Metodu

Çalışmanın amacına yönelik olarak; İstanbul Boğazı'nda bir tanker kazası ve akabinde deniz üzerinde büyük miktarda yakıt kirliliği senaryosu oluşturulmuş, bu senaryo farklı mevki ve meteorolojik şartlar uygulanarak çeşitlendirilmiştir. Oluşturulan bu durum senaryoları, TRANSAS Potential Incident Simulation, Control and Evaluation System (PISCES) simülasyon programına işlenmiş, denize dökülen yakıtın zamana bağlı olarak nasıl yayılım göstereceği ortaya konmuş, müteakiben yine PISCES vasıtasıyla öncelikle elde mevcut yakıt kirliliği müdahale vasıtaları kullanılarak ne kadar sürede ve etkinlikte kontrol altına alınabileceği simüle edilmiştir. Daha sonra bahse konu müdahale vasıtalarının teknik şartlarında iyileştirme ve konuşlanma yerlerinde değişiklik yapıldığı takdirde bu süre ve etkinliğin ne şekilde değişebileceği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar çerçevesinde; yakıt kirliliğine müdahalenin etkinliğinin artırılmasına yönelik tekliflerde bulunulmuştur.

PISCES, komuta merkezi tatbikatları ile saha eğitimlerini hazırlamak ve icra etmek üzere dizayn edilmiş bir olay müdahale simülatörü ve karar destek sistemidir. Uygulama, yakıt kirliliğine müdahale eğitimlerine destek amaçlı geliştirilmiş olup, akıntı şartları, hava durumu, deniz durumu ve hassas alanlar gibi çevresel faktörlerin yanı sıra insan müdahalelerini de simüle etmektedir. Deniz haritalarının geniş kapsama alanı sayesinde PISCES, çalışma sahasını kolay ve yüksek doğruluk oranında tanımlayabilmektedir. Yüzey akıntı sahası ise, temel vektör girdilerinin zamana bağlı enterpolasyonlarından oluşmaktadır. Müdahale simülasyonu, bariyer, yağ toplayıcı ve yüzer unsurlar gibi yakıt kirliliği için kullanılan çeşitli kaynakların modellemesini ihtiva etmektedir.

Yapılan çalışmada, İstanbul Boğazı'nda oluşturulacak senaryo kapsamında, PISCES karar destek sisteminde yakıt yayılımına temel teşkil edecek yüzey akıntı haritası için referans akıntı vektörlerinin sistem tarafından enterpole edilmesi sağlanmıştır. Bu enterpole değerler, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD) Başkanlığı tarafından hazırlanmış olan Türk Boğazları Oşinografi Atlası (SHOD, 2009), daha önce aynı bölgede çalışma yapmış olan (Can, 2007), (Özyalvaç, 2009), (Koroglu & Kabdasli, 2011), (Doğrul, 2010), (Bozkurtoğlu, 2017), (Başar, 2003)'nin yüzey akıntı modelleri ve UAB bağlısı Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) tarafından İstanbul Boğazı'na yerleştirilmiş olan akıntı

şamandralarının istatistiki verileri ile desteklenmiş ve mevsimlere göre İstanbul Boğazı yüzey akıntı haritaları oluşturulmuştur.

Oluşturulan senaryolara girdi teşkil eden hava sıcaklığı, rüzgâr durumu, deniz suyu sıcaklığı gibi meteorolojik veriler için, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı bağlısı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden mevsimsel ortalamaların resmi istatistikleri talep edilmiş ve temin edilen değerler PISCES simülasyon programına sokulmuştur.

Senaryolarda yakıt kirliliklerinin başlangıç mevkilerine karar vermek üzere; İstanbul Boğazı için daha önce yapılmış olan deniz kazaları analizleri ile hassasiyet analizleri incelenmiş, en çok kaza oluşan ve en çok hassasiyet arz eden bölgeler ortaya konmuştur.

Denizde oluşan yakıt kirliliğine müdahale etmek üzere UAB tarafından yetkilendirilmiş olan KEGM ile sivil şirketlerin müdahale imkan kabiliyetleri ve bunların konuşlanma yerleri ortaya konmuş, PISCES simülasyon programında senaryolar bu envanter bilgileri üzerine tesis edilmiştir.

Çalışmanın amacına hizmet etmek üzere, yukarıda bahse konu tüm simülasyon altyapı verilerinin elde edilmesine müteakip, İstanbul Boğazının kaza riski en yüksek 3 bölgesi belirlenmiş, bu bölgelerin her birinde aynı yakıt kirliliği senaryosu her bir mevsim için ayrı ayrı oluşturulmuş ve yakıtın deniz üzerinde zamana bağlı olarak nasıl bir yayılım göstereceği ortaya konmuştur. Daha sonra bu kirliliklere öncelikle envantere bulunan vasıtalarla müdahale edilmiş, müteakiben bunların teknik özellikleri geliştirilmiş versiyonları kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmış ve optimum müdahale şartlarını sağlayacak taktikler ortaya konmuştur.

Oluşturulan senaryolar içerisinde sonuç ve tekliflere esas teşkil edecek olan seçeneğe karar verilirken, İstanbul Boğazı'nda oluşabilecek yakıt kirliliğinde en çok zararı yaratacak meteorolojik şartlar gözönüne alınmış, bu kapsamda rüzgârın, hâkim yön olan Poyraz'dan estiği esas alınarak senaryolar oluşturulmuştur.

1.3 Literatür Araştırması

Çalışmanın amacına yönelik olarak daha önceden yapılmış çalışmalar, alt kategorilere ayrılarak incelenmiştir.

Öncelikle senaryoya temel teşkil edecek yakıt kirliliği başlangıç mahallerinin tespiti maksadıyla İstanbul Boğazı'nın seyir güvenliği açısından en riskli bölgeleri ortaya konmaya çalışılmış, bu kapsamda daha önceden yapılmış morfolojik, oşinografik, kaza ve çevresel hassasiyet analiz çalışmaları incelenmiştir:

(Dikerler, 2007) yüksek lisans tez çalışmasında; İstanbul Boğazı çalışma alanında Çevresel Hassasiyet İndeksi uygulayarak hassas kıyı alanlarını tespit etmiş, bu paralelde Boğaz'da belirlediği üç hassas nokta (Rumeli Kavağı-Anadolu Kavağı, Tarabya-Paşabahçe, Eminönü-Haliç), için kaza senaryoları yaratmış ve müdahale edilememesi durumunda olumsuz etkilere maruz kalacak doğal kaynakları ortaya koymuştur.

(Otay ve Özkan, 2005) çalışmalarında, İstanbul Boğazı'nın morfolojik, hidrografik ve oşinografik özellikleri ile gemi geçiş istatistikleri ve kaptan/pilotaj hatalarını gözönünde bulundurarak matematiksel modeller vasıtasıyla gemi kazalarına yönelik risk bölgelerini ortaya çıkarmışlardır. Bu kapsamda İstanbul Boğazı'nın seyir emniyeti açısından en riskli bölgelerini; çarpışma açısından Sarıyer, Emirgan-Kanlıca, Rumeli Hisarı-Kandilli, sahile bindirme ve karaya oturma açısından ise Emirgan, Bebek, Kuruçeşme olarak değerlendirmişlerdir.

(Koldemir, 2009) “Seyir Güvenliği Açısından İstanbul Boğazı'nda Riskli Bölgelerin Belirlenmesi; Kaza Noktalarının Güncellenmesi” çalışmasında nokta analizi metodu vasıtasıyla İstanbul Boğazı'nın seyir güvenliği açısından riskli bölgelerini ortaya koymuş, bu kapsamda Ortaköy - Beylerbeyi ile Ahırkapı Feneri – İnciburnu Feneri arasındaki alanı kaza riski en yüksek bölge olarak değerlendirmiştir.

(Ece, 2005) doktora tezi çalışmasında ise; İstanbul Boğazı'nda meydana gelmiş kazaların çeşitli metodlar vasıtasıyla analizini yapmış, deniz kazalarına yönelik riskli bölgeleri ortaya koymuştur. Bu kapsamda özellikle Paşabahçe- Rumeli Kavağı ve Rumeli Kavağı-Anadolu Feneri arasındaki bölgenin seyir emniyeti açısından en riskli deniz alanı olduğunu değerlendirmiştir.

(Küçükosmanoğlu, 2012) çalışmasında İstanbul Boğazı'ndaki deniz kazalarının olasılığını ve riskini belirlemeye yönelik “MAcRisk” risk değerlendirme metodunu kullanmış, bu paralelde İstanbul Boğazı'ndaki deniz kazalarını tahmin edebilmek için bir yapay sinir ağları modeli geliştirilmiştir.

(Küçükosmanoğlu, 2008) “Sızıntı Miktarının Deniz Kazaları Risk Modeli (MARİSK) ile Araştırılması” konulu doktora tez çalışmasında; Monte Carlo yöntemi ile bir risk değerlendirme modeli (MARİSK) kullanmış, olay ve kusur tipine göre kazaları istatistiksel olarak incelenmiş ve kaza olasılığı dağılımlarını belirlemiştir. Bu çalışmada Türkiye’deki her bölge için kaza sonucunda muhtemel yakıt sızıntı miktarları öngörülerek, olay tipine göre kaza riskleri belirlenmiştir.

Deniz kazaları ve bunun sonucunda meydana gelebilecek yakıt kirliliğinin önlenmesine yönelik alınacak tedbirlerin yasal zeminine yönelik araştırmalar yapılmış bu kapsamda;

(Fitoz, 2009) yüksek lisans çalışmasında denizel çevrenin kirlenmesine yönelik olarak uluslararası mevzuatlar ile uluslararası ve bölgesel işbirliklerini incelemiş, Türkiye’deki ulusal mevzuat düzenlemeleri ile karşılaştırılmış ve Türk Boğazları’nda deniz kirliliğine yönelik alınması gereken önlemler ve idari organizasyona yönelik iyileştirme teklifleri sunmuştur.

(Turan, 2009) çalışmasında, petrol kaynaklı deniz kirliliklerine karşı Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO) tarafından 1990 yılında ortaya konan OPRC (International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation) sözleşmesinin paralelinde, Türkiye’nin deniz kirliliği ile mücadeleyle yönelik ulusal mevzuat düzenlemelerini, tarihsel, hukuki ve politik süreç açısından incelemiş aynı zamanda Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri mevzuatları ile karşılaştırmıştır.

(Baylan, 2011) ise tezinde, Avrupa ve Türkiye’deki deniz kirliliği sistemlerini karşılaştırmış, büyük oranda İstanbul Boğazı etrafında yoğunlaşan mevcut sistemin geliştirilmesine yönelik öneriler sunmuştur.

(Şihmantepe ve Aşan, 2018) yaptıkları çalışmada ise; denizel çevrenin petrolden kaynaklanan kirliliğe karşı korunmasına yönelik Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından 1990 yılında yayımlanan OPRC sözleşmesi ile 2000 yılında yayımlanan OPRC-HNS (Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances) protokolünü, Türkiye’de yayımlanmış olan ulusal mevzuat ile karşılaştırmış ve iyileştirme tekliflerinde bulunmuşlardır.

Deniz alanında meydana gelebilecek bir gemi kazası ve sonrasında oluşacak yakıt sızıntısının nasıl yayılacağı ve buna müdahale esasları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde;

(Korçak, 2015) çalışmasında İstanbul Boğazı'nda olası bir deniz kazasının yaratacağı can ve mal kayıpları ile yakıt kirliliği sebebiyle oluşacak çevre kirliliği risklerini yayılım modelleri vasıtasıyla sayısal olarak ortaya koymuştur.

(Köroğlu ve Kabdaşlı, 2011) İstanbul Boğazı Haydarpaşa liman bölgesinde bir petrol kirliliği senaryosu oluşturmuş, bu kirliliğin OilMap programı vasıtasıyla yayılım modelini ortaya çıkarmış, “kimyasal çökeltici (dispersant)” kullanımının etkinliğini ve 1 saat içerisinde yapılacak ilk müdahalenin önemini vurgulamıştır.

(Güven ve diğerleri, 2004) 2002 yılında yaşanan deniz kazasının ardından Gotia gemisinden İstanbul Boğazı sularına yayılan petrolün nereleri kirlettiği, hangi deniz canlılarının ne oranda zarar gördüğü ve hangi kıyıda ne oranda kirlenmenin yaşandığını ortaya koymuştur.

(Doğrul, 2010) tezinde İstanbul Boğazı Rumeli Kavağı bölgesinde meydana gelen bir yakıt kirliliğinin yayılımı, hesaplı akışkanlar mekaniği yöntemi kullanılarak modellemiştir.

(Başar, 2003) Princeton Ocean Model (POM) kullanarak İstanbul Boğazı yüzey akıntı modelini çıkartmış General NOAA Oil Modeling Environment (GNOME) modeli ile de zamana bağlı olarak yakıt yayılımını ve riskli bölgeleri tespit etmiştir. (Can, 2007) ise çalışmasında Fluent ve GNOME programları vasıtasıyla İstanbul Boğazı'nda yakıt dağılımı simülasyonunu gerçekleştirmiştir.

(Bozkurtoğlu, 2017) makale çalışmasında, geliştirdiği Particle Tracking Oil Spill Model (PTOSM) vasıtasıyla İstanbul Boğazı'nda yakıt yayılım modellemesi ortaya koymuş ve bariyerlerle müdahaleye yönelik tavsiyelerde bulunmuştur.

(Özsoy, 2014) çalışmasında Karadeniz'de İstanbul Boğazı Kuzey çıkışında, 2010 and 2012 yılları yaz ve sonbahar aylarında RADARSAT-1 uydusu vasıtasıyla deniz kirliliğine yönelik olarak elde edilen 12 adet dar bant görüntünün değerlendirmesini yapmış, yakıt kirliliğinin tespitine yönelik uydu kullanımının etkinliğini ortaya koymuştur.

(Marta-Almeida ve diğeri, 2013) Teksas kıyılarındaki Krimsk kazası, Galiçya bölgesindeki Prestije kazası ve Brezilya kıyılarındaki Campos kazasını GNOME yazılımı vasıtasıyla simüle etmişler, meydana gelen gerçek yakıt yayılımları ile karşılaştırarak GNOME'un etkinliğini ortaya koymuşlardır.

(Ventikos ve diğeri 2004) yakıt yayılımına müdahale vasıtalarının kullanımında operasyonel sentez yaparak karar verme süreci geliştirmişler, hangi vasıtanın ne ölçüde etkin ve öncelikli kullanılması gerektiğini örneklerle değerlendirmişlerdir.

(Perkovic ve diğeri 2008) makalelerinde, Lübnan krizi sırasında deniz kirliliğine yönelik elde edilen uydu görüntüleri ile PISCES-II simülasyon çıktılarını karşılaştırmışlar ve PISCES-II'nin etkinlik ve doğruluğunu ortaya koymuşlardır. Benzer bir çalışma (Nicolae ve diğeri 2016) tarafından Karadeniz'e yönelik yapılmış, bu çalışmada Romanya kıyılarında bir yakıt kirliliği senaryosu üretilerek meteorolojik ve oşinografik veriler ışığında yakıtın deniz yüzeyinde nasıl yayılacağı, müdahaleye yönelik teknik ekipman tahsisi ve karar süreci PISCES-II vasıtasıyla simüle edilmiştir.

(Perkovic ve diğeri, 2010)'da ise deniz kirliliği yaratan geminin tespiti üzerine çalışma yapılmış, bu kapsamda uydu görüntüleri ile deniz kirliliğinin tespit edilmesi, PISCES-II karar destek sistemine entegre Otomatik Tanımlama Sistemi (Automatic Identification System-AIS) vasıtasıyla yakıt kirliliğine yönelik şüpheli gemilerin ortaya çıkarılması, PISCES-II sisteminin geri oynatma (back tracking) özelliği kullanılarak deniz kirliliği yaratan kaynak geminin tespit edilmesi yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmanın ana hedefine yönelik olarak, deniz yüzeyine sızan yakıtın nasıl yayılacağına belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaca hizmet edecek en önemli faktör ise çalışma alanı olarak belirlenen deniz yüzey alanının akıntı haritasının doğru olarak ortaya konmasıdır. Buna yönelik olarak daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde ise;

(Özyalvaç, 2009) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında, İstanbul Boğazı'nda mevsimsel bazda yapılan ölçümler neticesinde toplanan veriler incelenmiş Boğazdaki akıntı rejimleri ve su kütlesi değişimi ortaya konmuştur.

(Özsoy ve diğeri, 2002) ADCP / CTD yöntemleri, akıntıölçerler ve deniz seviye ölçümleri vasıtasıyla elde ettikleri değerleri analiz etmişler ve İstanbul Boğazı'nın 3 boyutlu hidrografi ve akıntı haritasını ortaya çıkartmışlardır.

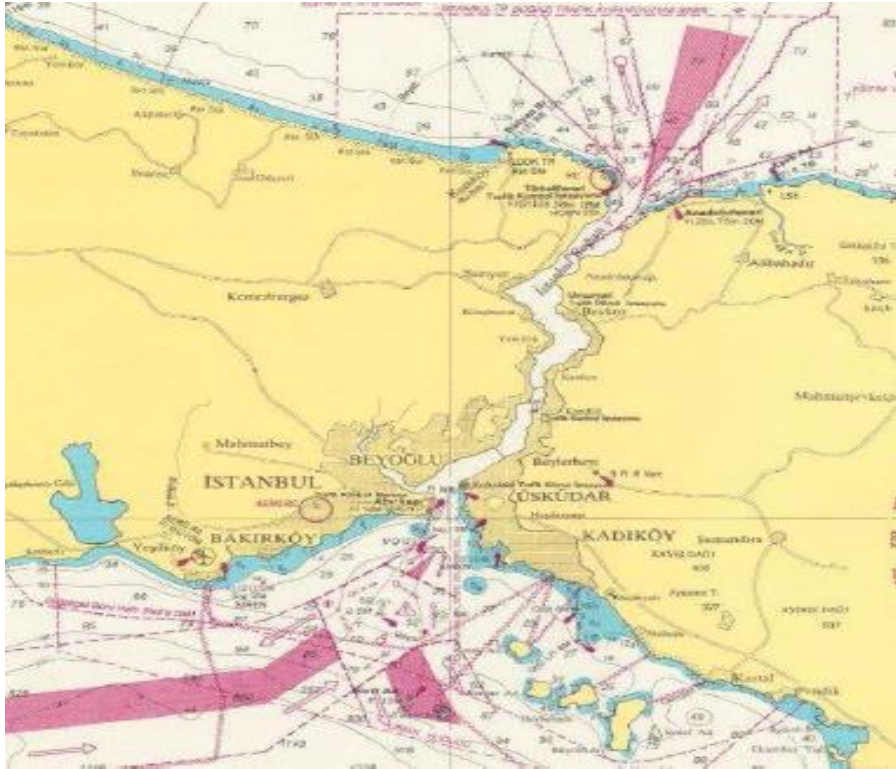
Yapılan literatür araştırması neticesinde; İstanbul Boğazı'nda bir çok konuda analiz yapıldığı, özellikle yüzey akıntılarının yapısı ve yakıt yayılımının nasıl olacağının çok detaylı bir şekilde ortaya konduğu tespit edilmiştir. Bu paralelde denize dökülen yakıtı nasıl müdahale edilebileceği hakkında öngörü ve değerlendirme seviyesinde çok nitelikli teklifler sunulmuş olmakla birlikte, bunların herhangi bir analiz, modelleme ya da simülasyon çalışması dahilinde ölçülerek yapılmış teklifler olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada daha önce yapılmış olanlardan farklı olarak, müdahale vasıtalarının etkinliklerini ölçmek hedef alınmıştır. Bu kapsamda öncelikle elde mevcut müdahale vasıtalarının etkinliği değerlendirilecek müteakiben teknik şartları modifiye edilen vasıtaların müdahale etkinliğine nasıl bir katkı yapacağı ortaya konacaktır.

2. İSTANBUL BOĞAZI'NIN KARAKTERİSTİK YAPISI

Tez çalışmasının inceleme sahası olan İstanbul Boğazı, birçok farklı özelliği bünyesinde barındırmakta olup, kaza analizleri, enerji üretimi, seyir emniyeti, çevre kirliliği simülasyonları gibi farklı alanlarda yapılan araştırmalarda bu özelliklerin her birinin gözönüne alınması gerekmektedir.

2.1 İstanbul Boğazı'nın Morfolojik Yapısı

Dar geçiş yolları, keskin dönüş yerleri, koyları ve burunları sayesinde morfolojik açıdan dünyadaki tehlikeli su yollarından birini teşkil eden İstanbul Boğazı, Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği (2019)'ne göre kuzeyde Anadolu Feneri ve Türkeli Fenerleri'ni birleştiren hat ile güneyde Ahırkapı Feneri ile Kadıköy İnceburun Mendirek Feneri'ni birleştiren hattın arasında kalan deniz sahası olarak kabul edilir.



Şekil 2.1: İstanbul Boğazı haritası (SHOD, 2004).

İstanbul Boğazı, etrafında yerleşik nüfusun kalabalık olmasının yanısıra gemi trafiği açısından da birçok riski bünyesinde barındırmaktadır. Orta hat temel alındığında 17 nm uzunluğa sahip Boğaz, 30 ila 110 m. arasında değişen derinliklere ve en dar yeri olan Aşiyan-Kandilli arasında 698 m. genişliğe sahiptir. Bu mevkie yaklaşık 45° lik dönüş yapmaları gereken gemiler, 12 adet dönüş yeri bulunan bu tehlikeli ve dar suyolunda Yeniköy burnunu dönerken de 80° lik bir rota değişimine maruz kalmaktadırlar (Orakçı, 2006).

2.2 İstanbul Boğazı'nın Meteorolojik Yapısı

T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden temin edilen ve EK-A'da belirtilen istatistiki veriler ışığında;

İstanbul Boğazı mevsimsel hâkim rüzgâr yönü ve ortalama rüzgâr hızı; Kış mevsimi için güney kesimlerde güney – güneybatı yönlerden 4,3 m/sn, kuzey kesimlerde kuzey yönlerden 4,7 m/sn, İlkbahar mevsimi için güney kesimlerde kuzey yönlerden 2,5 m/sn, kuzey kesimlerde kuzey yönlerden 2,9 m/sn, Yaz mevsimi için güney kesimlerde kuzey yönlerden 3,2 m/sn, kuzey kesimlerde kuzey yönlerden 4,1 m/sn ve Sonbahar mevsimi için güney kesimlerde kuzey yönlerden 3,3 m/sn, kuzey kesimlerde kuzey yönlerden 4,3 m/sn olarak tespit edilmiştir (MGM, 2019).

İstanbul Boğazı mevsimsel bazda ortalama deniz suyu sıcaklıkları ise Kış mevsiminde 6,9 °C, İlkbahar mevsiminde 13,3 °C, Yaz mevsiminde 22,1 °C ve Sonbahar mevsiminde 15,1 °C olarak tespit edilmiştir (MGM, 2019).

Boğaz'ın mevsimsel bazda ortalama hava sıcaklıkları bakıldığında Kış mevsiminde kuzey kesimlerde 7,6 °C güney kesimlerde 8,1 °C, İlkbahar mevsiminde kuzey kesimlerde 17,3 °C, güney kesimlerde 17,7 °C, Yaz mevsiminde kuzey kesimlerde 25,4 °C, güney kesimlerde 25,9 °C ve Sonbahar mevsiminde kuzey kesimlerde 16,1 °C, güney kesimlerde 16,4 °C olduğu görülmüştür (MGM, 2019).

2.3 İstanbul Boğazı'nın Oşinografik Yapısı

Morfolojik açıdan ihtiva ettiği seyir tehlikelerinin yanısıra İstanbul Boğazı güney yönlü yüzey ve kuzey yönlü dip akıntılarıyla da kendine özel bir yapıya sahiptir. Tüm gemiler için özellikle güney bölgelerde zaman zaman 6-7 kts'ı bulan yüzey akıntıları seyir emniyeti açısından risk yaratırken dip akıntıları derin drafta sahip gemiler

açısından bu riski daha da artırmaktadır. Bahse konu bu akıntılar seyir tehlikesi yaratmanın yanısıra olası bir yakıt kirliliğinde de potansiyel tehdit oluşturmaktadır. Deniz yüzeyinde bulunan yakıt kirliliğinin yayılım simülasyonunun doğru bir sonuç vermesi, ancak deniz alanı yüzey akıntısının doğru olarak modellenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu kapsamda çalışmaya konu olan İstanbul Boğazı yüzey akıntı haritasının PISCES simülasyonuna entegre edilmesi maksadıyla, daha önceden yapılmış modelleme çalışmaları ile SHOD Türk Boğazları Akıntı Atlasları incelenmiş, büyük oranda benzerlik ihtiva etmelerinin yanısıra, özellikle koylardaki akıntıların yön ve süratlerinde küçük farklılıklar tespit edilmiştir. Modelleme çalışmaları neticesinde ortaya çıkarılan akıntı haritalarının, fiilen yapılan ölçümleri ihtiva eden yüzey akıntı haritalarının yetersiz olmasından dolayı karşılaştırılmaması bu konuda ilave çalışma yapılması ihtiyacını doğurmuştur. Halen İstanbul Boğazı'nın, fiilen yapılmış ölçümlerin mevsimsel ortalamalarını yansıtan yüzey akıntı haritalarının bulunmadığı tespit edilmiştir. SHOD akıntı atlaslarının, sadece belirli tarihlerde yapılmış ölçümleri çalışmalara büyük oranda katkı vermekle birlikte, mevsimlere göre değişen şartlarda yapılan yakıt kirliliği simülasyon çalışmaları için yetersiz kalmıştır. Özellikle fiilen icra edilmiş akıntı ölçümlerinin çalışmaya yansıtılabilmesi maksadıyla; öncelikle PISCES-II simülasyonu ile İstanbul Boğazı akıntı modellemesi yapılmıştır. SHOD tarafından yapılan ölçümler, EK-B'de yer alan KEGM akıntı şamandıraları ile yapılmış ölçümler ve SHOD Akıntı Atlasları dikkate alınarak modellemenin eksik ya da hatalı kısımları düzeltilerek akıntı haritaları oluşturulmuştur. Bu şekilde oluşturulan ve EK-C'de mevsimsel ortalama vektörel büyüklükleri verilen yüzey akıntı değerlerinin yakıt yayılımını daha sağlıklı ortaya koyacağı değerlendirilmiştir.

2.4 İstanbul Boğazı Gemi Trafığı

İstanbul Boğazı'nda seyir yapan gemiler fiziksel şartların getirdiği seyrusefer zorluklarının yanısıra trafik yoğunluğunun ortaya çıkardığı risklere de maruz kalmaktadırlar. Bu yoğunluğun içerisinde petrol tankerleri boyutları, tonajları ve yük kategorileri açısından riskin seviyesini artıran önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadırlar. T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) verilerine göre İstanbul Boğazı yıllara sari gemi geçiş sayısı istatistikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir

Çizelge 2.1: İstanbul Boğazı gemi geçiş istatistik özeti (UAB, 2020).

YILLAR	Gemi Adedi	Toplam Gros Ton	Kılavuz Alan	Sp1 Veren	Uğraksız Gemi	Boyu 200 M'den Büyük	500 GT'den Küçük	Toplam Tankerler			Yedekli Geçiş
								TTA	LPG/LNG	TCH	
2006	54.880	475.796.880	26.589	53.324	31.880	3.653	2.176	7.659	814	1.680	111
2007	56.606	484.867.696	26.685	55.132	31.826	3.653	2.138	7.204	800	2.050	105
2008	54.396	515.639.614	27.001	53.232	31.762	3.911	1.800	6.564	764	1.975	119
2009	51.422	514.656.446	24.977	50.712	32.297	3.871	1.128	6.557	866	1.876	122
2010	50.871	505.615.881	26.035	50.020	28.668	3.623	1.377	6.464	1.099	1.711	115
2011	49.798	523.543.509	26.011	49.179	27.938	3.800	1.046	6.216	1.227	1.660	93
2012	48.329	550.526.579	24.812	47.638	27.345	3.866	1.064	5.913	1.336	1.779	98
2013	46.532	551.771.780	24.023	45.616	26.577	3.801	1.192	5.685	1.741	1.580	87
2014	45.529	582.468.334	24.508	44.928	26.212	4.295	928	5.587	1.540	1.618	90
2015	43.544	565.216.784	23.349	43.039	25.243	3.930	879	5.825	1.232	1.576	71
2016	42.553	565.282.287	22.356	42.132	26.050	3.873	522	6.033	989	1.681	73
2017	42.978	599.324.748	24.059	42.700	26.111	4.005	436	6.212	742	1.878	88
2018	41.103	613.088.166	23.565	40.844	25.884	4.106	508	6.014	623	1.950	116
2019	41.112	638.892.062	26.632	40.870	26.138	4.400	333	5.934	561	2.462	89

Boğaz'dan geçen gemi sayıları incelendiğinde yıllara bağlı gemi geçiş adedinde azalma meydana gelmekle birlikte geçişte taşınan toplam tonajın ve boyu 200 m.'den büyük gemilerin geçiş adedinde artma meydana gelmiştir. Bu istatistik İstanbul Boğazı'nda büyük tonajlı gemilerin yıldan yıla daha fazla sayıda geçiş yaptığını, bu paralelde, morfolojik ve oşinografik açıdan birçok seyir tehlikesini bünyesinde barındıran Boğaz'ın gemi kazası, can ve mal kaybı ile çevre kirliliğine yönelik risklerinin de giderek arttığını göstermektedir. Gemi geçiş sayıları tiplerine göre analiz edildiğinde, örneğin 2018 yılında, toplam geçişin %14'ünü petrol tankerleri, % 5.5'ini kimyasal tankerler ve % 1.5'ünü LPG/LNG tankerlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Böylece geçiş yapan her 5 gemiden 1'inin, kazaya maruz kaldığında sosyo-ekonomik zarar ve çevre kirliliği yaratma potansiyeli çok yüksek tipte kargo taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Yerel trafik açısından da İstanbul Boğazı Dünya'nın önde gelen deniz trafiği yoğun dar suyollarından birisidir. (Korçak, 2015)'in tez çalışmasında da belirtildiği üzere 23 hat üzerinden seyir icra eden yerel trafik, İstanbul Boğazı'nda en yüksek oranda Kız Kulesi ve Ortaköy Bankı arasında kalan alanda tehlike yaratmaktadır.



3. İSTANBUL BOĞAZI RİSKLİ BÖLGE ANALİZİ

İstanbul Boğazı'nda oluşabilecek bir yakıt kirliliğine müdahaleye yönelik oluşturulacak senaryoya temel teşkil edecek kaza mahallerinin tespiti maksadıyla öncelikle en riskli bölgelerin ortaya konması amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak; 2'nci bölümde yapılan incelemeye istinaden morfolojik ve oşinografik açıdan Yeniköy Burnu ile Aşiyân-Kandilli arasındaki alan en riskli bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Yerel deniz trafiğinin en yoğun olduğu Kız Kulesi ve Ortaköy Bankı arasında kalan alan bir diğer riskli yüksek bölge olarak tespit edilmiştir. Bu bölümde de geçmişte oluşan gemi kazalarının yoğunlaştığı bölgeler ile daha önceden yapılmış analizler neticesinde belirlenen hassas alanlar ortaya konacaktır.

3.1 İstanbul Boğazı'nda Gemi Kazalarının Mevkileri

İstanbul Boğazı'nda yaşanmış gemi kazaları birçok araştırmacı tarafından analiz edilmiş ve çeşitli sebep sonuç ilişkileri ortaya konmuştur. Çalışmanın amacına yönelik olarak bahse konu kazalar meydana geldikleri mevkiler itibarıyla incelenecek olup bu konuda (Korçak, 2015)'in Boğaz'ı Şekil 3.1'deki kesimlere ayırarak 2000-2014 yılları arasında kapsayan istatistik bilgileri ile Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 2014-2017 arası bilgiler Çizelge 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1: İstanbul Boğazı kesimleri (Korçak, 2015).

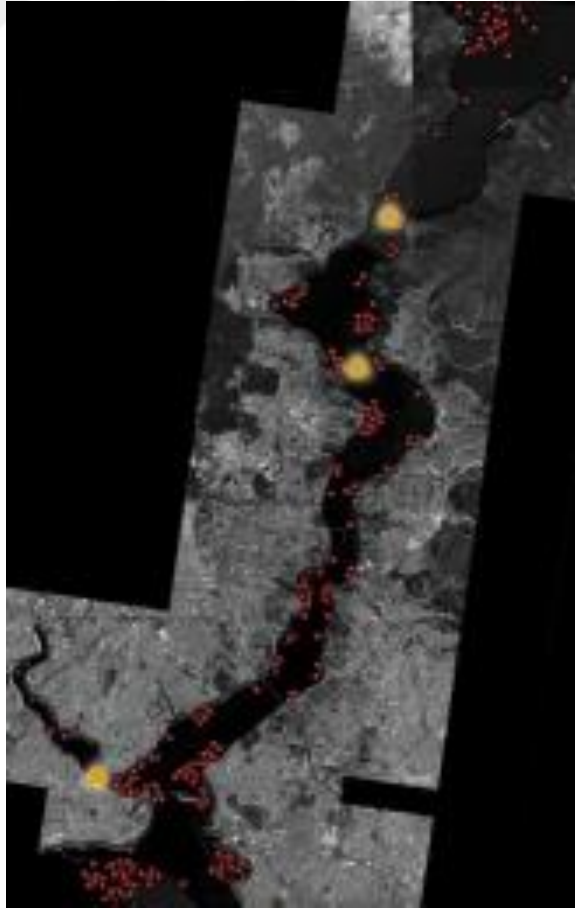
Çizelge 3.1: İstanbul Boğazı'nda meydana gelen kazaların yıllara göre dağılımı (Korçak, 2015), (KEGM, 2018).

Kesim	YIL																		Toplam
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kuzey Demir Sahası	0	4	2	0	1	2	0	1	8	3	3	0	2	2	0	0	0	0	28
1	0	0	0	1	0	4	4	0	2	0	2	0	1	0	0	3	1	0	18
2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7
3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
4	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	2	6	3	0	3	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	22
7	0	3	3	2	2	1	0	0	2	1	2	0	1	1	1	0	0	0	19
8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	5
9	0	0	2	1	1	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	11
10	1	0	0	0	0	1	5	1	0	0	3	3	0	3	1	0	0	0	18
11	3	0	3	4	3	2	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	20
12	1	1	1	0	1	3	2	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	14
13	1	0	1	1	1	1	1	3	2	1	2	0	1	3	1	0	0	0	19
14	1	1	4	2	0	4	0	1	2	1	1	3	4	1	0	0	0	0	25
15	1	0	0	1	1	0	4	0	0	0	1	2	2	5	1	0	0	0	18
16	1	2	0	1	6	4	0	3	3	2	4	4	3	1	1	1	2	2	40
Güney DemirSahası	4	6	2	1	10	7	16	19	14	17	21	10	2	4	3	1	7	5	149
Toplam	14	21	24	18	28	35	36	32	37	29	48	27	17	21	9	8	14	7	425

Yapılan bu analiz, daha önce yapılmış diğer kaza analizleri ile de karşılaştırılmış ve İstanbul Boğazı'nda kaza oranlarının en yüksek olduğu kesimler; kuzey demir sahası-Fil Burnu bölgesi, Rumeli kavağı-Aşiyen arası, Kanlıca-Ortaköy arası ile güney demir sahası olarak belirlenmiştir (Korçak, 2015).

3.2 İstanbul Boğazı Hassasiyet Analizi

Boğaz'da yakıt kirliliği senaryolarının hangi mevkilerde başlatılacağına karar vermek üzere incelenen bir diğer çalışma alanı ise hassasiyet analizleri olmuş, bu kapsamda İstanbul Boğazı'nın gerek sosyo-ekonomik, gerek kültürel, gerekse ekolojik açıdan en hassas bölgelerinin nereler olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu konuda daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde; (Dikerler, 2007) “Çevresel Duyarlılık İndeksi ve Boğaziçi Örneği” isimli Yüksek Lisans tez çalışmasında İstanbul Boğazı'nın tüm kıyı alanlarını hassasiyet kategorilerine göre analiz etmiş, yakıt kirliliği senaryosuna temel teşkil etmek üzere Şekil 3.2'de belirtilen, kuzeyden güneye, Rumeli kavağı-Anadolu kavağı arası, Paşabahçe koyu kuzeyi ve Haliç girişini tespit etmiştir.

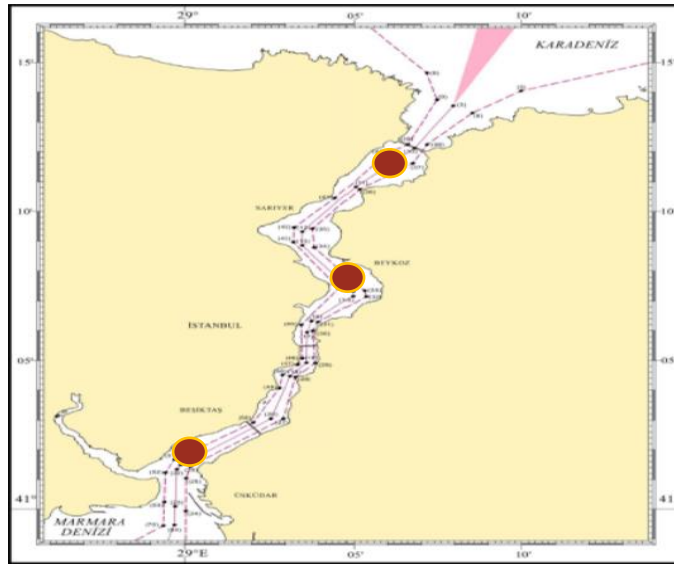


Şekil 3.2: Yakıt kirliliği senaryosu gemi kazası mevkileri (Dikerler, 2007).

Benzer şekilde MEKE Deniz Temizleme ve Atık Toplama Hizmetleri Tic. A.Ş. firması tarafından yapılan çevresel hassasiyet indeksine dayalı risk analizi haritasında, İstanbul Boğazı kuzey girişi ile Anadolu kavağı arası bölge, Paşabahçe koyu, Beylerbeyi-Haliç girişi arasında kalan alanlarda hassasiyetlerin yoğunluk kazandığı tespit edilmiştir (MEKE, 2015).

3.3 Simülasyon Çalışmasına Esas İstanbul Boğazı Risk Bölgeleri

Çalışmanın amacına yönelik olarak oluşturulmak istenen yakıt kirliliği simülasyonuna temel teşkil edecek gemi kazaları mevkilerine karar verebilmek için şu ana kadar İstanbul Boğazı'nın; morfolojik ve oşinografik açıdan seyir tehlikesi en yüksek yerleri ortaya konmuş, geçmişte yaşanmış gemi kazalarının nerelerde yoğunlaştığı tespit edilmiş, sosyo-ekonomik, ekolojik ve kültürel açıdan en hassas kıyı alanları belirlenmiştir. Yakıt kirliliği senaryolarının çeşitlendirilmesi amacıyla kuzey, orta ve güney bölgelerde tüm bu analizlerin ortak mevkileri gemi kazaları mevkileri olarak kararlaştırılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde, Şekil 3.3'te belirtilen Rumeli kavağı-Anadolu kavağı arası, Paşabahçe koyu-Yeniköy arası ve Haydarpaşa-Kız kulesi arasında kalan bölgelerde meydana gelebilecek bir gemi kazası ve sonrasında oluşacak yakıt kirliliğinin nasıl yayılacağı, buna nasıl müdahale edilebileceği ve deniz yüzeyinde bulunan yakıtın hangi koylarda toplanabileceği, simülasyon çalışmaları neticesinde değerlendirilmeye çalışılacaktır.



Şekil 3.3: İstanbul Boğazı yakıt kirliliği senaryoları gemi kazaları mevkileri (Url 1).

4. DENİZDE YAKIT KİRLİLİĞİ İLE MÜCADELE

Küresel ölçekte petrol, ekonomik kalkınma için ülkelerin en önemli enerji kaynağı konumunu sürdürmekte, bu durum petrol ticaretini geliştirmekte ve paralelinde deniz taşımacılığını önemli bir öncelik haline getirmektedir. UNCTAD 2019 verilerine göre ise petrol, 2018 yılında deniz yoluyla taşınan toplam 11 milyar ton yük içerisinde 3.2 milyar ton ile %29'luk önemli bir hacme sahiptir. Bu kadar büyük hacimde taşınan bir malın kazalar neticesinde denize dökülmesi ve akabinde yarattığı çevre kirliliğinin boyutu da bir o kadar büyük olmaktadır.

4.1 Petrolün Özellikleri

Deniz kirliliğine müdahale terminolojisinde “petrol” kelimesi, hem “ham petrol” hem de damıtılmasıyla elde edilen “rafine ürünleri” kapsamaktadır. "Petrol", kimyagerlerin "hidrokarbon" olarak adlandırdığı karbon ve hidrojenden oluşan çeşitli kimyasal bileşikler kapsamakta; bununla birlikte hidrokarbon olmayan bazı organik ve inorganik bileşikler de petrol türevlerinin bir parçasını oluşturmaktadır. Petrol ve türevlerinin kategorileri; viskoziteleri, parlama noktaları, yoğunlukları vb. özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Denize dökülen petrolün kategorisi; havayla temas süresi ve buna bağlı olarak kimyasal ve fiziksel özelliklerinde değişimi ile müdahale yöntemlerini etkileyeceğinden, büyük önem arz etmektedir. Çizelge 4.1'de ham petrolün kategorileri ve buna bağlı olarak özellikleri yer almaktadır (IMO/UNEP, 2000).

Çizelge 4.1: Ham petrol kategorileri (IMO/UNEP, 2000).

KATEGORİ	ÜLKE	TİP	DENSİTE/ SPECIFIC GRAVITY	VİSCOSİTE [CsT]/	[°C] POUR POINT
1. YÜKSEK PARAFİNLI İÇERİK	EGYPT	El Morgan Gamba	0.874	at 38°C 13	13
	GABON	Es Sider	0.872	28.5	30
	LIBYA		0.841	5.7	9
	NIGERIA	Nigerian Light	0.844	3.6	21
2. ORTALAMA MİKTAR PARAFİN İÇERİK	QATAR	Qatar	0.814	at 10°C 4.5	-18
	RUSSIA	Romaskinskaya	0.859	20	-4
	ALGERIA	Zarzaitine Brega	0.816	9	-15
	LIBYA	Zueitina Iranian	0.824	6.3	-18
	IRAN	Light Iranian	0.808	5	-12
		Heavy Northern	0.854	20	-4
	IRAQ	Iraq	0.869	30	-7
	ABU DHABI		0.845	9	-15
3. ALÇAK MİKTAR PARAFİN İÇERİK	ALGERIA	Hassi Messaoud	0.802	at 30°C 3	<-30
	NIGERIA	Arzew	0.809	4,3	<-30
	KUWAIT	Nigerian Medium	0.907	60	<-30
	ARABIE SAUDI	Nigerian Export	0.872	13	<-30
	ARABIA	Kuwait	0.869	30	-18
	IRAQ	Arabian Light	0.851	12	<-30
	OMAN	Arabian Medium	0.874	29	-15
	VENEZUELA		0.887	80	<-30
4. ÇOK DÜŞÜK PARAFİN	VENEZUELA	Bachaquero Tia	0.978	at 38°C 1280	-7
		Juana pes	0.980	2980	-3

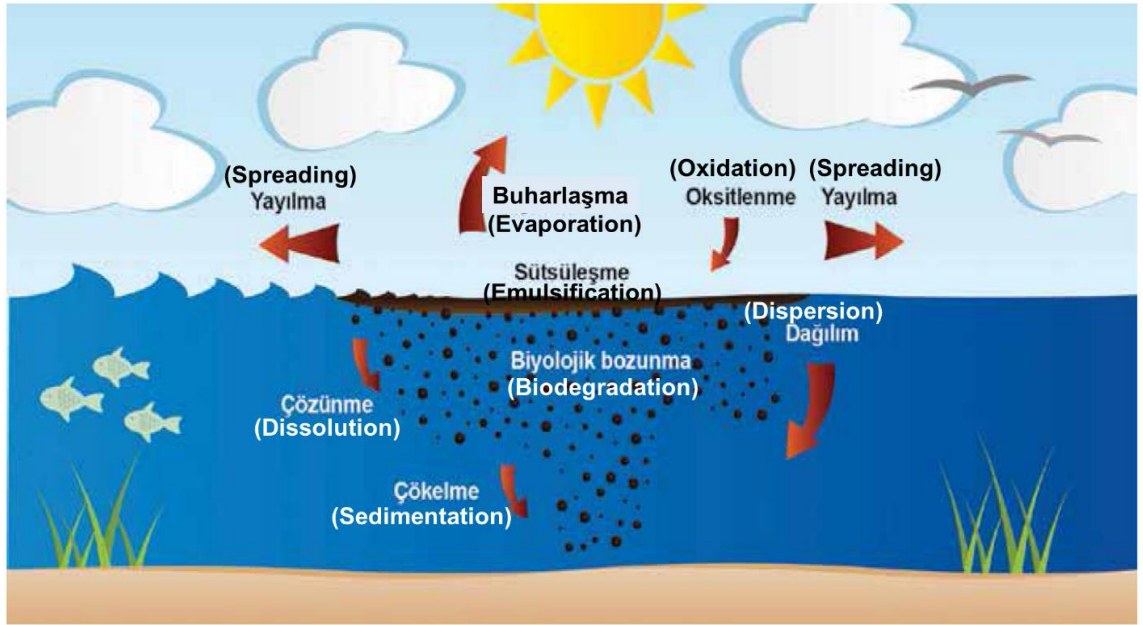
4.2 Petrolün Deniz Yüzeyindeki Davranışları

Deniz yüzeyine yayılmış bir petrol tabakası su ve havanın karşılıklı olarak değişimini yok ederek denizin oksijen tazelemesini engellemekte, güneş ışınlarının önüne geçerek klorofil sentezini kesmekte ve sıcaklıkta artışa neden olarak oksijen tüketen mikroorganizmaların çoğalmasını sağlamaktadır (IMO/UNEP, 2000).

Petrol ve türevlerinin denizel çevre üzerindeki biyolojik etkileri çeşitli ve karmaşık olup, bazıları etkilerini hemen bazıları ise uzun vadede göstermektedir. Bu etkiler deniz üzerinde ve içinde yaşayan hayvan ve bitki türlerine farklı derecelerde tesir etmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri ise; solunması veya büyük miktarda yutulması yoluyla doğrudan zehirlenmenin yanı sıra, petrol ile temas eden bazı deniz canlılarının (balık, kabuklu hayvanlar, kabuklu deniz ürünleri) tüketimi ile dolaylı yoldan tehlike yaratabilmektedir.

Deniz üzerine yayılan petrolün hava ve su ile etkileşimi neticesinde göstereceği davranış biçimleri, gerek insan sağlığına, gerekse denizel çevreye vereceği zararı minimize etmek üzere en kısa zamanda müdahaleyi zorunlu kılmaktadır. Deniz yüzeyindeki bu yakıtta müdahalenin gecikmesi, yarattığı çevresel zararın artmasının yanısıra zamana bağlı olarak mücadeleyi de zorlaştırmaktadır.

Petrol, karada veya deniz üzerinde döküldüğünde, zamana bağlı olarak “davranış” olarak adlandırılan bir dizi değişim sürecine girmektedir. Bu davranışlar; *hareketlenme (movement)* ile kimyasal ve fiziksel özelliklerinde değişimin olduğu “*hava etkisiyle aşındırma süreçleri- (weathering)*” olarak iki ana başlıkta ele alınabilir (Fingas, 2014). Bunların alt süreçleri ise Şekil 4.1’de yer alan hava ile etkileşim biçimlerinde gerçekleşmekte olup bunların detay bilgileri müteakip maddelerde belirtilmiştir.

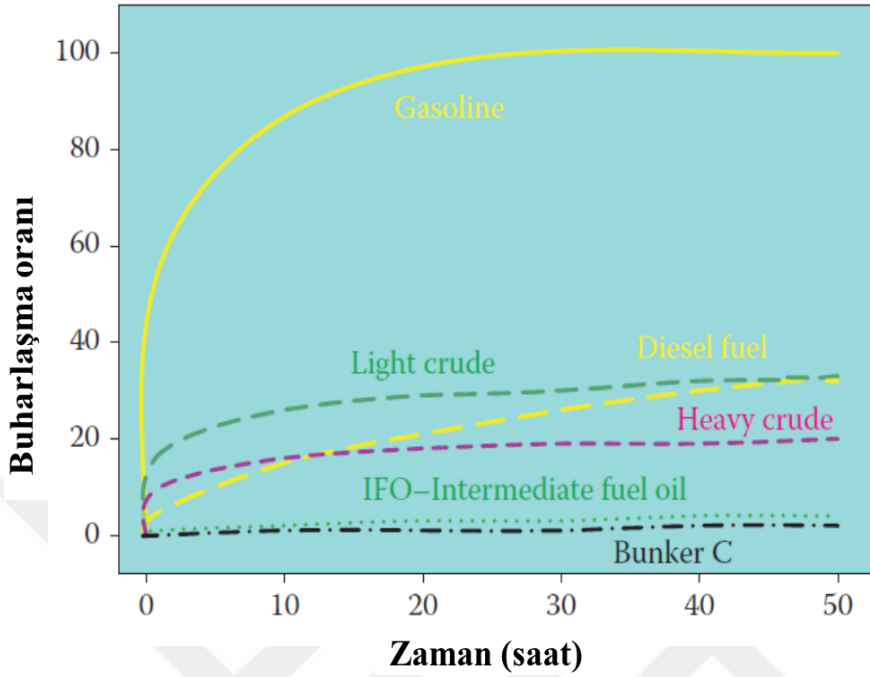


Şekil 4.1: Petrolün deniz üzerinde davranış süreçleri (Url 2).

4.2.1 Buharlaşma (Evaporation)

Hava etkisiyle aşınma sürecinin en çok önemli parçasını oluşturan buharlaşma, dökülme sonrasında denize ya da karaya yayılan petrolün üzerinde en fazla etkiye sahip olmaktadır. Benzin vb hafif yakıtlar dökülme sonrası donma noktası üzeri hava sıcaklıklarında birkaç gün içerisinde tamamen yok olurken daha ağır Bunker C tipi yakıtların çok az bir miktarı buharlaşmaktadır. Daha ağır yakıtların bazı bileşenleri ise

yüksek sıcaklık ve uzun sürelerde bile buharlaşmamaktadır (IMO/UNEP, 2000). Şekil 4.2’de petrol ve türevlerinin zamana bağlı olarak buharlaşma oranları sunulmuştur.



Şekil 4.2: Petrol ve türevlerinin buharlaşma oranları (Fingas, 2014).

4.2.2 Yayılma (Spreading)

Deniz yüzeyine dökülen petrolün en belirgin özelliği, yerçekimi, viskozite ve yüzey gerilimi altında yatay olarak yayılma eğilimidir. Bu sürecin ilk dominant etkisi, yakıtın viskozitesinin de etken olduğu yerçekimi faktörüdür. Birkaç saat sonra, yakıt kalınlığı azalmakta ve yerçekimi kuvvetinin yerine yüzey gerilimi ana yayılma kuvveti olarak işlev görmeye başlamaktadır (IMO/UNEP, 2000).

Doğal yayılma eğilimlerine ek olarak, sudaki yakıt tabakaları esas olarak yüzey akıntıları ve rüzgârların etkisiyle hareket ederler. Genellikle yüzey akıntısı bu harekette % 100 etki ederken rüzgâr hızının yaklaşık % 3'ü buna katkıda bulunmaktadır (Fingas, 2014).

4.2.3 Çözünme (Dissolution)

Çözünme sürecinde, petrolün en hafif bileşenleri kalın tabakanın altında suyun içine çözünmektedirler. Bunlar geniş anlamda reçine olarak kategorilendirilen, düşük molekül ağırlıklı aromatiklerdir. Sadece küçük bir miktar, genellikle petrolün yüzde birlik kısmından çok daha az, aslında su kolonuna girmektedir. Çözünmenin önemi,

çözünür aromatik bileşiklerin balıklar ve diğer su canlıları için toksik olmasıdır. Sığ suda çok miktarda çözünür aromatik bileşen içeren bir yakıt sızıntısı meydana gelmesi, önemli miktarda canlı organizmanın ölmesine sebep olabilmektedir. Benzin, dizel yakıt ve hafif ham petrol, sudaki toksisiteye neden olma olasılığı en yüksek yakıt tipleridir. Uzun süredir aşınma (weathering) sürecinde bulunan bir yakıtın suda çözünmesi olası değildir (Fingas, 2014).

4.2.4 Sütsüleşme (Emulsification)

Sütsüleşme, bir sıvının diğerine küçük damlacıklar halinde nüfuz etme işlemi olup su deniz yüzeyindeki yakıtta çeşitli şekilde nüfuz edebilir. Deniz üzerindeki bir yakıtı sütsüleştirmiş (emulsion) olarak nitelemek için, ürünün belirli bir stabiliteye sahip olması gerekir.

Sütsüleşme oluşumunun bir petrol döküntüsündeki önemi büyük olup en önemli etkisi döküntünün gerçek hacmini önemli ölçüde artırmasıdır. Tüm tipteki sütsümler başlangıçta yaklaşık % 50 ila % 70 su içermekte ve bu nedenle döküntü hacmi üç kattan fazla olabilmektedir. Daha da önemlisi, oluşan sütsümlerin tipine bağlı olarak yakıtın viskozitesi 1000 kat kadar artabilmektedir. Örneğin, başlangıçta bir motor yağınınki kadar viskoziteye sahip bir yakıt, hacim olarak üç katına çıkabilmekte ve sütsüleşmeyle birlikte neredeyse katı hale gelebilmektedir (Url 2).

4.2.5 Dağılma (Natural Dispersion)

Doğal dağılma, ince yakıt damlacıklarının dalga hareketiyle veya türbülansla su kolonuna aktarılmasıyla meydana gelmektedir. Doğal dağılım hem yakıt özelliklerine hem de deniz durumuna bağlıdır. Bunker C veya ağır ham petrol ve ürünleri doğal yollarla önemli ölçüde dağılmazken, asfalt ve reçine içeriği düşük hafif yakıtlar önemli ölçüde dağılabilmektedir (Fingas, 2014).

4.2.6 Oksidasyon (Photooxidation)

Oksidasyon güneşin bir yakıt tabakası üzerindeki etkisi olarak adlandırılmakta olup, oksijen ve karbon moleküllerinin birleşmesine ve bazen reçine gibi yeni ürünler oluşmasına sebep olabilmektedir. Çoğu yakıt tipi için oksidasyon, bir dökülmeden sonra davranış biçimlerini veya kütle dengelerini değiştirme açısından önem arz etmemektedir (IMO/UNEP, 2000).

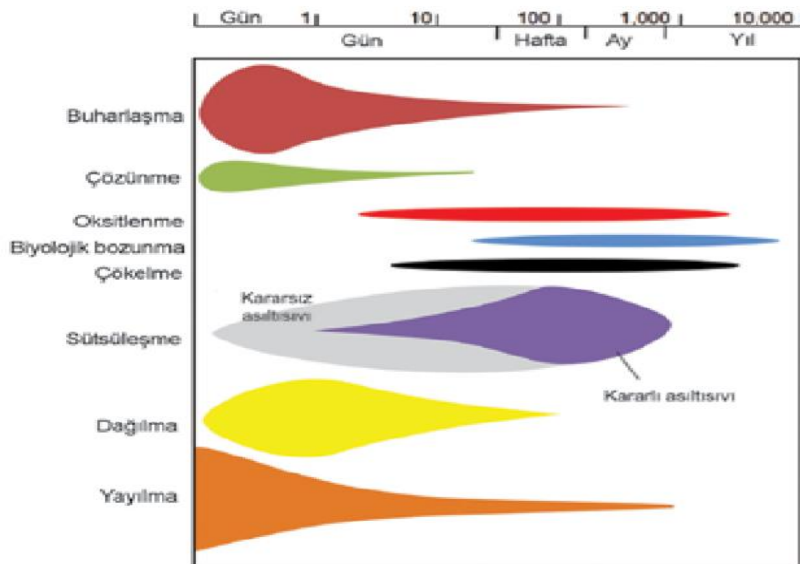
4.2.7 Biyolojik bozunma (Biodegradation)

Çok sayıda deniz canlısı, petrol hidrokarbonlarını bir gıda kaynağı olarak görerek parçalayabilmekte ve metabolize edebilmektedirler. Mikroorganizmalar tarafından metabolize edilen hidrokarbonlar, genellikle daha da bozulabilen, çözülebilen veya geri kalan yakıtta birikebilen oksitlenmiş bir bileşiğe dönüşmektedirler. Biyolojik bozulmaya uğramış su ürünlerinin toksitesi bazen ana bileşiklerden daha fazla olabilmektedir (Url 2).

4.2.8 Çökeltme (Sedimentation)

Çökeltme, petrolün denizin dibinde veya su kütlesi içerisinde birikme işlemidir. Çökelti, su moleküllerinin petrol içindeki mineral maddeler ile etkileşiminden sonra yakıt damlacıklarının sudan daha yüksek bir yoğunluğa ulaşmasıyla meydana gelmektedir. Yağ eklenmiş mineral parçacıkları sudan daha ağır olabilmekte ve tortu olarak deniz tabanına bataabilmekte veya yağ ayrılarak yeniden yüzebilmektedir. Yakıt dibine oturduğunda, genellikle diğer tortularla kaplanmakta ve çok yavaş bozunmaktadır (Fingas, 2014).

Yakıtın tüm bu denizde yayılma ve dağılma süreçleri, zamana bağlı olarak müdahalenin tipini ve organizasyonunu da etkilemektedir. Bu sebeple denizde yakıt kirliliğine müdahalede zaman faktörünün önemi, en az yakıtın cinsi, miktarı hava/deniz durumu vb. şartların oluşturduğu önem kadardır. Şekil 4.3, denize dökülen tipik bir ham petrolün zamana bağlı olarak aşınma süreçlerini göstermektedir.



Şekil 4.3: Ham petrolün zamana bağlı olarak aşınma süreçleri (Url 2).

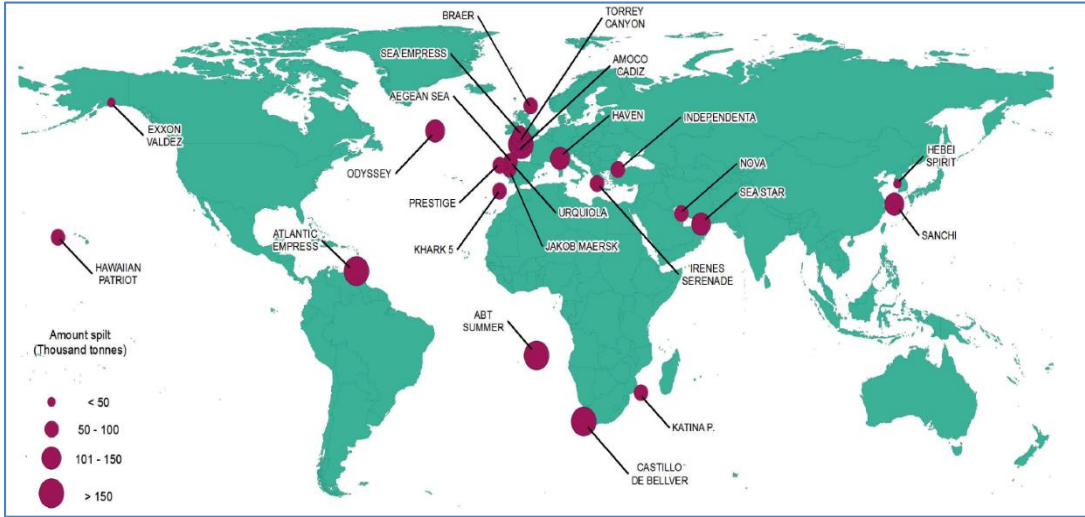
4.3 Dünya’da Petrol Kirliliği Yaratan Önemli Deniz Kazaları

Fosil yakıtların önemli bir enerji hammadde kaynağı olmakla birlikte aynı zamanda ciddi çevre sorunlarına yol açtığı uzun yıllardır tartışılmakta ve alternatifleri aranmaktadır. Bu fosil yakıtların içerisinde petrol, bünyesinde bulundurduğu hidrokarbon bileşiklerinin yoğunluğu sebebiyle, doğaya, onun ekolojik dengesine en çok zarar veren kaynakların başında gelmektedir. Özellikle denizel çevreye verdiği zararları önlemek veya yayıldığında bertaraf etmek, detaylı ve uzun zaman alan müdahale süreçlerine ihtiyaç duymaktadır.

Dünyada petrol kirliliği yaratan deniz kazaları incelendiğinde, ülkeler için siyah altın olan bu enerji kaynağının, bir diğer yandan doğal denge için siyah ölüm olduğu ortaya çıkmaktadır. Uluslararası Tanker Sahipleri Kirlilik Federasyonu-ITOPF verilerine göre, 1967 yılında İtalya’nın Sicilya adası açıklarında meydana gelen Torrey Canyon tanker kazası ve onrasında dünyada meydana gelen önemli petrol kirliliği yaratan tanker kazaları listesi Çizelge 4.2’de, bu kazaların mevkileri ise Şekil 4.4’te verilmiştir.

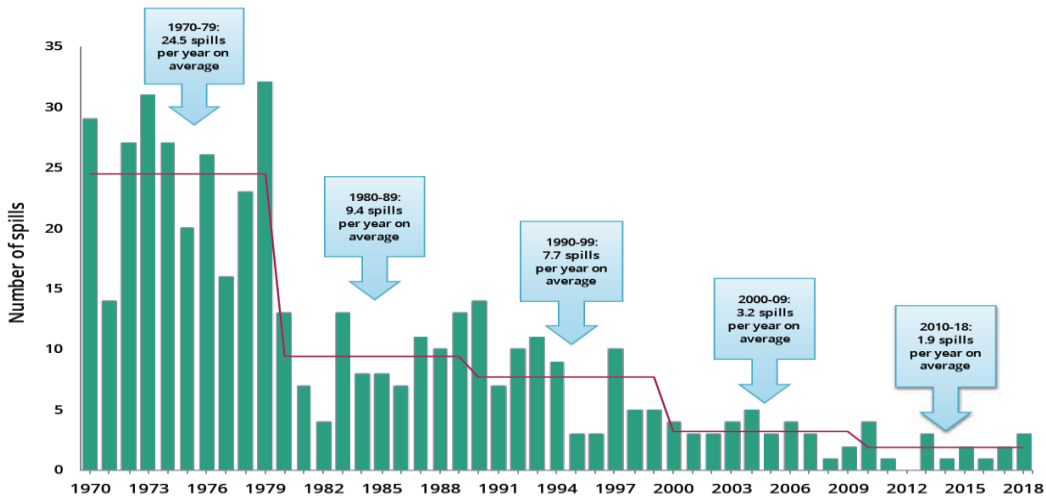
Çizelge 4.2: Dünyada petrol kirliliği yaratan önemli tanker kazaları (Url 3).

Position	Shipname	Year	Location	Spill size (tonnes)
1	ATLANTIC EMPRESS	1979	Off Tobago, West Indies	287,000
2	ABT SUMMER	1991	700 nautical miles off Angola	260,000
3	CASTILLO DE BELLVER	1983	Off Saldanha Bay, South Africa	252,000
4	AMOCO CADIZ	1978	Off Brittany, France	223,000
5	HAVEN	1991	Genoa, Italy	144,000
6	ODYSSEY	1988	700 nm off Nova Scotia, Canada	132,000
7	TORREY (ANYON)	1967	Scilly Isles, UK	119,000
8	SEA STAR	1972	Gulf of Oman	115,000
9	SANCHI	2018	Off Shanghai, China	113,000
10	IRENES SERENADE	1980	Navarino Bay, Greece	100,000
11	URQUIOLA	1976	La Coruna, Spain	100,000
12	HAWAIIAN PATRIOT	1977	300 nautical miles off Honolulu	95,000
13	INDEPENDENTA	1979	Istanbul Strait, Turkey	95,000
14	JAKOB MAERSK	1975	Oporto, Portugal	88,000
15	BRAER	1993	Shetland Islands, UK	85,000
16	AEGEAN SEA	1992	La Coruna, Spain	74,000
17	SEA EMPRESS	1996	Milford Haven, UK	72,000
18	KHARK 5	1989	120 nm off Atlantic coast of Morocco	70,000
19	NOVA	1985	Off Kharg Island, Gulf of Iran	70,000
20	KATINA P	1992	Off Maputo, Mozambique	67,000
21	PRESTIGE	2002	Off Galicia, Spain	63,000
22	EXXON VALDEZ	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37,000
23	HEBEI SPIRIT	2007	South Korea	11,000



Şekil 4.4: Dünyada petrol kirliliği yaratan önemli tanker kazaları mevkileri (Url 3).

Bu kazaların neticesinde denize yayılan petrolün yarattığı çevre kirliliği, özellikle sedimentasyon süreci, meydana geldiği bölgede silinemez izler bırakmış, toksik etkiye maruz kalan deniz canlıları vasıtasıyla daha farklı coğrafyalara da sirayet etmiştir. Bu çevre felaketleri neticesinde gerek uluslararası kuruluşlar küresel çapta gerekse ülkeler bölgesel ve bireysel olarak bir takım önlemleri yürürlüğe sokmuşlardır. Müteakip bölümlerde detaylandırılacak bu önlemler sayesinde tanker kazaları ve petrol kirliliklerinde bir azalma yaşanmış olmakla birlikte, denizel çevreye bu derece tehlike yaratan madde/maddelerin deniz üzerinde taşınıyor olmaları dahi felaket yaratma potansiyellerini devam ettirmektedir. 2018 yılında Doğu Çin denizinde meydana gelen kaza neticesinde batan Sanchi tankerinin yarattığı çevre kirliliği buna en çarpıcı örneği teşkil etmektedir. Şekil 4.5, deniz üzerinde meydana gelen 700 tonun üzerindeki petrol kirliliklerinin yıllara bağlı olarak ortalama sayılarını göstermektedir.



Şekil 4.5: 700 tonun üzerinde meydana gelen petrol kirliliği ortalamaları (Url 3).

4.4 İstanbul Boğazı'nda Petrol Kirliliği Yaratan Önemli Deniz Kazaları

Petrol kirliliği ile sonuçlanan önemli tanker kazalarında dünya genelinde olduğu gibi İstanbul Boğazı'nda da azalma sözkonusudur. Ancak geçiş yapan gemilerin boyutlarının büyümesiyle birlikte Boğaz'da yaşanacak kazanın yaratacağı çevre felaketinin boyutu da sürekli artma potansiyelindedir.

İstanbul Boğazı'nda yaşanmış olan tanker kazaları incelendiğinde, yarattığı tahribatla Independenta ilk sırada yer almaktadır. Rusya'dan aldığı yükü İtalya'ya götürmek üzere güney yönlü İstanbul Boğaz geçişini tamamlayan Yunan bandralı Evriali gemisi ile ham petrol yüklü olarak Romanya'ya gitmek üzere Boğaz'a Marmara'dan giriş yapan Independenta tankeri Haydarpaşa açıklarında çarpışmış ve akabinde tanker yanmaya başlayarak Haydarpaşa mendirek ağzında karaya oturmuştur. 15 Kasım 1979'da gerçekleşen bu kazadan sonra tanker yaklaşık 1 ay boyunca yanmaya devam etmiş, 46 mürettebattan 43'ü hayatını yitirmiştir (NOAA, 1992). Bu kaza neticesinde ne kadarlık bir petrolün denize yayıldığı, ne kadarının yandığı netleştirilememiştir. (NOAA, 1992)'ye göre petrolün büyük kısmı tankerle beraber yanmış, denize dökülen petrolün ise Haydarpaşa limanına sızmasına mani olmak maksadıyla liman girişine bariyer çekilmiş, ancak buna rağmen 380 varil petrol limana yayılmıştır. Bununla birlikte (Baykut, Aydın, ve Artüz, 1980)'e göre petrolün 64.000 tonluk çok büyük bir kısmı denize dökülmüş ve Marmara'ya doğru yayılmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde, Boğazın güney kesiminin yoğun bir petrol tabakası ile kaplandığı, Prens adaları ile İmralı adasının en çok kirlenen alanlar olduğu, kazanın Marmara denizinin kuzeyindeki dip yaşamının besin kaynağı olan planktonların % 96'sını öldürdüğü ve sadece 9 türün hayatta kalabildiği, dibe oturan petrol tabakasının kalınlığının yaklaşık 46 gr/m² olduğu tespit edilmiştir (Baykut et al., 1980). Bir başka çalışmada ise; bu kazanın oluşturduğu yangın süresince, havadaki toplam zehirli partikül miktarının 1000 mg/m³ e ulaştığı ve bu değer in insan sağlığı için belirlenen üst limitin dört katından fazla olduğu, içerisinde bulunan hafif bileşenlerin hızla buharlaşmasından dolayı ham petrolün, 5,5 km çapında bir alanda deniz dibine hızlıca çöktüğü ortaya konmuştur (Öztürk, Poyraz, ve Özgür, 2006).

1979 yılında yaşanan bu çevre felaketinden sonra 1994 senesinde İstanbul Boğazı'nın bu sefer kuzeyinde oluşan bir başka deniz kazası, denizde petrol kirliliği, yangın ve hava kirliliğine sebep olmuştur. Kıbrıs Rum bandralı Nassia tankeri ile yine aynı

bandralı Shipbroker kuruyük gemisi İstanbul Boğazı Kuzeyi Çalı Burnu - Fil Burnu arasındaki mevkide çarpışmış, Nassia tankeri yanmaya başlayarak biraz daha güneyde Dikilikaya fenerine yaslayarak yanmaya ve denize taşıdığı ham petrol yükünün bir kısmını sızdırmaya devam etmiştir. Farklı kaynaklarda denize dökülen petrolün miktarı 2000 ila 20.000 arasında değişik tonajlarda yer almakla birlikte, büyük kısmının yandığı söylenebilir. (Kılıç, 2010)'un ifade ettiği gibi “*Denize dökülen petrol büyük oranda yanmıştır ve yanması için uygun şartlar oluşturulmuştur. Bu sayede çevre kirliliği daha az olmuştur. Olay yerinde yakma (in-situ burning) kirliliğin boyut değiştirerek hava kirliliğine neden olmasına sebep olsa da bu şartlarda başka bir çare bulunamamıştır*”. Anılan tarihte denize dökülen petrole müdahale imkân kabiliyetlerinin sınırlı olduğu, mekanik ya da kimyasal yolla müdahale yerine petrolün bilinçli ve zorunlu olarak yanmaya bırakıldığı değerlendirilmektedir. Bu şekilde denizel çevrenin daha fazla kirlenmesine mani olunmuş ancak yanma sonucu ortaya çıkan toksik gazların zararı çok daha büyük boyutlara ulaştırdığı değerlendirilmektedir.

İstanbul Boğazı'nda meydana gelen petrol kirliliği sonuçlu gemi kazaları bunlarla sınırlı olmayıp, oluşan zararların en kayda değer örnekleri olarak burada yer verilmiştir. Özellikle bu iki kaza ve akabinde yaşanan çevre kirlilikleri, Boğaz gibi, etrafında yaşayan insan topluluklarının fazla, ekolojik çeşitliliğin zengin ve dengesinin hassas olduğu, fiziksel şartların petrol kirliliğine müdahaleyi zorlaştırdığı kısıtlı deniz alanlarında etkin bir ekipman ve personel organizasyonuna sahip olmanın önemini bir kez daha vurgulamıştır.

4.5 Yasal Mevzuat

Deniz taşımacılığı, taşıdığı yük miktarı açısından küresel ticaretin yüzde 90'ından fazlasına hizmet veren dünya endüstrilerinin belki de en uluslararası olanıdır. Gemiler uluslararası alanda hizmetlerini farklı ulusal yetki alanları içerisinde dolaşarak icra etmektedirler. Her kıyı devletinin, hükümlerlik hakları hariç, deniz taşımacılığına yönelik standart belirleme yetkisine sahip olması durumunda, gemilerin birçok farklı standarta tabi tutulmalarına, bunun da uyum ve maliyet sorunlarına yol açacağı çok açıktır. Denizcilik sektörünün bu karakteri, deniz taşımacılığının etkin, güvenli ve çevre dostu bir şekilde icra edilmesine yönelik uluslararası kurallar ve standartlar oluşturulmasını zorunlu kılmıştır.

4.5.1 Uluslararası alanda yasal mevzuat ve işbirlikleri

Uluslararası deniz taşımacılığının standartlarını oluşturmak üzere 1979 yılında Birleşmiş Milletler çatısı altında kurulan IMO tanker kazalarını ve petrol kirliliklerini önlemek üzere denizel çevreyle alakalı bir dizi mevzuatı yürürlüğe sokmuştur. Bununla birlikte, deniz yoluyla taşınan petrol miktarındaki artışın ve özellikle 1967 Torrey Canyon felaketinin, petrol kirliliği ile ilgili tedbirler alma girişimlerine ivme kazandırdığı söylenebilir (Akten, 2006). Bu önlemlerin en önemlilerinden biri, Uluslararası Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Sözleşmesi (MARPOL 73/78)'dir. Torrey Canyon felaketinin etkisiyle, IMO tarafından yürürlüğe sokulan MARPOL 73/78, gemiler tarafından denizel çevrenin kirlenmesinin önlenmesine yönelik ana uluslararası sözleşme olup 1'nci Eki petrol kirliliğine yönelik tedbirleri kapsamaktadır.

1969 yılına kadar, özellikle petrol sızıntısından kaynaklanan yükümlülüğü ve tazminatı ele alan hiçbir uluslararası sözleşme bulunmamaktaydı. Özellikle 1967 yılında İngiltere'nin güney sahillerinde meydana gelen Torrey Canyon kazası, petrol kirliliği sorumluluk ve tazminatıyla ilgili sorunların ele alınması için bir düzenlemenin gerekli olduğunu açıkça göstermiştir. Bu kapsamda, IMO himayesinde, uluslararası bir rejim oluşturulmuş, bu düzenlemenin ilk çerçevesi, 1969 Uluslararası Petrol Kirliliği Zararı Sivil Sorumluluk Sözleşmesi (*International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage - Civil Liability Convention 1969*) ve 1971 Petrol Kirliliği Zararı Tazminatı için Uluslararası Fonun Kurulmasına ilişkin Uluslararası Sözleşme (*1971 International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage - Fund Convention 1971*) ile belirlenmiştir. Bu iki rejim, 1992 yılında Sivil Sorumluluk Sözleşmesi (*Civil Liability Convention 1992 - CLC 92*) ve Fon Sözleşmesi (*Fund Convention 1992 - FUND 92*) adı altında yapılan düzenlemeler ile güncellenmiştir.

Torrey Canyon felaketi, açık denizlerde bu tip olaylarda devletlerin müdahale yetkilerine ilişkin bazı açık noktalar olduğu gerçeğini ortaya çıkarmış, başka bir bayrak devletinin gemisinden kaynaklanan petrol kirliliği tehdidinde maruz kalan kıyı devletinin müdahale yetkilerinin kapsamı üzerinde tartışmalar gündeme gelmiştir. 1969 yılında imzalanan Uluslararası Müdahale Sözleşmesi (*Intervention Convention-1969*) bir ülkenin, bir deniz kazası sonrasında kendi kıyı şeridinde oluşan petrol

kirliliği veya tehdidini önlemek, azaltmak veya ortadan kaldırmak için açık denizlerde gerekli olabilecek eylemlerde bulunma hakkını teyit etmiştir (Ramseur, 2010).

1989 yılında Alaska kıyılarında Exxon Valdez petrol tankerinin yarattığı çevre felaketi ise, büyük boyuttaki petrol kirliliklerinde ülkelerin karşılıklı yardım ve işbirliği oluşturma gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu kapsamda 1990 yılında Uluslararası Petrol Kirliliğine Hazırlık, Müdahale ve İşbirliği Sözleşmesi (*International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation – OPRC 1990¹*) kabul edilmiştir. OPRC'nin temel amacı; büyük bir petrol kirliliğine karşı hazırlık ve müdahaleye yönelik devletleri yeterli kapasiteyi geliştirmeye, sürdürmeye, karşılıklı yardıma ve uluslararası işbirliğine teşvik etmektir. OPRC; uluslararası işbirliği ve karşılıklı destek, kirlilik raporlama usulleri, petrol kirliliği acil müdahale planları, ulusal ve bölgesel hazırlık ve müdahale kapasitesi oluşturma, teknik işbirliği ve teknoloji transferi ile araştırma ve geliştirme ana başlıklarında düzenlemeler yapılmasına yönelik ülkelere yol gösterici nitelikte bir referans oluşturmaktadır.

Petrol kirliliğine karşı hazır olma ve müdahaleye yönelik düzenlenen 1990 OPRC sonrası yapılan tartışmalar, petrol kadar onun türevleri olan “tehlikeli ve zehirli maddelerin”de denizel çevreye zararının çok büyük olduğu ve buna karşı da önlemler alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bahse konu maddelerin dökülmesine karşı müdahalenin, klasik petrol sızıntısına müdahale gibi olamayacağı, herbir maddenin kendi özelinde müdahaleyi gerektireceği tespiti ile birlikte IMO 2000 yılında, “*Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances (OPRC-HNS Protocol - 2000²)*”adı altında OPRC’ye ek bir protokol düzenlemiştir. Bu rejim de ülkelere, OPRC’de olduğu gibi, büyük çaplı tehlikeli ve zehirli madde döküntülerine hazırlıklı olma, karşılıklı yardım ve işbirliği oluşturma konusunda rehberlik etmektedir.

4.5.2 Türkiye’nin yasal mevzuatı ve işbirlikleri

Türkiye, küresel sorunların sadece küresel ölçekte çözülebileceğinin bilinciyle uluslararası sözleşmelere istekli olarak katılmakta, ikili ve çok taraflı işbirliği yoluyla

¹ OPRC 1990 için detaylı bilgi : [<https://treaties.un.org/doc/publication/unts/volume%201891/volume-1891-i-32194-english.pdf>], Erişim tarihi: 25 Ocak 2020.

² OPRC-HNS-2000 için detaylı bilgi: [<https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/legal/12605OPRC-HNS.pdf>], Erişim tarihi: 25 Ocak 2020

bölgesel çabalara katkı vermektedir. Bu paralelde Türkiye, denizcilik sektöründe de, çevrenin ve insan hayatının korunmasına yönelik aynı yolu izlemiş, “*Uluslararası Petrol Kirliliğine Hazırlık, Müdahale ve İşbirliği Sözleşmesi (OPRC – 1990)*” ve onun tamamlayıcı protokolü “*OPRC-HNS Protocol – 2000*”i zamanında onaylamıştır. IMO tarafından deniz güvenliği ve denizel çevrenin korunması için hazırlanan diğer sözleşmelerin de çoğunu imzalamıştır. Buna paralel Türk ulusal mevzuatı uluslararası bu taahhütlerin iç hukuk normlarına göre düzenlenmesiyle şekil bulmuştur.

Deniz kirliliğinin önlenmesi ve müdahale açısından, yukarıda belirtilen iki sözleşmeye taraf olan Türkiye, bu sözleşmeleri iç hukukuna yansıtarak ilk adımı atmıştır. Bu kapsamda, 2005 tarihli 5312 sayılı “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun³ (OSRL)” ve bu kanunun 2006 tarihli Yönetmeliği⁴, Türkiye’nin bu yolda uluslararası sözleşmelerle sahip olduğu yükümlülükleri yerine getirmek üzere döşediği ilk temel taşlardır.

5312 sayılı Kanun, acil müdahale sisteminin ve bu konudaki yetki, görev ve sorumlulukların genel çerçevesini çizen birincil mevzuat olup uygulamaya yönelik genel koordinasyon yetkisini Çevre ve Şehircilik Bakanlığına vermiştir. Deniz araçlarından kaynaklanan deniz kirliliğinin önlenmesine yönelik acil müdahale plânlarının uygulanması, hazırlıklı olma, kirliliğe müdahale, zararların tazmini ve malî sorumluluk garantilerinin bildiri konularında icraya ilişkin yetki, görev ve sorumluluklar Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığında, asayiş ve kolluk görevlerine ilişkin yetki, görev ve sorumluluklar Sahil Güvenlik Komutanlığında.

Kanun’un uygulama yönetmeliği ise; petrol kirliliğine karşı uygulanacak kademeli acil müdahale sistemi ve bu kapsamda her kademede uygulanacak esas ve usulleri, görev, yetki ve sorumluluklar ile uluslararası işbirliği esaslarını belirleyen ikincil mevzuattır. Bu mevzuata göre petrol kirliliğine karşı hazırlıklı olma ve müdahale konusunda Türk ulusal sisteminin ana unsurları; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ulusal Deniz Emniyeti ve Acil Müdahale Merkezi (UDEM), bölgesel acil

³ 5312 sayılı Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun için Bkz: Resmi Gazete no: 25752, Tarih: 11 Mart 2005.

⁴ Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği için Bkz: Resmi Gazete no: 26326, Tarih: 21 Ekim 2006.

müdahale merkezleri, ulusal ve bölgesel acil müdahale planlarında görev verilen ilgili kurum ve kuruluşlardır.

5312 sayılı kanun ve onun uygulama yönetmeliğine göre, denizde ve karada oluşabilecek bir kirlilik olayına hazırlıklı olma ve müdahalenin planlanması, acil müdahale planları ile yapılır. Acil müdahale planı türleri ise şu şekilde kategorilendirilmiştir:

Gemi acil müdahale planı: Tüm gemiler, petrol veya diğer zararlı madde kirliliğine karşı “gemi acil müdahale planlarını”, IMO Deniz Çevresinin Korunması Komitesi-MEPC sirkülerine uygun olarak hazırlamakla mükelleftir.

Kıyı tesisi acil müdahale planı: Kıyıda veya kıyıya yakın bölgelerde denizlerin kirlenmesine yol açabilecek faaliyetleri icra eden kıyı tesisleri, “kıyı tesisi acil müdahale planlarını” hazırlamakla yükümlü kılınmıştır.

Bölgesel acil müdahale planı: İkinci seviyedeki bir olaya hazırlıklı olma ve müdahalenin planlanmasını içeren Bölgesel Acil Müdahale Planlarının uygulanma sorumluluğu olay mahalli sorumlu valisine verilmiştir.

Ulusal acil müdahale planı: Ulusal acil müdahale planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanır veya yönetmelik’de yer alan kriterleri haiz kurum veya kuruluşlara hazırlattırılır. AFAD, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ve ilgili kurum/kuruluşların görüşü alınarak hazırlanan ulusal acil müdahale planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanarak 2012 yılında yürürlüğe girmiştir (Url 4).

Kanunun yayımlanmasıyla birlikte bütün kıyı yapıları için acil müdahale planları yapılmaya başlanmıştır. Uygulama yönetmeliğine dayanarak yayımlanan genelgeler vasıtasıyla belirlenen kriterleri haiz özel şirketlere bazı yetkiler verilmiştir. Bu kapsamda;

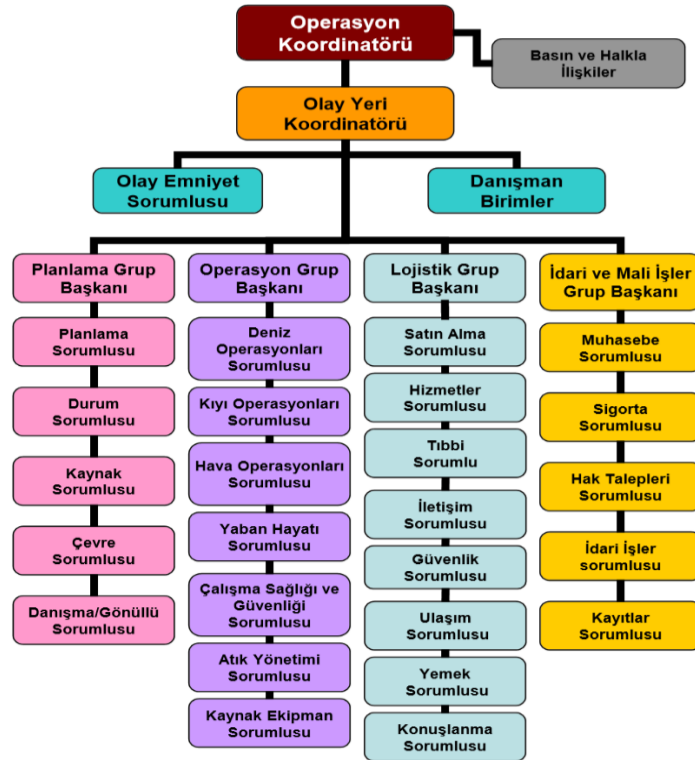
2009/6 sayılı “Kıyı Tesisi Risk Değerlendirmesi ve Acil Müdahale Planı Onay Prosedürü Genelgesi” kapsamında özel şirketler kıyı tesislerinin acil müdahale planlarını hazırlamaktadırlar.

2010/4 sayılı “Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerden Kaynaklı Kirliliğe Hazırlıklı Olma ve Müdahale İle İlgili Eğitim Seminerlerinin ve Tatbikat Programlarının Hazırlanması Usul ve Esasları Hakkında Genelge” kapsamında ise özel şirketler kıyı tesisleri personeline eğitim vermekte ve tatbikatlar düzenlenmektedir.

2009/4 sayılı “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale Görevi Verilebilecek Şirket/Kurum/Kuruluşların Seçimine ve Yetki Belgesi Bulunan Şirket/Kurum/Kuruluşlar ile Kıyı Tesislerinin Çalışma Usullerine İlişkin Tebliğ” kapsamında ise özel şirketler deniz kirliliğine müdahale konusunda kıyı tesisleri adına operasyonları yürütmektedir.

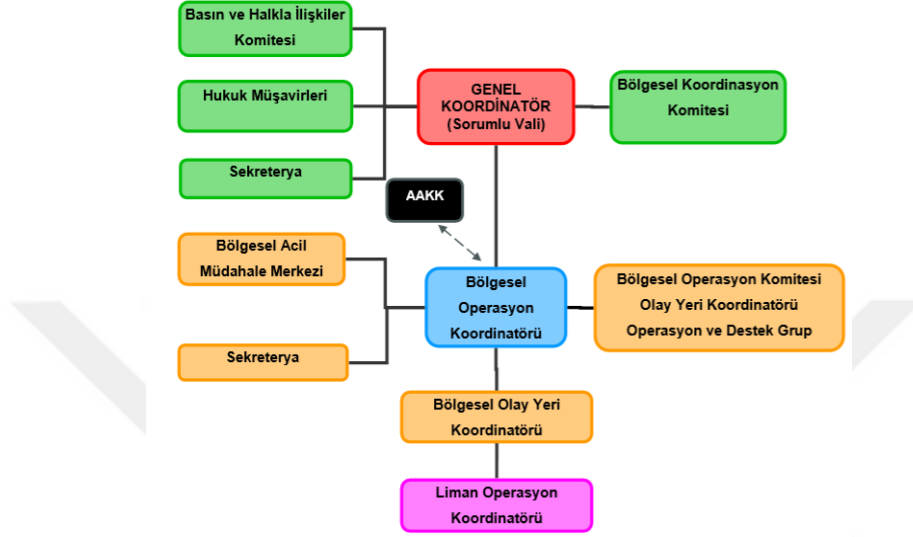
5312 sayılı kanun gereği denizde petrol kirliliğine karşı hazırlıklı olma ve müdahale etme faaliyetleri Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından Ulusal Acil Müdahale Merkezi ve bölgesel acil müdahale merkezleri aracılığıyla yürütülür ve koordine edilir. Acil müdahale planlamasında kademeli müdahale yaklaşımı esas alınmış ve bu kapsamda aşağıdaki müdahale seviyelerinin uygulanması öngörülmüştür:

Seviye 1: Bir kıyı tesisinde veya gemide operasyonel faaliyetler sonucu oluşabilecek ve küçük ölçekli kirlenmelere neden olabilecek olayları kapsar. Bir kıyı tesisi veya Kanun kapsamında yer alan bir geminin kendi imkan ve kabiliyetleri ile kontrol altına alabileceği olaylardır. Kıyı tesisi bu müdahaleyi, organizasyonu aşağıda belirtilen ve kendi bünyesinden oluşturacağı bir müdahale ekibiyle gerçekleştirebileceği gibi, bu ekibi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığında yetki almış bir firma vasıtasıyla da kurdurabilir. Bu seviye kirlilikte olay yerinde koordinatör ve altında çeşitli amaçlara yönelik gruplar oluşturulmaktadır.



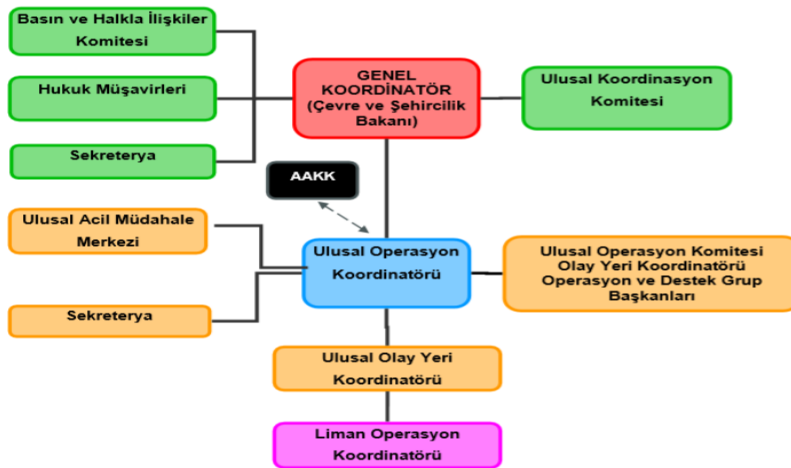
Şekil 4.6: Seviye 1 kirliliğe müdahale organizasyonu (Korçak, 2015).

Seviye 2: Bir kıyı tesisi veya Kanun kapsamındaki bir geminin kendi imkan ve kabiliyetlerinin yetersiz kaldığı durumlarda bölgesel imkan ve kabiliyetler ile müdahale edilip kontrol altına alınabilecek orta ölçekli olaylardır. Bu seviyedeki kirliliklere müdahalede sorumluluk Vali'ye geçmektedir. Şekil 4.7 Seviye 2 kapsamındaki bir kirliliğe müdahale organizasyonunu göstermektedir.



Şekil 4.7: Seviye 2 kirliliğe müdahale organizasyonu (Korçak, 2015).

Seviye 3: Denizde ve/veya kıyı tesisinde meydana gelen ciddi kazalardan kaynaklanan büyük ölçekli olayları kapsar. Üçüncü seviyedeki bir olayda, olaya müdahale ulusal acil müdahale planı çerçevesinde yapılır ve genel koordinasyondan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumludur. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu görevi Ulusal Acil Müdahale Merkezi aracılığı ile yerine getirir. Şekil 4.8 Seviye 3 kapsamındaki bir kirliliğe müdahale organizasyonunu göstermektedir.



Şekil 4.8: Seviye 3 kirliliğe müdahale organizasyonu (Korçak, 2015).

Uluslararası Petrol Kirliliğine Hazırlık, Müdahale ve İşbirliği Sözleşmesi (OPRC – 1990)’nin yürürlüğe girmesiyle birlikte IMO, petrol kirliliğine hazırlıklı olma ve müdahaleye yönelik ülkelere rehber niteliğinde birçok yayın hazırlamıştır. Ükelere ulusal acil müdahale planlarını yapma tavsiyesinde bulunan IMO buna yönelik olarak “IMO Acil Müdahale Planı Rehberi” ni yayınlayarak bu tarz bir planın standartlarını oluşturmuştur. Bu kapsamda Türkiye Ulusal Acil Müdahale Planı incelenmiş, IMO kriterlerini kapsadığı, görev yetki ve sorumlulukların belirlendiği, koordinasyon için gerekli irtibat noktalarına içerikte yer verildiği tespit edilmiştir.

4.5.3 Türkiye’nin petrol kirliliğine karşı bölgesel işbirlikleri

1990 yılında OPRC ve 2000 yılında OPRC-HNS anlaşmaları ile IMO’nun devletleri petrol ve diğer zararlı maddelerden kaynaklanan kirliliğe karşı bölgesel düzeyde işbirliğine teşviki Avrupa Birliği (AB)’nde de yankı bulmuştur. AB, 2002 yılında denizde yolcu ve yük taşımacılığının güven, emniyet ve temizliği bağlamında geliştirilmesini amaçlayan Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı (European Maritime Safety Agency-EMSA)’nı kurmuştur. EMSA’nın kuruluş amacı, Avrupa Komisyonu’na ve üye devletlere deniz güvenliği ve gemilerin yol açtığı kirliliğe ilişkin AB mevzuatının tam olarak uygulanmasıyla ilgili konularda teknik ve bilimsel yardım sağlamak, mevzuat uygulamalarını izlemek ve sahada alınan önlemlerin etkinliğini değerlendirmektir (Url 5). AB sularında yaşanan kazalar (özellikle Prestij ve Erika kazaları) sadece kirliliği önleme değil aynı zamanda kirliliğe müdahale alanında da topluluk eylemine ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Avrupa Birliği bu ihtiyaç doğrultusunda bölgesel işbirliklerinin oluşturulmasına ağırlık vermiş, Baltık Denizi’nin korunması için 1992’de Helsinki Anlaşması, Kuzey Denizi’nin korunması için 1983’te Bonn Sözleşmesi, Akdeniz’in korunması için 1976’da Barselona Anlaşması ve Kuzey Doğu Atlantik’in korunması için 1990’da Lizbon Anlaşması gibi tüm önemli bölgesel sözleşmelerin üye devletlerce imzalanmasına yönelik itici rol oynamıştır.

Türkiye çevre denizlerinde meydana gelen bu oluşumlara katılım göstermiş, 1976 yılında imzalanan “Akdeniz’in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi” (Barselona Sözleşmesi)’ne ve daha sonra 1995 yılında kapsamı genişletilen ve “Akdeniz’in Deniz Çevresinin ve Kıyı Alanlarının Korunması Sözleşmesi” adıyla yenilenen Barselona Sözleşmesine 2002 yılında taraf olmuştur. Sözleşme kapsamında Akdeniz’in kirlilikten korunmasına yönelik Akdeniz Eylem Planı (Mediterranean Action Plan-

MAP) oluşturulmuş, çalışmaların sekretaryası ve koordinasyonu Atina'da yerleşik MAP Koordinasyon Birimine (MED-UNIT) verilmiştir. Bu plan çerçevesinde; Akdeniz bölgesindeki kıyı devletlerinin kapasitelerini güçlendirmek, deniz kirliliği ile mücadele etmek için aralarındaki işbirliğini kolaylaştırmak, özellikle petrol kirliliği ile mücadele için ulusal kapasiteler geliştirmek hedefiyle Malta'da "Akdeniz'de Deniz Kirliliği Acil Müdahale Merkezi (REMPEC)" kurulmuştur (Url 6). Türkiye, bu oluşumların yakinen içinde bulunmuş, özellikle ulusal kabiliyetlerini geliştirmeye yönelik REMPEC ile yakın koordinasyon içerisinde bulunmuştur.

Türkiye çevre denizlerinde kirliliğe karşı mücadelede bir başka bölgesel işbirliği olarak 1988 yılında Karadeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi (Bükreş Sözleşmesi)'ne taraf olmuştur. Bu kapsamda Karadeniz'e kıyıdaş 6 ülke ile birlikte Türkiye, Karadeniz'in kirliliğe karşı korunması ve kirlilik vukuunda karşılıklı işbirliği ve yardımı taahhüt altına alan Karadeniz Eylem Planına dâhil olmuştur.

4.6 Denizde Yakıt Kirliliğine Müdahale Vasıtaları

Deniz kirliliğinde müdahalenin başarısı, eğitilmiş personelin, gerekli ekipmanın, etkin bir organizasyonun ve müdahaleye yönelik stratejinin varlığına bağlıdır. Faaliyetlerin önceden planlanmasıyla birlikte, müdahale çabalarının başarılı olma şansı da önemli ölçüde artmaktadır. Belli bir alanda, belli bir döküntü tipine karşı uygulanacak müdahale stratejisinin kilit unsuru, kararlaştırılan öncelikli müdahale tipidir. Bu husus; müdahale sahasının yapısı, ekolojik dengesi, sosyo-ekonomik ve hatta sosyo-politik yapısına bağlıdır. Günümüzdeki imkanlar çerçevesinde petrol kirliliğine müdahale yöntemleri ve teknikleri;

- Kirlilik kaynağının ortadan kaldırılması, kirliliğin hapsedilmesi,
- Dökülen petrolün deniz yüzeyinden sıyrılması:
 - * Mekanik temizleme
 - * Dispersant kullanımı
 - * Diğer kimyasal ürünlerinin kullanımı
- Kıyı şeridinin temizlenmesi, dökülme sahasının restorasyonu.
- Yerinde yakma, (in-situ burning)
- Toplanan petrol ve petrole bulaşmış malzemenin nihai bertarafı,

Alternatif olarak, "yalnız bırakma eylemi" bazen petrol kirlilikleri ile başa çıkmak için kabul edilebilir bir yöntem olarak da düşünölebilmektedir. Bazı ürünler (benzin, dizel, gaz yağı ve diğer hafif, kalıcı olmayan ürünler) büyük ölçekli müdahale operasyonu gerektirmemektedir. Bu tür ürönlere müdahale ekip için tehlikeli olabilmekte, bu ürünlerin buharlaşma ve çözünme nedeniyle hızla dağıldığı gözönüne alındığında müdahale tamamen yararsız da olabilmektedir. Ayrıca, herhangi bir müdahalenin yakıtın kendisinden daha fazla hasara neden olabileceği dikkate alındığında, özellikle hassas alanlarda kirlilikle mücadele edebilmek için, "yalnız bırakma eylemi" uygun bir strateji olabilmektedir. Yakıt kirliliğine müdahalede kullanılan yöntem ve tekniklerin sayısı sınırlı olmakla birlikte, hangisinin ilk olarak uygulanacağına karar verme sorunu genellikle reaksiyonu geciktirmekte, daha da kötüsü, bu konudaki yanlış seçim, müdahale operasyonunun başarısız olmasına neden olabilmektedir.

Bazı ölkeler müdahale stratejilerini dökölen petrolün mekanik olarak uzaklaştırılmasına, bazıları kimyasal dağılımına, bazıları ise her iki yöntemin birleşimine dayandırmaktadır. Öte yandan, bazı ölkeler döküntülere açık denizde müdahale etmeye odaklanırken, bazı ölkelerde kirlilikle kıyıda mücadele etmeyi tercih edebilmektedir (Fingas, 2014).

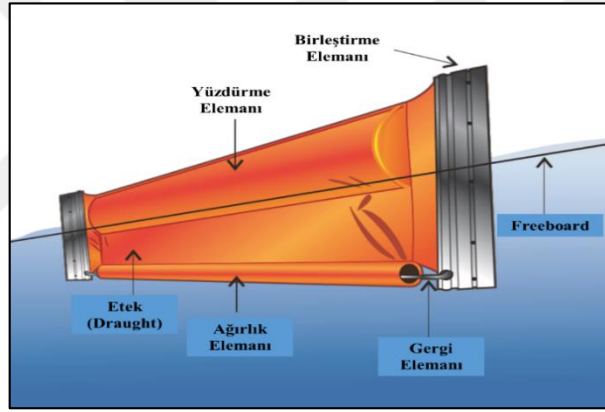
4.6.1 Bariyerler

Petrol deniz yüzeyine dököldüğünde, yerçekimi, akıntı ve rüzgâr etkileriyle yayılıma maruz kalacaktır. Bu fonksiyonlar, yakıtın deniz yüzeyinden temizlenmesi ve kontrol altına alınmasını güçleştiren etkiler yaratmaktadır. Deniz yüzeyine konan herhangi bir müdahale aracı petrolün yayılımını engelleyecek olmakla birlikte, bu süreci kesin olarak sonlandıracak tek unsur kıyı şerididir. Bununla birlikte, petrolün bir kıyı şeridine kontrolsüz olarak ulaşması, kirliliğe müdahalede en son arzulanan bir sonuçtur. Bu sebeple petrolün yayılımı üzerinde belirli bir kontrolü sağlamak, kirliliğe müdahale teknolojisinin başlıca hedeflerinden biri olmuştur. Yayılımı kontrol altına almak üzere geliştirilmiş birçok vasıta bulunmakla birlikte bu amaca özel üretilmiş yüzer/şişirilebilir bariyerler yüksek oranda başarı sağlayan unsurlardır.

Bariyer kullanımında ana amaç petrolü kontrol altına alarak deniz yüzeyinden sıyırmak suretiyle toplanmasına olanak sağlamak ve bu kirliliğin kıyı şeridine sirayet etmesini engellemektir. Bununla birlikte, döküntüyü çok uzun bir süre kontrol altında tutacak bir bariyerin olmadığı, kontrol edilen yakıtın müdahale cihazları kullanılarak

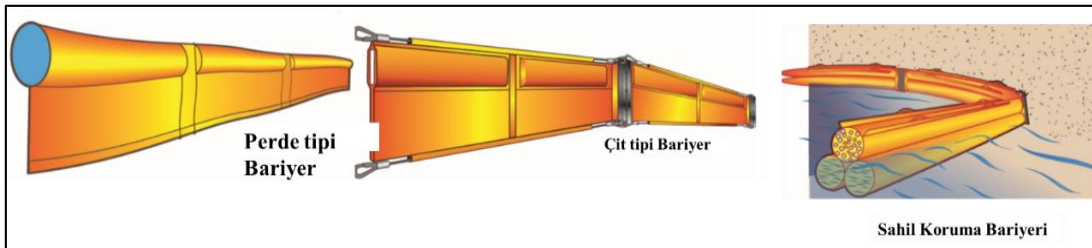
mümkün olan en kısa sürede deniz yüzeyinden sıyrılması gerektiğini bilmek önemlidir. Kontrol altına alınan petrol en kısa zamanda temizlenmez ise, er ya da geç bariyer tarafından sınırlandırıldığı yerden sızmaya başlayacaktır (IMO/UNEP, 2000).

Bariyerlerin çoğu 4 temel bileşenden oluşup bunlar; yüzdürme aracı (dolgu ya da şişme tip), petrolün bariyerin üstünden akmasını önlemek için bir borda (freeboard) bölümü, altından kaçmasını önlemek için etek (skirt-draught) bölümü ve bir veya daha fazla gergi elemandır. Bariyerlerin su üzerinde sabit kalmasını sağlayan yüzdürme elemanları, genellikle poliüretan malzemeden oluşan, solid üniteler ile harici kompresör vasıtasıyla veya kendinden şişirilebilir kısımlardan oluşabilmektedir. Harici kompresörler vasıtasıyla şişirilebilen bariyerlerin 1000 metrelik uzunluğa sahip bir kısmının deniz yüzeyine döşenmesi yaklaşık 3-4 saati bulabilirken, kendinden şişirilebilir bariyerler için bu süre ½-1 saat gibi kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir (Url 9).



Şekil 4.9: Bariyer elemanları (Fingas, 2014).

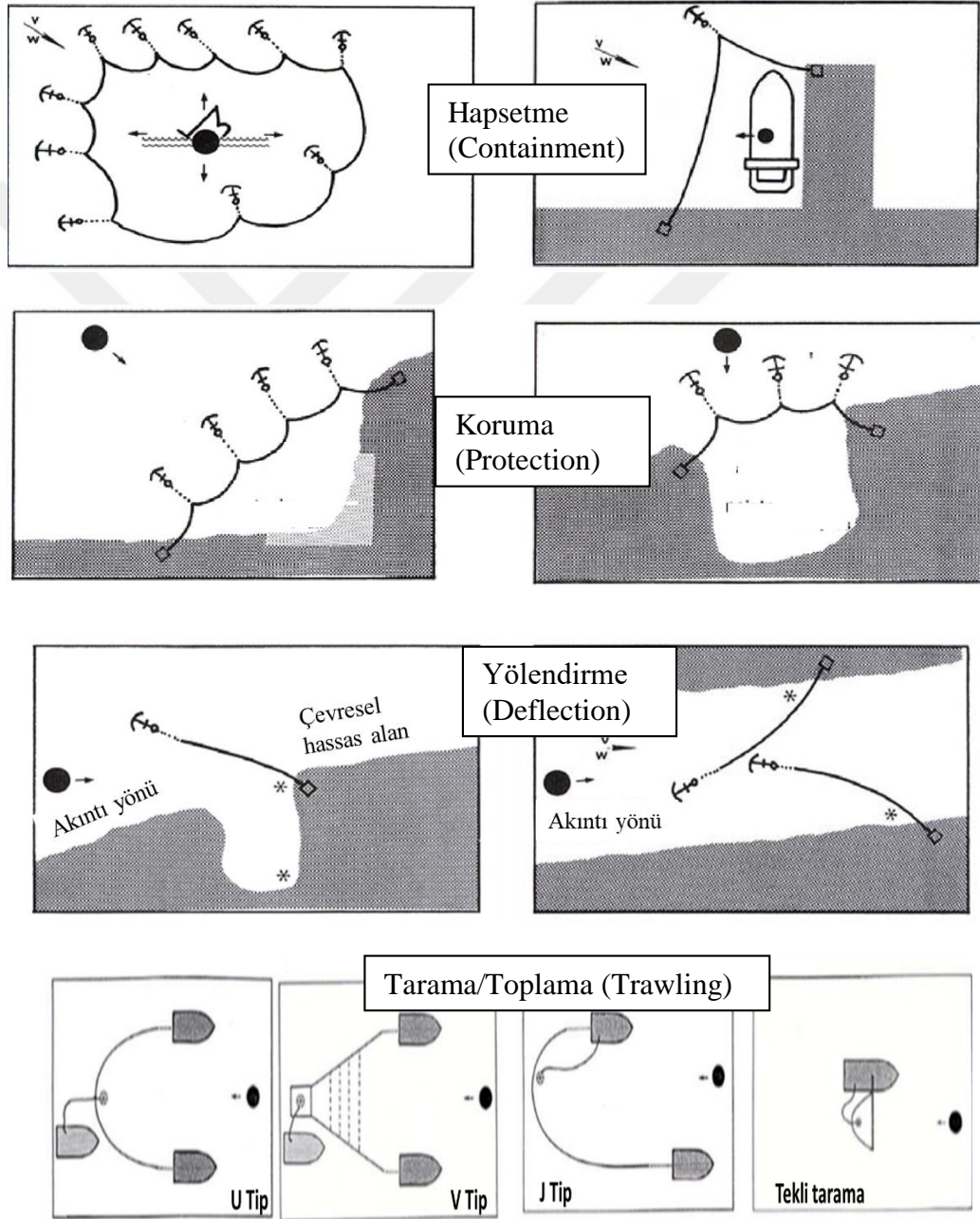
Bariyerler genellikle Şekil 4.10'da belirtilen; çit tipi bariyer, perde tip bariyer ve sahil koruma bariyerleri olarak 3'e ayrılmaktadır.



Şekil 4.10: Bariyer tipleri (Fingas, 2014).

Günümüzde kullanılan bariyerlerin boyutu önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Toplam uzunluk (freeboard+draft) 0,3 m ila 3 m arasında değişebilmekte olup, çoğu

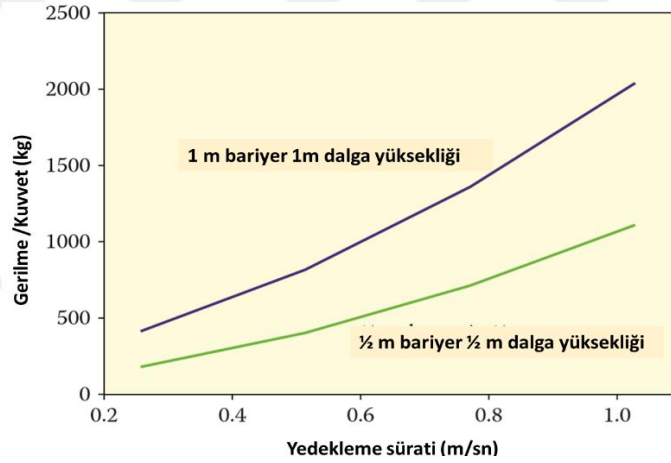
tasarımda, toplam uzunluğun yaklaşık % 60'ını draft, diğer % 40'ını ise borda (freeboard) oluşturmaktadır. Bariyerler genellikle uzunluğu 5 ila 500 m arasında değişen bölümlerde üretilmekte, bir bölümün her iki ucuna bağlanan konnektörler ile birleştirilebilmekte ve boyları uzatılabilmektedir. Fonksiyonlarına göre bariyerleme işlemi; hapsetme (containment), koruma/ yönlendirme (protection/deflection) ve toplama/tarama (collection/trawling) şeklinde sınıflandırılmaktadır (IMO/UNEP, 2000).



Şekil 4.11: Fonksiyonlarına göre bariyerleme işlemleri (IMO/UNEP, 2000).

Yukarıda ifade edilenlerden anlaşılacağı üzere bariyerler, sabitlenmiş (demirlenmiş-mooring) veyahut mobil (yedekleme-trawling) şekilde kullanılabilir. Bir bariyerin nasıl kullanılacağı ve hangi tip bariyerin seçileceği, petrol döküntüsünün yeri ve büyüklüğü, meteorolojik koşullar, oşinografik koşullar, petrol tabakasının hareketi, morfolojik yapı, alan hassasiyeti ve koruma öncelikleri gibi bir dizi faktöre bağlıdır (IMO/UNEP, 2000).

Tarama/Toplama maksadıyla kullanılan bariyerlerin, 2 gemi vasıtasıyla yedeklendiği, bir üçüncü geminin ise toplayıcılar vasıtasıyla toplama faaliyetini icra ettiği U tip konfigürasyon en çok kullanılan metoddur. Bu konfigürasyonda akıntı U formundaki bariyerin merkezine yoğunlaşmakta olup kritik hız 0.5 m/sn ya da 1 kts olmaktadır. Akıntı hızının bu değerin üzerine çıkması bariyer içerisinde toplanan yakıtın alttan ve üstten kaçmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4.12: Tarama faaliyetinde bariyerlere binen yük miktarları (Fingas, 2014).



Şekil 4.13: V konfigürasyon toplama (Url 7). Şekil 4.14: Şişirilebilir bariyer (Url 8).

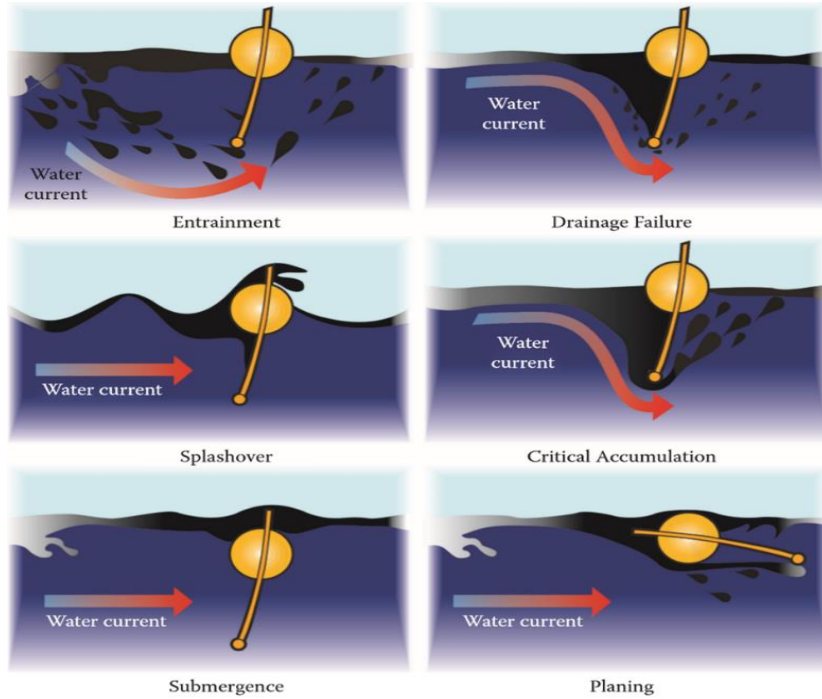
Akıntı hızının 1 kts'ı geçtiği sularda kullanımı söz konusu olduğunda, bariyerler genelde yönlendirme maksatlı kullanılmaktadır. Bu durumda bariyerler Çizelge 4.3'te yer alan açılarda döşenmeli, böylece üzerlerine binen akıntı hızlarının kritik seviyeleri

geçmeleri önlenmelidir. Bu durumda yakıt kirliliği hassasiyetin daha az olduğu yerlere yönlendirilmeli ve oralarda toplama faaliyeti icra edilmelidir. Akıntı sürati yönlendirme maksadıyla dahi tek bir bariyerin döşenmesine müsaade etmiyorsa kademeli döşeme metodu gözönünde bulundurulmalıdır (Fingas, 2014).

Çizelge 4.3: Akıntı süratlerine göre bariyer döşeme açıları (Fingas, 2014).

Bariyer Döşeme Açısı	Akıntı Sürati (m/sn)
90	0.5
75	0.5
60	0.6
45	0.7
35	0.9
15	1.9

Bariyerlerin gerek sabit gerekse hareketli modlarda kullanımında kritik akıntı süratlerinin aşılması beraberinde kontrol altında tutulmak istenen yakıtın bariyerlerin altından veyahut üzerinden kaçmasına sebep olmaktadır. Bu hatalar resimli örnekleri Şekil 4.15'te sunulan “Kaçırma (*Entrainment*), Drenaj (*Drainage*), Üstten aşma (*Splashover*), Kritik Toplanma (*Critical Accumulation*), Batma (*Submergence*), Düzleşme (*Planing*)” şeklinde oluşmaktadır.



Şekil 4.15: Bariyer hataları (Fingas, 2014).

4.6.2 Yakıt toplayıcılar (Skimmer)

Toplama (recovery), petrol kirliliğine müdahalede kontrol etme aşamasından sonra gelen operasyon olup denizel çevrenin petrolden temizlenmesindeki en önemli aşamadır. Petrol yayılımını kontrol etmedeki nihai amaç, belirli bir alanda toplamak ve aynı zamanda denizden sıyrılmasına olanak vermek üzere belirli bir kalınlığa erişmesini sağlamaktır.

Aslında, bir petrol döküntüsü temizleme operasyonunun kontrol etme (containment) ve toplama (recovery) aşamaları genellikle aynı zamanda gerçekleştirilir. Bir kirlilik bölgesinde bariyerler devreye girer girmez teknik ekipman ve personel, artan yakıt kalınlığından, elverişli hava koşullarından ve henüz yakıtın çok fazla havayla etkileşime (weathering) girmemiş olmasından faydalanmak için harekete geçer. Petrol yayıldıktan sonra çok fazla hava etkisine (weathering) maruz kalır ise, toplama (recovery) operasyonu daha zor uygulanabilir ve bazen imkansız hale gelebilir (Fingas, 2014).

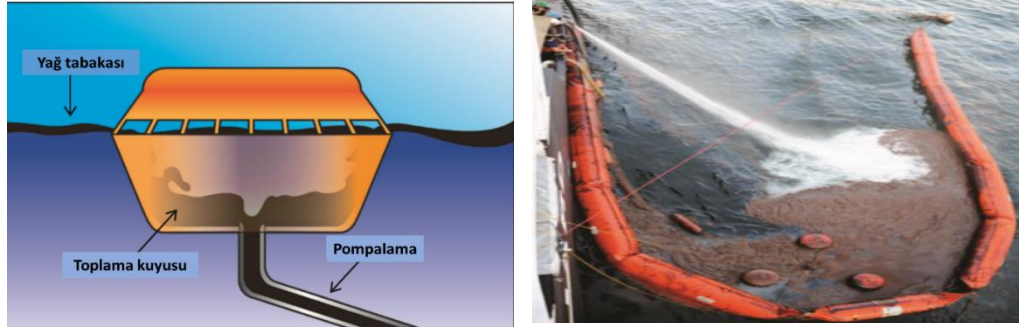
Toplayıcıların etkinlikleri, deniz yüzeyinden suyu ayırıştırarak sıyrabildikleri yakıt miktarı ile doğru orantılı olmaktadır.

Yayılmış olan yakıtı deniz üzerinden toplamaya yarayan başlıca ekipman yakıt toplayıcı (skimmer) ve emici ped veya bariyerlerdir (absorbent pad/booms). Yakıt toplayıcılar, amaçlarına, toplama ve depolama kapasitelerine, etkinliklerine göre sınıflandırılabilir. Bunlar genellikle mekanik ve yakıt çeken (Oleophilic) olarak iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır (IMO/UNEP, 2000).

4.6.2.1 Mekanik toplayıcılar (mechanic skimmers)

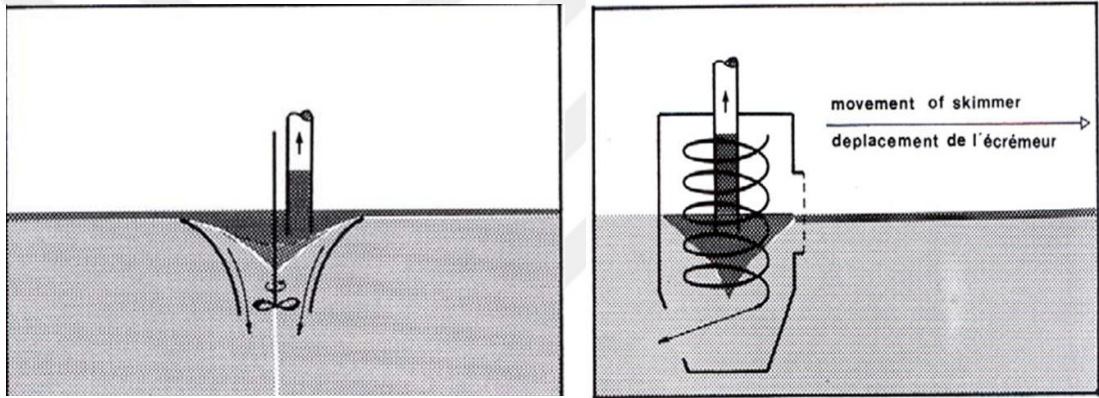
Kirletici ile su arasındaki yoğunluk farkına dayanarak toplama faaliyeti icra eden tüm cihazlar “mekanik toplayıcı” grubuna dahildir.

Savak tipi toplayıcı (Weir skimmer): Suyun hemen altında yer alan toplayıcının haznesine yerçekimi etkisiyle giren yakıtın pompa vasıtasıyla depolanacağı yere intikal ettirilmesi esasına dayanarak işlev gören bir cihazdır (IMO/UNEP, 2000).



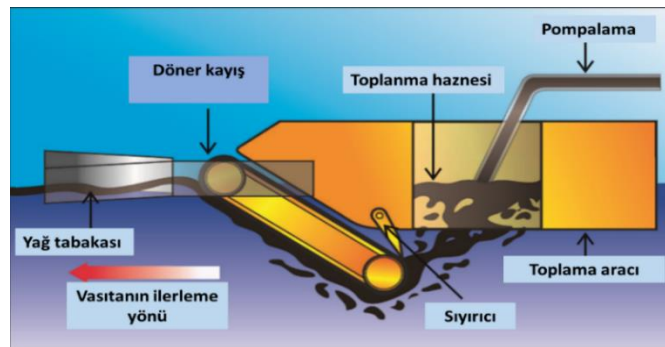
Şekil 4.16: Savak tipi toplayıcı (Weir skimmer) (Fingas, 2014).

Merkezkaç tipi toplayıcılar (Vortex-centrifugal- skimmers): Toplayıcının ya da bir pervanenin hareketi ile oluşturulan girdap ve yakıtın bu girdabın merkezinde yoğunlaştırılarak pompalanması esasına dayanır.



Şekil 4.17: Merkezkaç tipi toplayıcılar (IMO/UNEP, 2000).

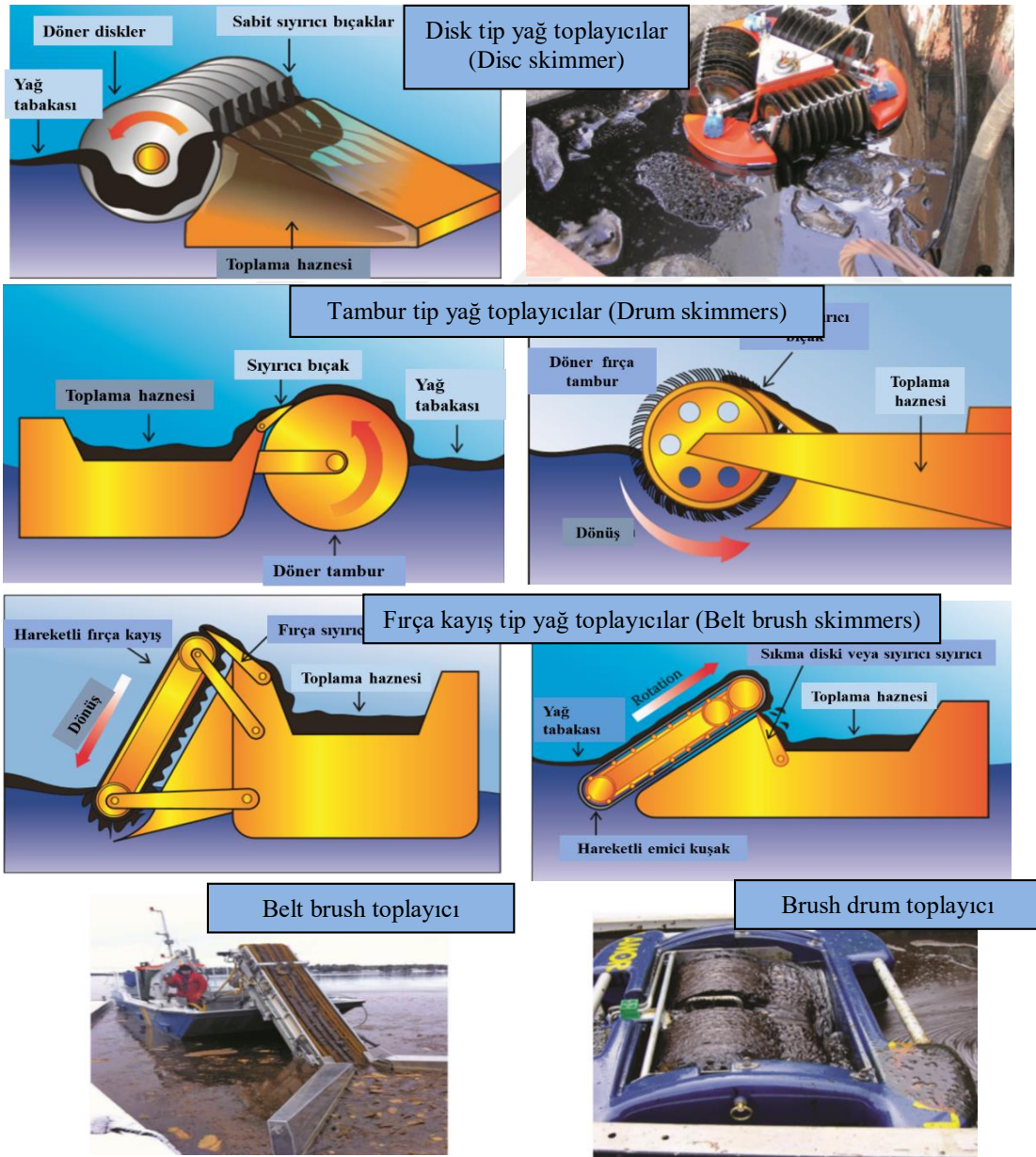
Taşıyıcı bant tipi toplayıcılar (Conveyor belt skimmers): Eğim verilmiş ve dönerli olan toplayıcı kuşaklar sudaki yakıtı toplama haznesine iletirler. Yakıt genellikle kuşaklar vasıtasıyla suyun altına doğru yönlendirilir, daha düşük yoğunluğu sebebiyle tekrar su yüzeyine doğru yönelerek toplama haznesinde toplanır ve müteakiben pompa vasıtasıyla depolama alanına sevk edilir (Fingas, 2014).



Şekil 4.18: Taşıyıcı bant tipi toplayıcılar (Conveyor belt skimmers) (Fingas, 2014).

4.6.2.2 Yağ çeken/emen toplayıcılar (Oleophilic skimmers):

Bu tip toplayıcılarda temel prensip yakıtın özelliklerine sudan daha fazla benzerlik gösteren “oleofilik” malzemelerin kullanılmasıdır. Yakıt ile ilk etkileşimde bulunan bu oleofilik yüzey genelde alüminyum, paslanmaz çelik, kumaş ve polypropylene, polivinil, polyurthan gibi plastik tabanlı malzemelerden imal edilmektedir (IMO/UNEP, 2000). Oleofilik yüzey, suyun üstündeki yağın geçtiği bir disk, tambur, kayış, fırça veya halat şeklinde olabilir. Bir silecek lastiği veya basınçlı bir silindir yakıtı sıyrır ve bir haznenin içerisine yerleştirir veya yakıt doğrudan bir mavnaya veya kıyıdaki depolama tesislerine pompalanır. Bu kapsamda üretilen toplayıcıların örnekleri Şekil 4.19’da sunulmuştur.



Şekil 4.19: Yağ çeken/emen toplayıcılar (Oleophilic skimmers) (Fingas, 2014).

Toplayıcıların performansları; operasyon esnasındaki hava durumu, toplanan yakıtın kalınlığı, yakıtın havayla etkileşimi (weathering), sütsüleşmenin (emulsification) varlığı ve su yüzeyindeki atık/çöp durumu gibi birçok faktöre bağlıdır. Bir toplayıcının genel performansı, toplama oranı ile toplanan yakıtın yüzdesinin kombinasyonudur. Toplama oranı ise belirli koşullarda toplanan yakıt hacmi olup, bir birim zamandaki hacim (örn: bir saatteki metreküp m^3/s) olarak ölçülür ve genellikle değer aralıkları şeklinde verilir. Örneğin bir toplayıcı yakıtla birlikte çok fazla su alıyorsa, petrol kirliliği toplama işleminin genel etkinliğine zarar veriyor demektir. Bu özelliklere ilave olarak toplayıcıların performansını belirleyen diğer faktörler arasında, toplayıcının sebep olduğu emülsifikasyon (sütsüleşme) miktarı, suüstü molozuyla başa çıkma yeteneği, atılıp toplanma kolaylığı, sağlamlık ve güvenilirlik sayılabilir (Fingas, 2014).

Toplayıcıların genel olarak performansları ve kullanım durumları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4: Toplayıcıların performans ve kullanım durumları (Fingas, 2014).

Toplayıcı tipi (Types of skimmer)	Yakıt tiplerine göre toplama oranı (recovery rate) (m^3/h)				
	Diesel	Light crude	Heavy Crude	Bunker C	Yakıt yüzdesi
Yağ çeken/Emen (Oleophilic)					
Küçük disk (Small disc)	0.4-1	0.2-2			80-95
Büyük disk (Large disc)		10-20	10-50		80-95
Fırça tambur (Brush drum)	0.2-0.8	0.5-20	0.5-2	0.5-2	80-95
Fırça kayış (Brush belt)	0.4-1	15-30	1-10	1-10	80-95
Büyük tambur (Large drum)		10-30			80-95
Küçük tambur (Small drum)	0.5-5	0.5-5			80-95
Büyük kayış (Large belt)	1-5	1-20	3-20	3-10	75-95
Emici halat (rope mop)		2-20	2-20		80-95

Çizelge 4.4 (Devam): Toplayıcıların performans ve kullanım durumları (Fingas, 2014).

Mekanik (Mechanic Skimmer)	Diesel	Light crude	Heavy Crude	Bunker C	Yakıt yüzdesi
Küçük mekanik (Small weir)	0.2-10	0.5-5	2-20		20-80
Büyük mekanik (Large weir)		30-100	5-10	3-5	50-90
Gelişmiş mekanik (Advancin weir)	1-10	5-30	5-25		30-70
Taşıyıcı bant (Conveyor belt)	0.5-1	1-80	1-20		70-95

4.6.3 Dispersant (kimyasal müdahale)

Petrol kaynaklı deniz kirlilikleriyle bir başka mücadele aracı, yakıtın hazırlanmış kimyasallarla (dispersantlarla), ilişkiye sokularak yapısının değiştirilmesidir. Dispersant, deniz kirliliğini oluşturan yakıt tabakasını küçük damlacıklar haline getirerek su kolonunun üst tabakası boyunca "dağılmasını" sağlayan kimyasal maddeler için kullanılan yaygın bir terimdir. Dispersantlar, sabunlar ve deterjanlardaki gibi, hem suda hem de yakıt içerisinde çözünür molekülleri olan yüzey aktif maddeler içermektedir. Uygun şekilde kullanıldığında, bir petrol döküntüsüne etkili bir müdahale yöntemi olabilmekte ve önemli hassas kaynakların zarar görmesini asgariye indirebilmekte veya önleyebilmektedir (Url 12).

Bir dispersantın etkinliği, yakıtın oksitlenme oranı, müdahalede kullanılan miktar, deniz suyu tuzluluk oranı ve sıcaklığı dahil birçok faktöre bağlıdır. Yakıtın kimyasal yapısı bunların içerisindeki en önemlisidir. Belli bir kalınlığın altındaki yakıt (sheen) üzerine kullanıldığında dispersant yakıt ile değil su ile etkileşime gireceğinden kullanım sonrasında yakıtta dağılım meydana gelmeyecektir (Fingas, 2014).

Yakıt kirliliği ile mücadelede etkin bir yöntem olmakla birlikte hem dispersantın hem de uygulama sonunda deniz yüzeyine dağılan yakıt damlacıklarının toksik özelliklerinin deniz yaşamına ciddi zararlar verdiği tespit edilmiş ve uygulama sorgulanır hale gelmiştir. Günümüz teknolojisiyle daha az zehirli etken maddeye sahip dispersantlar üretilmiş olmakla birlikte, kirliliğin ister doğal yolla ister kimyasalla (dispersant) dağıtılması, özellikle sığ alanlarda, suyun yakıt konsantrasyonunu artıracığından deniz yaşamı üzerinde yine de toksik etki yaratacaktır.

Dispersant kullanımı yakıt kirliliği ile mücadelede karar vericileri halen, kıyıya yakın yaşayan türler ile açık deniz canlılarının yaşamı arasında bir kar zarar muhasebesini yapmak durumunda bırakmakta, mücadelede %100 olumlu sonuç veren bir metod olmamaktadır. Sağladığı yarar ile ortaya çıkardığı zarar halen tartışmalara yol açan dispersant, kullanımı bazı ülkelerde yasaklanan, bazı ülkelerde de özel izinlere tabi olan bir kimyasaldır (Fingas, 2014). Türkiye’de dispersant kullanımı 5312 sayılı kanunun uygulama yönetmeliği çerçevesinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı iznine tabidir.

4.6.4 Yerinde yakma (In situ burning)

Yerinde yakma, denizde yüzen yakıtı yakma işlemidir. Denizlerde yakıt yakmak, ideal koşullarda, deniz yüzeyinden nispeten büyük miktarlarda yağlı uzaklaştırma potansiyeline sahiptir. Diğer tekniklere göre, daha fazla miktarda yakıtı daha az zamanda kirlilik bölgesinden uzaklaştırma açısından avantajlı olmakla birlikte yarattığı sonuçlar halen tartışmalıdır.

2010 yılında Meksika Körfezinde Deep water Horizon (BP faciası) olayında yoğun olarak yerinde yakma metodu kullanılmış ve çok büyük miktarda yakıt kısa zamanda deniz yüzeyinden arındırılmıştır. Açık deniz alanlarında yapılan bu faaliyet kirliliğin kıyıya ulaşması ve sığ sularda deniz yaşamını öldürmesinin engellenmesi açısından önemli avantaj sağlamıştır. Bununla birlikte özellikle kıyıya yakın alanlarda yapılan bu işlemde ortaya çıkan toksik emisyonlar insan sağlığı açısından bir o kadar da tehlike teşkil etmektedir. Diğer müdahale metodlarının gerektirdiği insan gücü, ekipman, zaman ve finansman ihtiyaçlarını ortadan kaldıran yerinde yakma, son çare olarak düşünülmeli, özellikle insan sağlığına zarar verme potansiyeli olmadığına uygulanmalıdır. Bu metodun uygulanabilmesi için, yakıtın belli bir yerde toplanması ve yakma işlemi için yeterli kalınlığa ulaşmasını sağlamak gerekmektedir. Bu husus ateşe dayanıklı (fire resistant) bariyer ve yüzer vasıta kullanımını gerektirmektedir.



Şekil 4.20: Yerinde yakma (in situ burning) (Fingas, 2014).

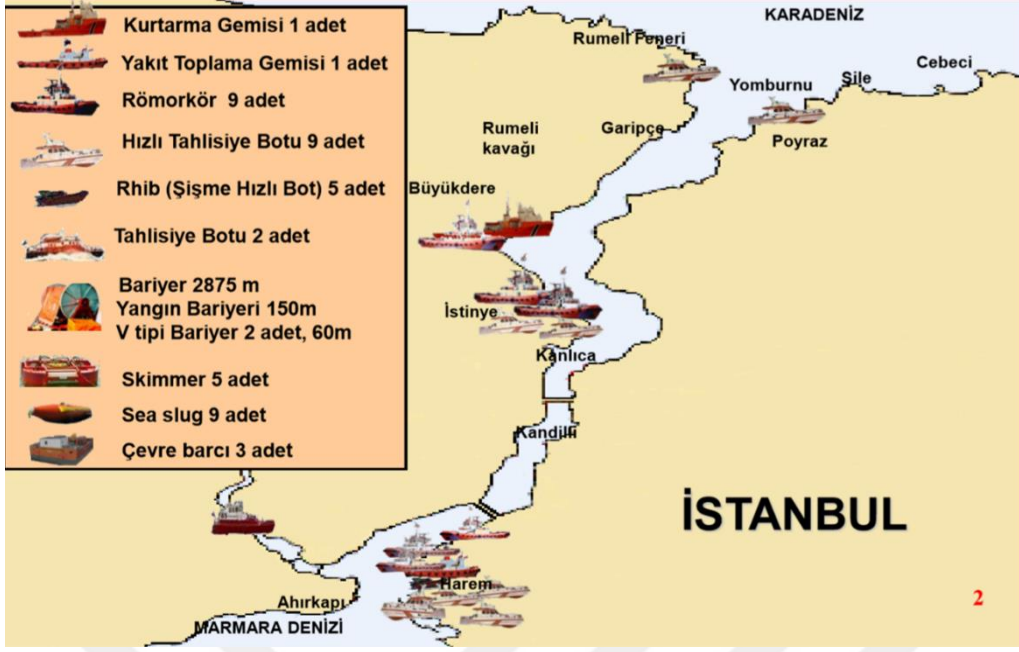
4.7 İstanbul Boğazı'nda Denizde Yakıt Kirliliği ile Mücadele İmkân ve Kabiliyetleri

İstanbul Boğazı'nda yakıt kirliliği ile mücadele, Türkiye Ulusal Acil Müdahale Planı çerçevesinde, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) imkan kabiliyetleri ile UAB tarafından yetkilendirilen ve gerektiğinde İstanbul Liman Başkanlığı tarafından görevlendirilecek olan özel şirketlerin olanakları ile gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda KEGM'nin İstanbul Boğazı'na yönelik yakıt kirliliğine müdahale imkan kabiliyetleri Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Bariyerler açısından özet olarak; 3500 m. açık deniz bariyeri, 400 m. dolgu tip bariyer, 150 m. yangın bariyeri ile 60 m³ ve 20 m³ kapasiteli 2 adet V tipi bariyer bulunmaktadır. Yapılan incelemeler neticesinde KEGM bünyesinde mevcut açık deniz bariyerlerinin toplam yüksekliklerinin 1,5 metre civarında olduğu tespit edilmiştir. Yakıt toplayıcılar açısından durum değerlendirildiğinde ise, disk fırça tip olarak 3 adet 12.5 m³/sa, 4 adet 15m³/sa, 2 adet 25m³/sa, 2 adet 50m³/sa ve tambur tip olarak 2 adet 16m³/sa kapasiteli yağ toplayıcılar (skimmer) KEGM imkanları içerisinde bulunmaktadır (KEGM, 2019).

Müdahale vasıtaları ve ekipmanlarının mevkileri Şekil 4.21 ve Çizelge 4.5'te belirtilmiş olmakla birlikte ihtiyaca binaen konuşlanma yerleri değişebilmektedir.

Çizelge 4.5: KEGM'nün İstanbul Boğazı'ndaki yakıt kirliliğine müdahale imkan ve kabiliyetleri (KEGM, 2019).

ADI	YERİ	MARKA	MODEL	MİKTARI
BARİYER	TAHLİSİYE 2	MARE-Tek noktadan	LİMAN BARİYERİ	210 mt
BARİYER	İSTİNYE	MARE Tek noktadan	LİMAN BARİYERİ	300 Mt
BARİYER	İSTİNYE	MARE Tek noktadan	LİMAN BARİYERİ	120 Mt
BARİYER	İSTİNYE	MARE Tek noktadan	LİMAN BARİYERİ	210 Mt
BARİYER	TAHLİSİYE 2	MARE-Tek noktadan	LİMAN BARİYERİ	210 mt
BARİYER	BÜYÜKDERE	LAMOR	AÇIK DENİZ- AÇIK DENİZ KENDİ. ŞİŞME.	200 mt 2 Adet
BARİYER	RUMELİFENERİ	VERSATEC		200 mt
YANGIN BARİYERİ	UDEM	AFTİ RO-CLEAN	YANGIN BARİYERİ	75 Mt. 2 adet
BARİYER-SOLİD	UDEM	NORLENSE AS		2 adet
BARİYER	UDEM	LAMOR	AÇIK DENİZ-200 mt.	1 adet.
BARİYER	UDEM	VERSATEC	AÇIK DENİZ 200 mt. KENDİNDEN ŞİŞME	1 adet
TONOZ	İSTİNYE			5 Adet
TONOZ	BÜYÜKDERE			25 Adet
SKIMMER	İSTİNYE	LAMOR		1 Adet
SKIMMER	UDEM	FOSS. AQUA GUARD		1 Adet
SKIMMER	UDEM	MORIS	FIRÇALI	2 Adet
SKIMMER	UDEM	ELASTEC	KANALLI	1 Adet
SKIMMER-	UDEM	MORIS	DİSKLİ	2 Adet
50 TONLUK PVC YÜZER DEPO	UDEM	FOSS CANFLEX SEA SLUG		3 adet
5 TONLUK PVC YÜZER DEPO	UDEM			5 adet



Şekil 4.21: KEGM İstanbul Boğazı yakıt kirliliği müdahale kabiliyetleri (KEGM, 2019).

İfade edilen bu imkânlarla ilave olarak KEGM’ne ait Nene Hatun acil durum müdahale gemisi (ERV-Emergency Response Vessel), İstanbul Boğazı’nda Kuruçeşme’de, Seyit Onbaşı yakıt toplama gemisi (ORV-Oil Recovery Vessel) ise Haydarpaşa limanında bulunmaktadır. Bu gemilerin yakıt kirliliği ile mücadeleyle yönelik imkânları incelendiğinde; Nene Hatun gemisinde 2 adet DESMI DOP Pompa, hidrolik kol ve bariyer ile 1 adet fırçalı Skimmer bulunmakta olup, Seyit Onbaşı gemisi ise her iki bordasından açılan hidrolik kol ve bariyerle 400m³ yakıtı tek seferde deniz üzerinden temizleyebilmektedir (KEGM, 2019).

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı’nın “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale Görevi Verilebilecek Şirket/Kurum/Kuruluşların Seçimine ve Yetki Belgesi Bulunan Şirket/Kurum/Kuruluşlar ile Kıyı Tesislerinin Çalışma Usullerine İlişkin Tebliğ No:2009/4, (Değişik:RG-12/11/2010-27757)” kapsamında denizde oluşabilecek kirliliğe müdahaleye yönelik yetki verilen şirketlere, 7 gün 24 saat esasına göre göreve hazır olmaları, imkân ve kabiliyetlerini ihbar alındığı andan sonra en geç bir saat içinde hazırlayarak yola çıkmaları ve mümkün olan en kısa sürede müdahaleye başlamaları yükümlülüğü getirilmiştir. Şirketlerin bünyelerinde bulundurmalarıyla yükümlü oldukları teknik imkan ve kabiliyetler ise şu şekilde belirlenmiştir:

- Açık Deniz Bariyeri; en az 40 cm fribord yüksekliğine ve fribordundan az olmayan su çekimine sahip, şişirilebilir veya perde tipi olmayan silindirik katı tipte, ağır deniz şartlarında kullanılacak nitelikte en az 1 000 metre uzunluğunda açık deniz bariyeri (bariyer ekipmanları dâhil)
- Liman Bariyeri; en az 30 cm fribord ve fribordundan az olmayan su çekimine sahip, en az 500 metre uzunluğunda solid liman bariyeri (bariyer ekipmanları dâhil)
- Kıyı Bariyeri; en az 30 cm fribord ve fribordundan az olmayan su çekimine sahip, şişirilebilir, su balastlı bölümü en az 50 metre uzunluğunda toplam 500 metre liman bariyeri (bariyer ekipmanları dâhil)
- Emici (sorbent) Bariyer; en az 10 cm çapında, emme kapasitesi ağırlığının en az 10 katı olan, en az 1000 metre uzunluğunda emici (sorbent) bariyer (bariyer ekipmanları dâhil)
- Emici Ped; en az 45x45 cm ebadında ve 200g/m² ağırlıktan az olmayan özellikte, en az 5000 adet emici ped
- Yağ toplayıcı; en az 20 m³/saat kapasiteli, tüm petrol çeşitlerinde kullanılacak en az 3 adet yağ toplayıcı (güç ünitesi, pompası, hortumları ve gerekli tüm ekipmanları dahil)
- Yüzer Depolama Tankı; en az 150 m³ toplam kapasiteli, deniz ve hava şartlarına dayanıklı yüzebilir özellikte depolama tankları (kendinden hareket edebilme veya tekne yardımı ile hareket ettirilebilme özellikli veya yüzer vasıtaların tankları veya yüzer vasıtaların üzerlerine yerleştirilebilir, bünyesinde biriken atığı gereken yere tahliye edebilecek şekilde ekipman ile donatılmış)
- Portatif Depolama Tankı; en az 150 m³ toplam kapasiteli, petrol ve türevlerini bulundurmaktan deforme olmayacak, dayanıklı malzemeden yapılmış, taşınabilir ve kolay kurulumlu portatif depolama tankları
- Vidanjör; en az 10 m³ tank kapasiteli, mobil, en az 2 adet vidanjör
- Solunum Cihazlı Kimyasal Elbise; Gerekli durumlarda müdahale personelinin kullanacağı, kimyasal maddelere ve petrole dirençli, tüplü solunum cihazı ile

giyilebilen solunum cihazlı en az 2 adet kimyasal elbise seti (her set için 2 adet yedek solunum tüpü ve gerekli ekipmanlar olacak)

- Koruyucu Giysi Seti; petrol ve kimyasal maddelere dirençli eldiven, tulum, güvenlik ayakkabısı ve baretten oluşan en az şirket/kurum/kuruluştaki müdahalede görevli personel sayısı kadar kişisel koruyucu giysi seti
- İlk Yardım Ünitesi; Petrol ve kimyasal maddelerin olumsuz etkilerine karşı ve diğer ilk yardım hizmetleri için uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmış en az 2 adet ilk yardım ünitesi
- Gaz Ölçüm Cihazı; Hidrokarbon gaz miktarının parlama noktası alt limitinin %1'ini aşmadığını, toksik gaz miktarının insan sağlığını tehdit etmeyecek seviyede olduğunu doğrulayacak kombine veya ayrı ayrı en az 2 adet gaz ölçüm cihazı (Ölçüm cihazları 4 ayda bir defa üretici talimatlarına göre şirket/kurum/kuruluştaki yetkili personel tarafından uygun ekipmanla kalibre edilecek ve kayıtları tutulacaktır. Ayrıca ölçüm cihazlarının yılda bir defa uluslararası uygunluğu bulunan bir laboratuvarında kalibre edilmesi sağlanarak, geçerli kalibrasyon sertifikaları şirket/kurum/kuruluştaki saklanacaktır.)
- Gaz Geçirmez El Feneri; En az 10 adet onaylı gaz geçirmez el feneri
- Gaz Geçirmez El Telsizi; En az 5 adet onaylı gaz geçirmez deniz tipi el telsizi
- Kıyı Temizlik Ekipman Seti; Acil müdahalede bulunulacak bölgede kullanıma yeterli olacak kadar, kürek, tırmık, kazma, sızdırmaz naylon torba, emici ped, boş varil, lastik çizme, tulum, eldiven, ekipman temizliği için solventten oluşan kıyı temizlik ekipman seti
- Basınçlı Yıkama Makinası; Sıcak/soğuk suyla yıkama özelliğine sahip en az 5 adet basınçlı yıkama makinası
- Aydınlatma Cihazı; Müdahale operasyonlarının gece de yürütülebilmesi için, en az 4 adet aydınlatma cihazı
- Seyyar Jeneratör; Elektrikle çalışan ekipmanların ve aydınlatmanın sağlanabilmesi için uygun güçte seyyar jeneratör
- Kara Taşıtları; Müdahale ekipmanlarının sahaya taşınması ve konuşlandırılması için uygun özelliklerde en az bir adet, ekipmanların

elleçlenmesi için en az bir adet araç ve ayrıca arazide çalışabilmek için arazi şartlarına uyumlu araç

- Tüm malzeme, ekipmanların depolanacağı, bakım onarım ve temizliklerinin yapılabileceği bir alan (kapalı alan içinde veya konteynırlar içinde olabilir)
- Bariyer Serme Teknesi; Bariyer serilecek nitelikte en az 2 adet tekne
- Deniz Temizlik Teknesi; Üzerinde, en az 20 m³/saat kapasiteli, tüm petrol çeşitlerinde kullanılacak en az 2 adet yakıt toplayıcı (güç ünitesi, pompası, hortumları ve gerekli tüm ekipmanları dahil), ısıtmalı en az 25 m³ kapasiteli depolama tankı, depoladığı atığı tahliye edebilecek pompa, en az 40 cm fribord ve fribordundan az olmayan su çekimine sahip, şişirilebilir en az 300 metre uzunluğunda açık deniz bariyeri (bariyer ekipmanları dâhil) ve bu bariyeri denize serip toplayacak ekipmanı kullanabilecek özellikte, gerektiğinde dispersant uygulamasında kullanılacak taşınabilir sprej sistemi, yangına müdahale için kullanılmak üzere 60m³/saat kapasiteli 2 adet yangın monitörü bulunan manevra yeteneği güçlü uygun ölçülerde 1 adet deniz temizlik teknesi.

Bahsekonu şirketlerin yükümlülüklerini yerine getirme konusunda yapılan denetlemeler sonunda yetki iptalleri söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte İstanbul Boğazı çevresinde İstanbul Liman Başkanlığınca görevlendirilebilecek şirketlerin ekipman depoları Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22: Müdahale yetkisi verilen şirketlerin depolama yerleri (Korçak, 2015).

4.8 Türkiye Acil Müdahale Merkezleri Projesi

Deniz kazaları sonucu oluşabilecek çevre felaketlerine karşı mücadele etmek üzere, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) işbirliği ile UAB tarafından proje geliştirilmiştir. Bu kapsamda Türkiye deniz ve sahillerinde duyarlılık haritaları, risk yönetim sistemi, coğrafi bilgi sistemi ve petrol yayılım modeli oluşturulmuştur. Türkiye'nin sorumluluk sahası içerisinde bölgesel ve ulusal seviyede meydana gelebilecek deniz kirliliklerine müdahale maksadıyla 1 adet ulusal müdahale merkezinin Marmara Ereğlisi'nde, 1 adet bölgesel müdahale merkezinin Antalya'da ve 15 adet acil müdahale istasyonlarının Şekil 4.23'te belirtilen mevkilerde kurulması planlanmıştır (Url 10).



Şekil 4.23: Türkiye acil müdahale sistemi (Url 10).

Antalya Bölgesel Acil Müdahale ve Eğitim Merkezi 2015'te, Ulusal Deniz Emniyeti ve Acil Müdahale Merkezi (UDEM) ise Tekirdağ'da 2019 yılında hizmete girmiştir. Kurulum çalışmaları devam eden acil müdahale istasyonlarının da tamamlanmasıyla birlikte Türkiye Acil Müdahale Sistemi tam kapasite devreye girmesi öngörülmektedir (Url 10). Acil müdahale ekipmanlarının ana depolama alanı olarak UDEM öngörülmekte olup, bu merkezin, deniz kirliliği açısından yüksek seviye risk taşıyan İstanbul Boğazı'na olan uzaklığı, müdahalenin aciliyeti açısından soru işareti yaratmaktadır.

5. İSTANBUL BOĞAZI YAKIT KİRLİLİĞİ SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nda oluşabilecek büyük çaplı bir petrol kirliliğine nasıl müdahale edilebileceğine yönelik senaryolar planlanmış, bunların altyapısını teşkil eden etkenler önceki bölümlerde incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle mevsimlere göre yüzey akıntı haritaları ayrı ayrı oluşturulmuş, senaryolar farklı mevkilerde ve farklı mevsimlerde olacak şekilde çeşitlendirilmiş, bu paralelde kuzey bölgesi için Çalı Burnu-Fil Burnu arasındaki mevki, orta bölge için Yeniköy kuzeyi ve güney bölgesi için Haydarpaşa mevkileri yakıt kirliliği başlangıç mevkileri olarak belirlenmiştir. Her bir bölgede, her mevsim için ayrı ayrı olacak şekilde, yakıt kirliliği oluşturulmuş, bu kirliliğin nasıl yayılacağı ortaya konmuş ve öncelikle mevcut müdahale imkanları ile daha sonra tadil edilmiş vasıtalarla kirliliğe müdahale edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu senaryolar PISCES II programında oluşturulmuş olup, özellikle müdahale simülasyonlarına olanak vermesi, diğer modelleme programlarına nazaran bu programın tercih edilmesine sebep olmuştur.

5.1 PISCES (Potential Incident Simulation Control and Evaluation System)

Yapılan literatür araştırması neticesinde, deniz üzerine dökülen yakıtın yayılımına ilişkin çalışmaların, OSCAR, OILMAP, StatMap, GRACAT, GNOME, ADAM gibi programlarla yapıldığı, ancak bu programların yayılan yakıtı nasıl müdahale edilebileceği, hangi tip vasıtaların nasıl bir taktikle kullanılabileceğini simüle etmediği tespit edilmiştir. Aynı şekilde hangi açıyla bariyer döşendiğinde yakıtın kontrol edilebildiği, hangi formasyonla gemilerin bariyer yedeklemesi gerektiği, hangi tip yakıt toplayıcıların (skimmer) hangi mevkilerde konuşlandırılması gerektiğine bu programlar vasıtasıyla karar verilemediği ortaya konmuştur.

Yakıt kirliliğine müdahale odaklı olan PISCES II uygulamasının matematiksel modeli insan kaynaklı müdahale aktivitelerini, sahil yapısını, yüzey akıntılarını, hava ve deniz durumu ile çevre duyarlı deniz alanlarını gözönünde bulundurmaktadır. Kıyı şeridi, programda vektör tabanlı deniz haritalarından otomatik olarak elde edilen bir dizi kapalı çokgen olarak sunulmaktadır. Yüzey akıntıları, bir dizi referans vektörün

zamana bağılı hız değişimlerinden türetilmektedir. Belli bir noktadaki yüzey akıntısının sürati, referans vektör değerinin doğrusal enterpolasyonu vasıtasıyla üretilmektedir. Yakıt yayılımı, yakıt kütesini oluşturan partiküllerin, akıntı, rüzgar ve difüzyon etkilerinin sonucu olarak yatay harekete maruz kalmaları esasına dayananan Lagrangian modelini temel almaktadır (Delgado, Kumzerova, & Martynov, 2006).

5.2 İstanbul Boğazı Yakıt Kirliliği Senaryoları Başlangıç Değerleri

Çalışmanın amacına yönelik sonuçları ortaya çıkarmak maksadıyla oluşturulan senaryolara yönelik olarak müteakip paragraflarda detayları verilen başlangıç girdileri PISCES II simülasyon programına koşulmuş, öncelikle müdahale olmadan yakıt yayılımının nasıl gerçekleşeceği öngörülmüş, daha sonra yayılıma göre elde mevcut müdahale imkanları ile ne kadarlık bir yakıtın kontrol altına alınabileceği belirlenmiş, müteakiben müdahale vasıtalarının teknik özelliklerinde iyileştirme yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Müdahale vasıtalarından özellikle bariyerlerin yükseklikleri, İstanbul Boğazı gibi süratli akıntıların olduğu yerlerde yakıtın kontrol altına alınmasında başrol oynamaktadır. Bu maksatla, gerek KEGM, gerekse özel şirketlerin imkanları paralelinde elde mevcut bariyerlerin suüstü yükseklikleri 0.6 m. su altı (draft) uzunlukları ise 1 m. olarak kabul edilmiştir. Bu şartların modifiye edildiği durumlar için bariyerlerin suüstü yükseklikleri 1 m., su altı (draft) uzunlukları ise 2m olarak simülasyona sokulmuştur. Gerek yurtdışında gerekse KEGM bünyesinde yapılan çalışmalar/görüşmeler neticesinde, 1000 m. uzunluğa sahip tek noktadan harici kompresörle şişirilebilen bariyerlerin kullanıma hazır hale getirilme sürelerinin asgari 3 saati bulduğu, aynı uzunlukta kendinden şişebilir bariyerler içinse bu sürenin 1 saate kadar inebildiği tespit edilmiştir (Url 9). Toplayıcılar (skimmer) içinse, mevcut şartlar simüle edildiğinde azami 50m³/h kapasiteli olanlar kullanılırken, iyileştirilmiş şartlarda 200 m³/h kapasiteli büyük disk tipi olanlar kullanılmıştır.

Rüzgar yön ve sürati ile hava ve deniz suyu sıcaklıkları için mevsimsel bazda madde 2.2'de belirtilen MGM ortalama verileri esas alınmış ve simülasyona girilmiştir.

Yakıt yayılımında kıyı ile etkileşim, yakıtın kıyıda tutunmasını artırma ya da azaltma yönünde kayalık yapıdan, kumsal yapıya kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nın çok büyük kesiminde geçerli olan kayalık/taşlık kıyı tipi senaryolara esas girdi olmuştur.

İstanbul Boğaz'ından geçiş yapan tankerlerin taşıdığı ham petrol tipleri çok çeşitlilik göstermekle birlikte, müdahalenin etkinliğini ölçebilmek üzere, ne çok hafif ne de çok ağır yakıt tipi tercih edilmemiş, senaryoların hepsinde kirliliğe temel yakıt tipi olarak Group III kategorisinde AMAULIGAK (light crude oil) seçilmiş, density: 0.89 g/cm³, yüzey gerilimi: 21.1 dyn/cm, viskozite: 15.7 cSt yakıt değerleri olarak simülasyona girilmiştir. Kazaların oluşturulduğu senaryolarda ortak olarak, ilk kaza anında 1000 t'luk bir yakıtın döküldüğü, müteakiben sızıntı şeklinde gerçekleşen ve 4 saatin sonunda toplamda yaklaşık 2800 t, 5 saatin sonunda yaklaşık 3200 t, 6 saatin sonunda ise yaklaşık 3500 t. yakıtın denize döküldüğü varsayılmıştır.

5.3 İstanbul Boğazı Yakıt Kirliliği Senaryoları

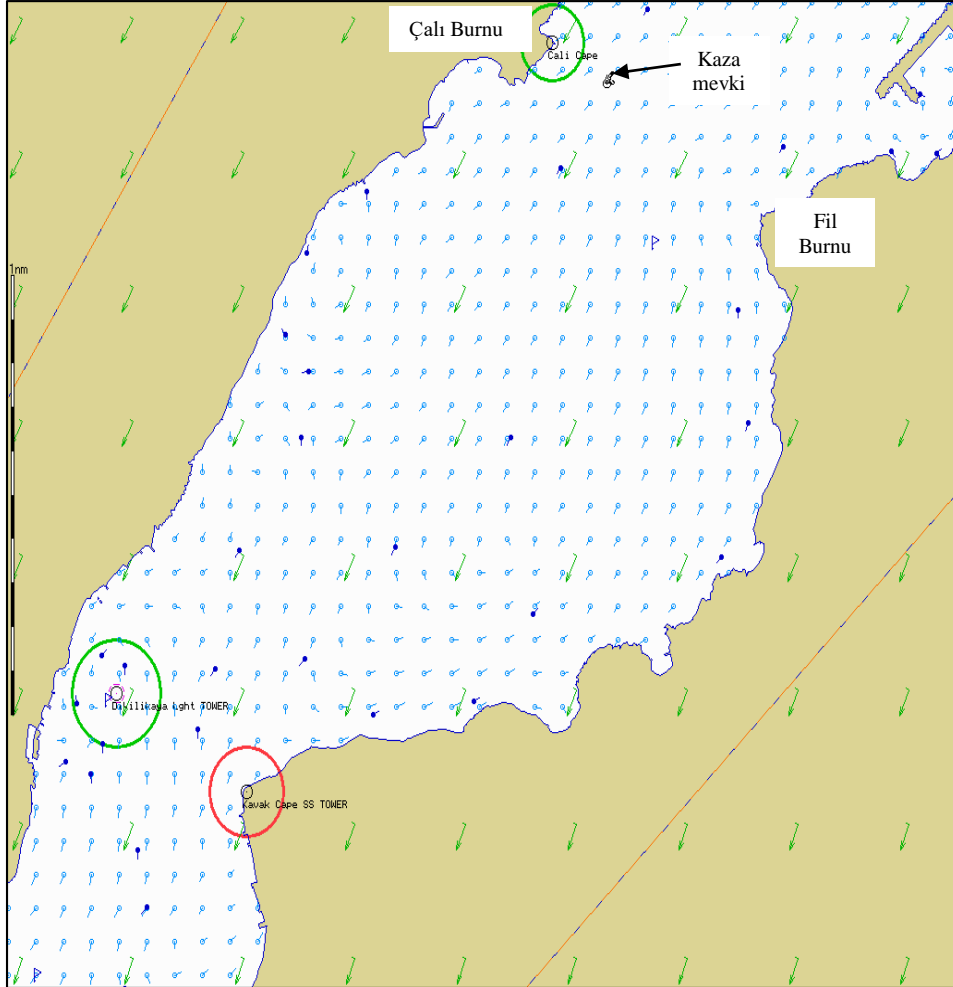
Madde 5.2'de belirtilen başlangıç şartlarına haiz senaryolar, kuzey bölgesi için Çalı Burnu-Fil Burnu, orta bölge için Yeniköy ve güney bölgesi için Haydarpaşa bölgesinde dört mevsimi de kapsayacak şekilde çoğaltılmış ve toplamda 36 adet senaryo oluşturulmuştur. Tezin bu bölümünde İlkbahar mevsimi esas alınmış ve oluşturulan 9 adet senaryonun sonuçlarına müteakip maddelerde yer verilmiştir. Diğer mevsimlere ait simülasyon çıktıları ise EK-D'de sunulmuştur.

5.3.1 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi kuzey bölgesi senaryosu

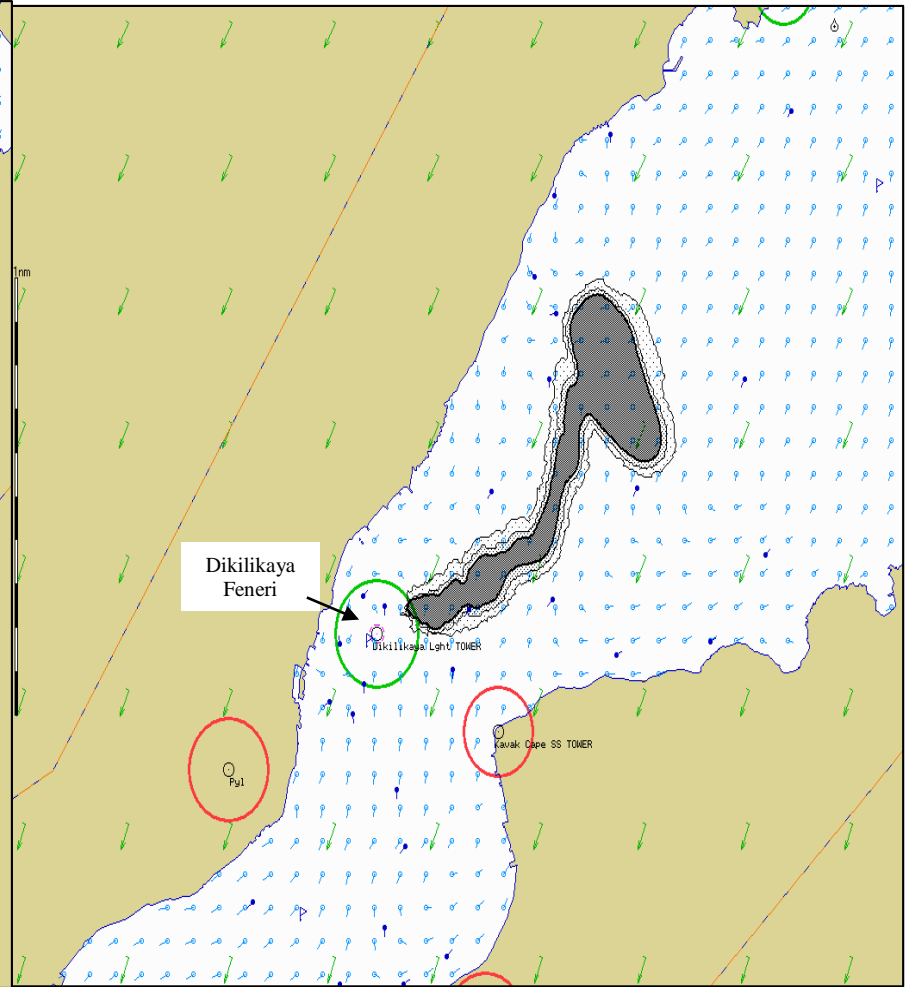
Bu senaryoda İstanbul Boğazı kuzeyinde, Çalı Burnu Fil Burnu arasında bir mevkide gemi kazası olduğu, geminin kaza anında denize 1000 t'luk bir yakıt sızdırdığı, müteakiben güney istikametinde sürüklenerek Dikilikaya fenerine yaslayarak karaya oturduğu ve daha sonraki 4 saatlik zaman zarfında toplamda 2800 ton yakıtın denize döküldüğü varsayılmıştır. Başlangıç değerleri: **Yakıt:** AMAULIGAK, Grup III heavy crude oil, density: 0.89 g/cm³, yüzey gerilimi: 21.1 dyn/cm, viskozite: 15.7 cSt, **Rüzgar:** Kuzey-Kuzeydoğu'dan 7 knots, **Hava sıcaklığı:** 17.5 °C, **Deniz suyu sıcaklığı:** 13 °C, **Dalga yüksekliği:** 0.1m.

5.3.1.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı

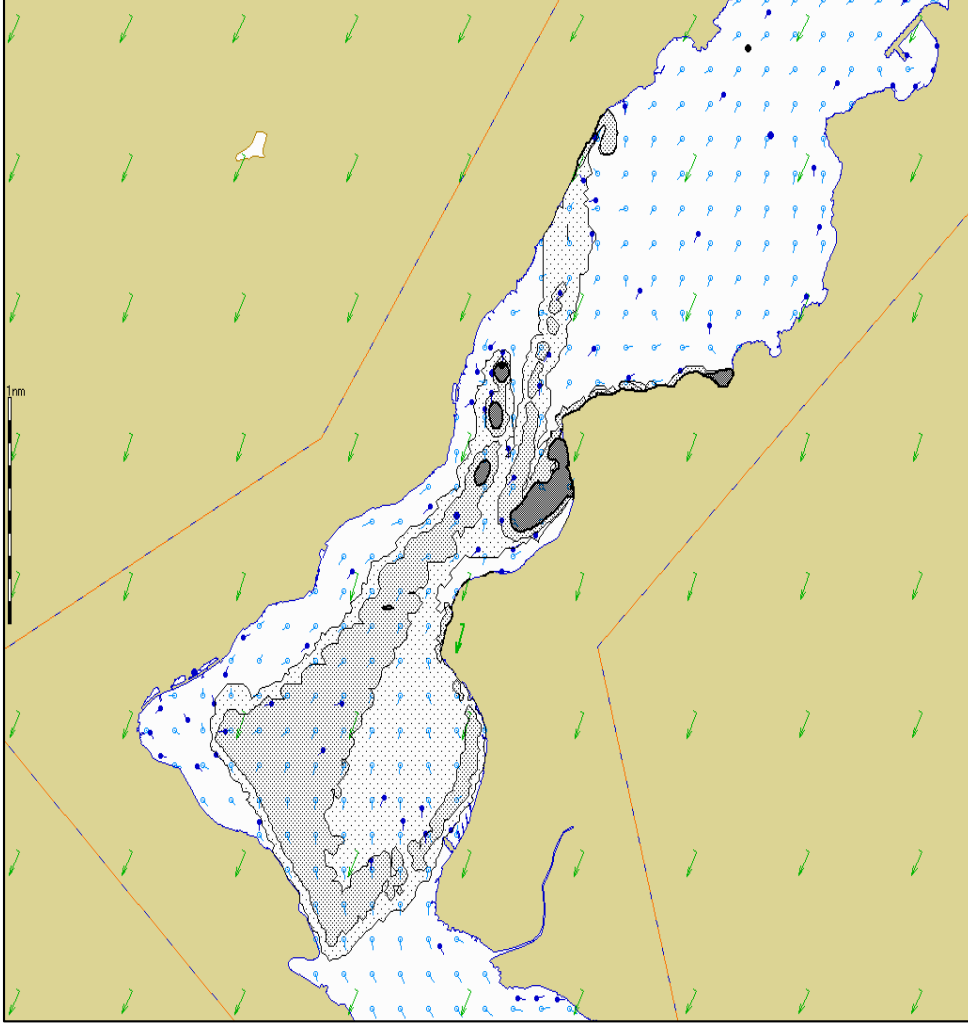
Denize yayılan yakıtın, müdahale olmaksızın, 4 saatin sonunda nasıl yayılacağı Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te belirtilmiş, yakıtın ne kadarlık bir deniz alanını kirlettiği, 4 saatin sonunda ne kadarlık bir kalınlığa ulaştığı v.b. istatistiki bilgiler ise Çizelge 5.1'de sunulmuştur.



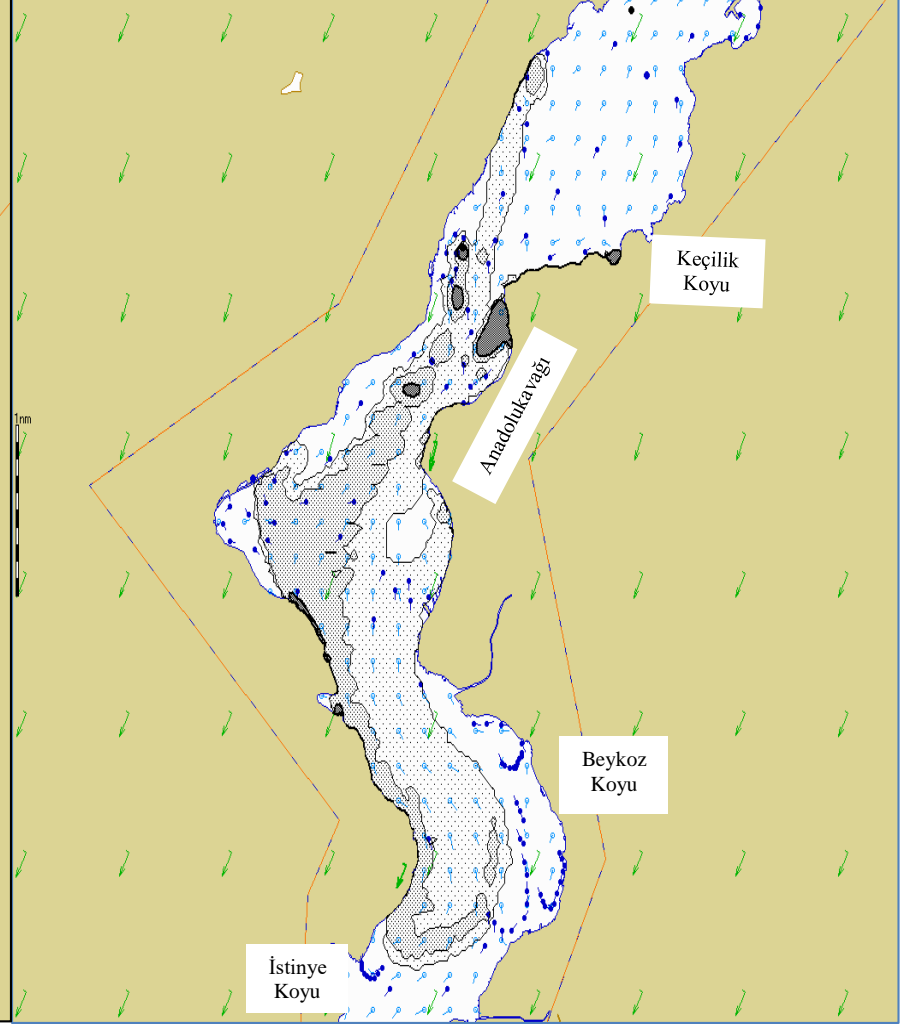
Şekil 5.1: T+0 kaza mevki.



Şekil 5.2: T+60 dk yakıt yayılımı.



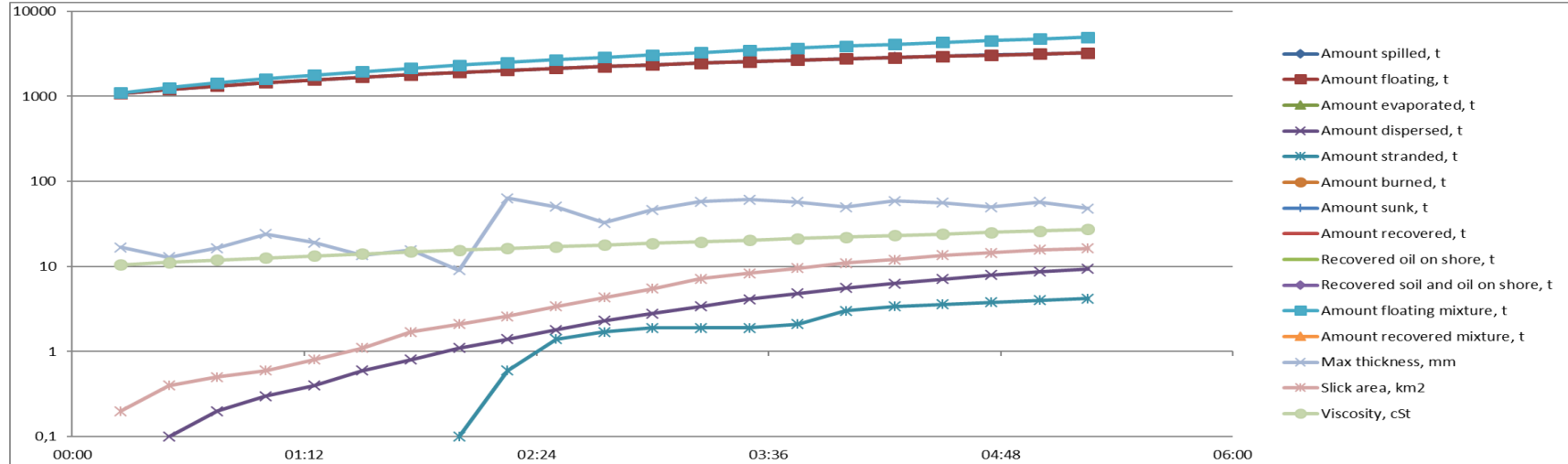
Şekil 5.3: T+180 dk yakıt yayılımı.



Şekil 5.4: T+240 dk yakıt yayılımı.

Çizelge 5.1: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,1	0	1266	12,8	0,4	11,2
01:00	1444	1444	0,3	0	1603	24	0,6	12,6
01:30	1680	1679	0,6	0	1953	13,6	1,1	14,1
02:00	1909	1908	1,1	0,1	2316	9	2,1	15,5
02:30	2132	2129	1,8	1,4	2690	50,5	3,4	17,1
03:00	2349	2344	2,8	1,9	3077	46,4	5,5	18,7
03:30	2559	2553	4,1	1,9	3477	61	8,3	20,4
04:00	2763	2755	5,6	3	3886	50	11	22,2

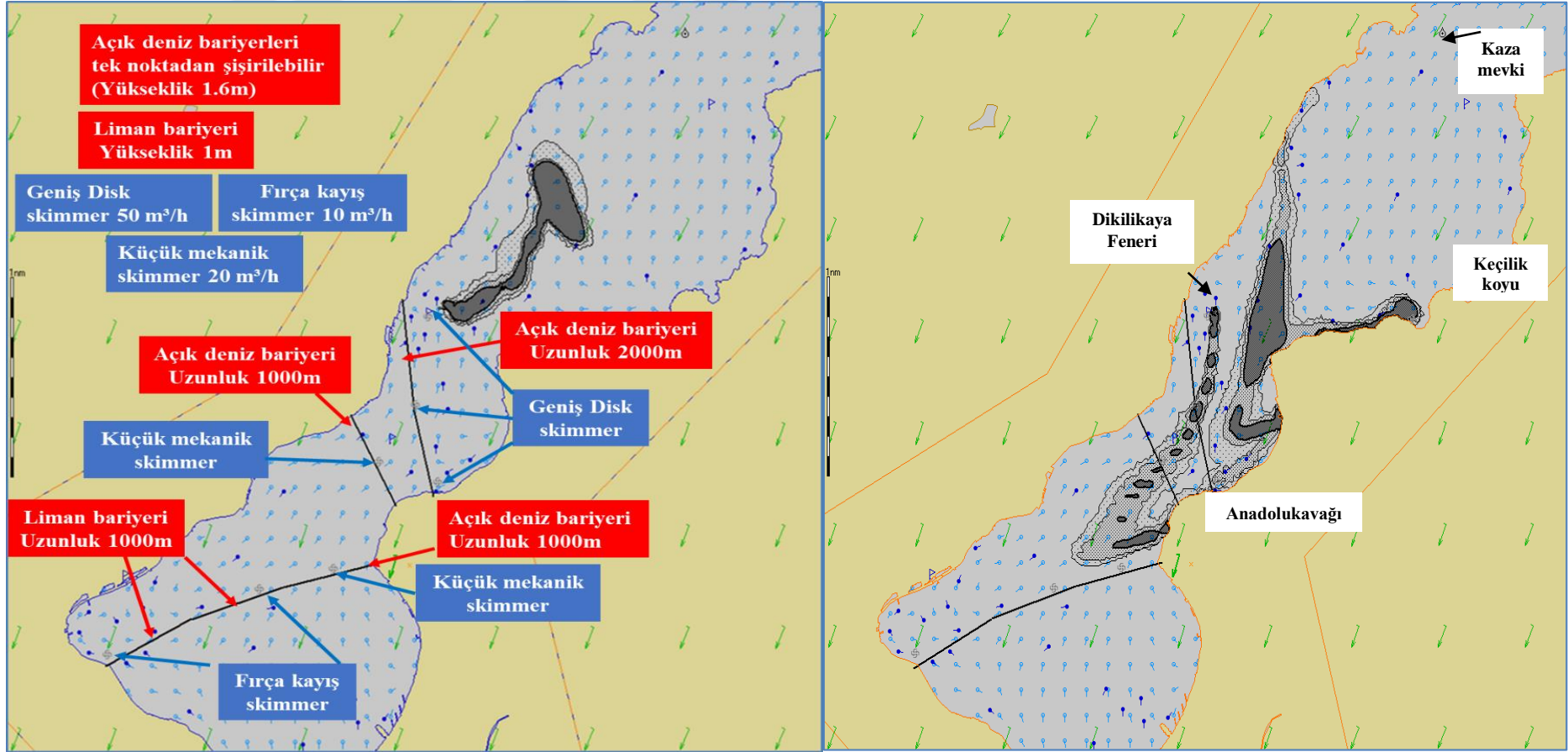


İstanbul Boğazı kuzeyinde meydana gelen kaza sonrasında 4 saatin sonunda denize dökülen 2763 ton yakıtın hiç müdahale edilmediği takdirde İstinye koyuna kadar yayıldığı, doğu ve batıda toplam 9 deniz mili uzunluğunda bir kıyı şeridinin kirlendiği, yakıtın 11 km² lik bir deniz alanına yayıldığı, yakıtın büyük oranda Keçilik koyu, Anadolukavağı ve Beykoz koyuna yöneldiği tespit edilmiştir. PISCES II programı, simülasyon sonunda istatistiki bilgileri excel formatında İngilizce olarak vermektedir. İngilizce ifade edilen verilerin, bundan sonra sunulacak benzeri tüm tablolar için geçerli olacak şekilde Türkçe karşılıkları şu şekildedir:

Amount spilled, t: Dökülen miktar (t), **Amount floating, t:** Deniz üzerindeki miktar (t), **Amount evaporated, t:** Buharlaşan miktar (t), **Amount dispersed, t:** Dağılan miktar (t) **Amount stranded, t:** Kıyıya bulaşan miktar (t), **Amount burned, t:** Yanan miktar (t), **Amount sunk, t:** Batan miktar (t), **Amount recovered, t:** Toplanan miktar (t), **Recovered oil on shore, t:** Kıyıda toplanan miktar (t), **Recovered soil and oil on shore, t:** Kıyıda toplanan toprak yakıt(t), **Amount floating mixture, t:** Yüzen su yakıt karışımı(t), **Amount recovered mixture, t:** Toplanan yakıt su karışımı (t), **Max thickness, mm:** Azami yakıt kalınlığı (mm), **Slick area, km²:** Kirlenen deniz alanı (km²), **Viscosity, cSt:** Viskozite (cSt).

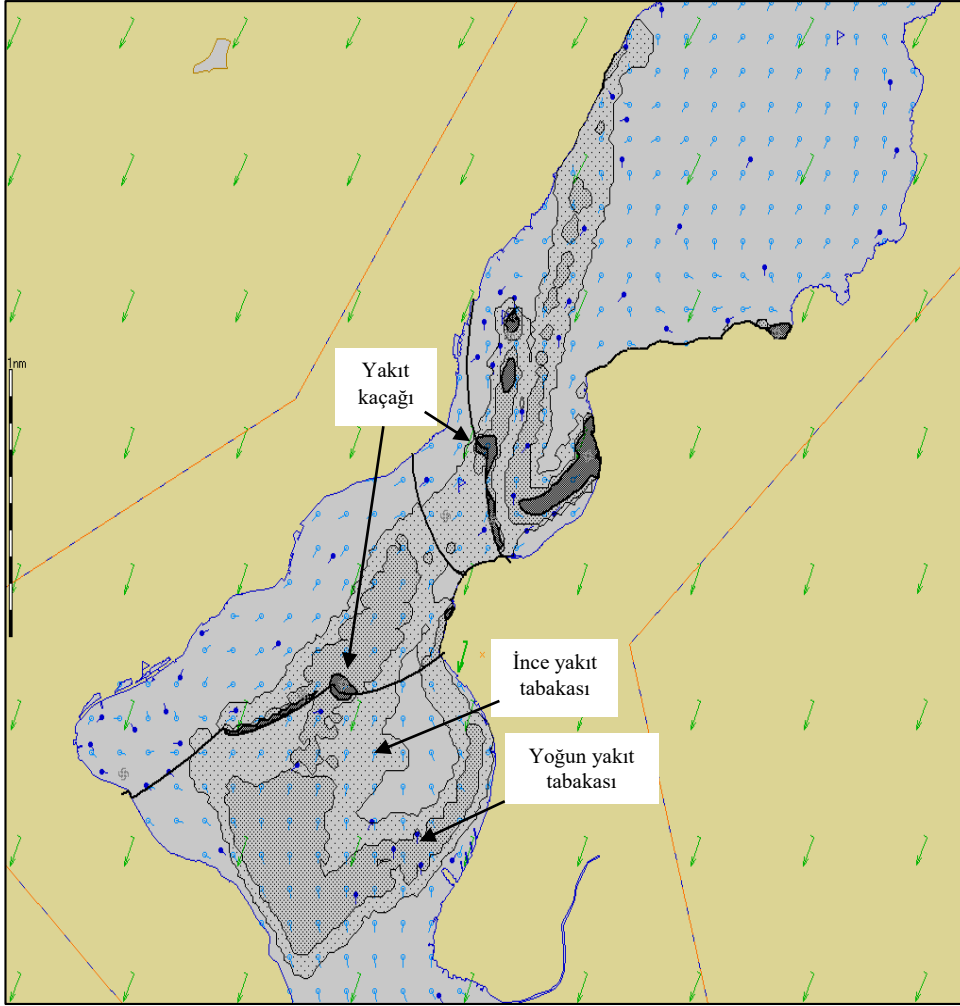
5.3.1.2 Mevcut vasıtalarla müdahale

Madde 5.3.1.1’de belirtilen yakıt yayılımına göre halen KEGM ve özel şirketler bünyesinde bulunan imkan kabiliyetler dahilinde müdahale edildiğinde yakıtın nasıl kontrol edilebileceği, ne kadarlık bir yakıtın koylara hapsedilebileceği veyahut denizden sıyrılarak toplanabileceği Şekil 5.5 - Şekil 5.8 ve Çizelge 5.2’de gösterilmiştir. Simülasyonda kullanılan mevcut bariyerlerin en uzun yükseklikleri, etek boyları 1m., suüstü boyları ise 0.6 m. olacak şekilde toplamda 1.6 m. civarındadır. Toplayıcılar ise, 3 adet 50m³/h kapasiteli geniş disk tipi, 2 adet 20m³/h kapasiteli küçük mekanik tip ve 2 adet fırça kayış tip tip olmak üzere toplamda 7 adet kullanılmıştır. İstanbul Boğazı’nda yakıt kirliliğine ilk ve en kısa sürede müdahale KEGM vasıtaları ile gerçekleştirilebilecektir. Bu vasıtaların ihbarı müteakip hazırlanma, konuşlanma yerlerinden olay mahalline intikal ve tek noktadan şişirilebilir açık deniz bariyerleri ile toplayıcıların (skimmer) kullanıma hazır hale getirilebilme süreleri gözönüne alındığında, Kuzey bölgesinde meydana gelebilecek bir kirliliğe müdahalenin ihbardan minimum **3 saat** sonra başlayabileceği öngörülmüştür.

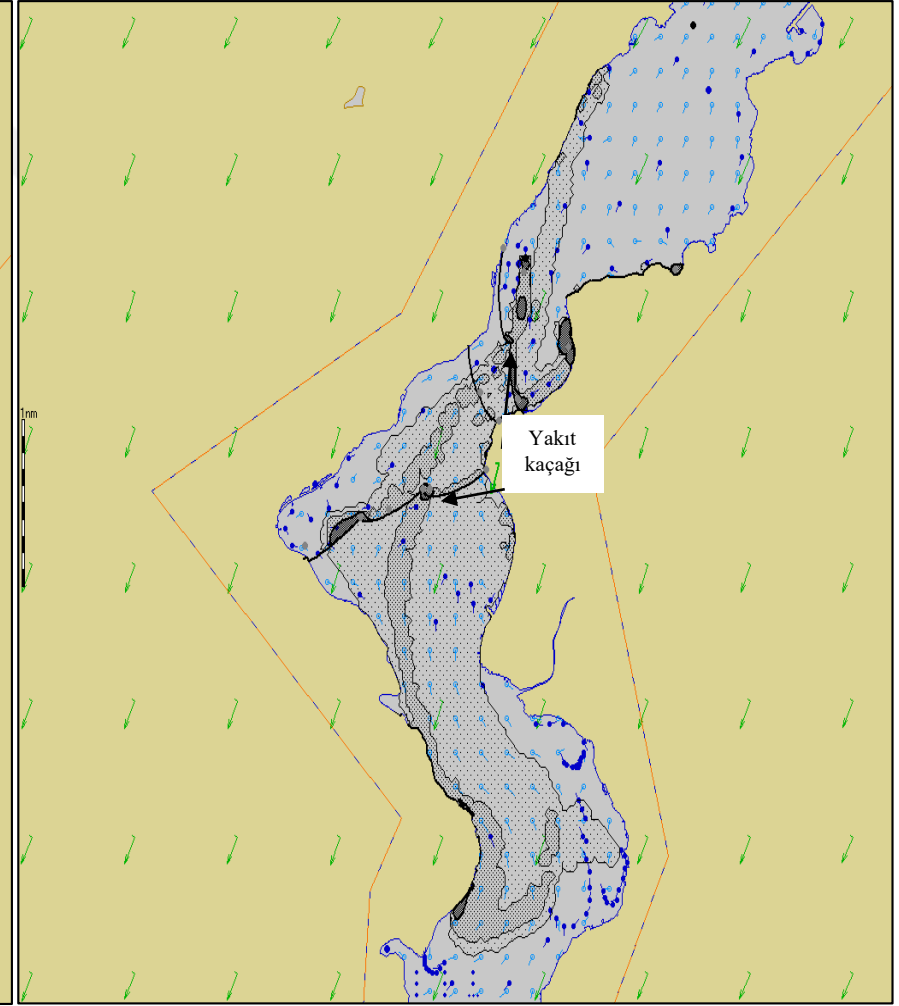


Şekil 5.5: T+60 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif değil).

Şekil 5.6: T+120 dk yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif değil).



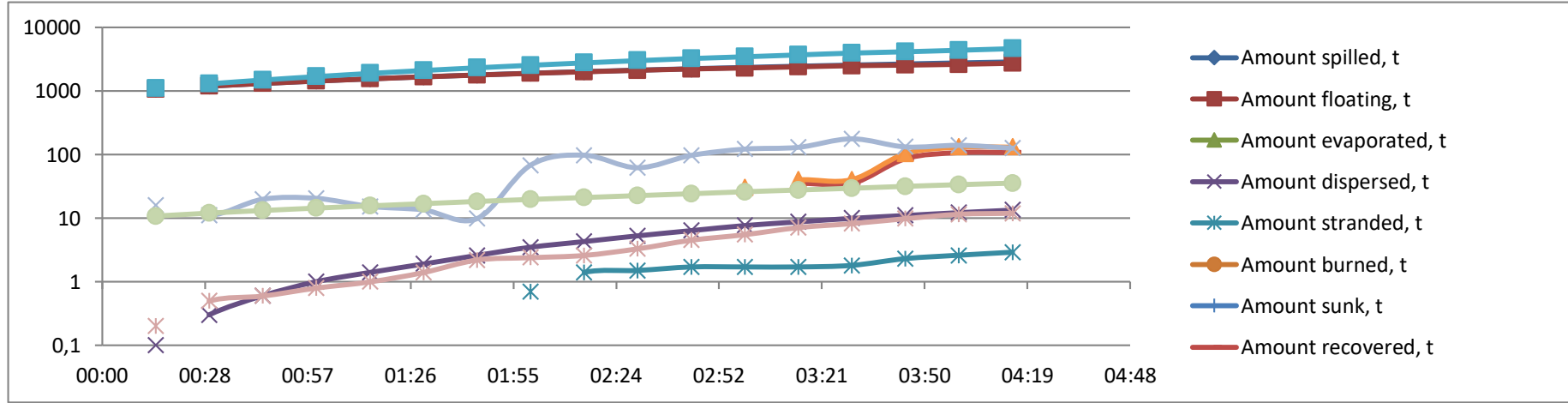
Şekil 5.7: T+180 dk yakıt yayılımı ve bariyer/skimmer planı (Aktif).



Şekil 5.8: T+240 dk yakıt yayılımı ve bariyer/skimmer planı (Aktif).

Çizelge 5.2: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,3	0	0	1302	0	11	0,5	12
01:00	1444	1443	1	0	0	1694	0	20,5	0,8	14,4
01:30	1680	1678	1,9	0	0	2113	0	13,5	1,4	16,9
02:00	1909	1905	3,5	0,7	0	2555	0	67,9	2,4	19,7
02:30	2132	2125	5,3	1,5	0	3021	0	62,1	3,3	22,6
03:00	2349	2314	7,7	1,7	25,2	3479	30,5	122	5,5	26
03:30	2559	2512	10	1,8	35	3977	40,6	177	8,2	29,5
04:00	2763	2641	12,3	2,6	107	4406	132	140	11,5	33,6



Müdahale öncesinde Kuzey kesimi yüzey akıntıları incelendiğinde yakıtın büyük kısmının Keçilik koyuna yöneldiği tespit edilmiş, kalan kısmının ise bariyerler vasıtasıyla Anadolukavağı ve Beykoz koyuna yönlendirilebileceği değerlendirilmiştir.

Bahse konu müdahale şartları neticesinde toplam yüksekliği 1.6 m olan bariyerlerin, 1 kts civarında yüzey akıntısına ship İstanbul Boğazı kuzey kesimlerinde, deniz yüzeyine yayılmış yakıtı tam olarak kontrol edemediği, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de de görüldüğü üzere yakıtı kaçırdığı tespit edilmiştir. Burada özellikle vurgulanması gereken husus, yüksek yüzey akıntısına sahip denizlerde yakıt kirliliğine müdahalede kullanılan bariyerlerin toplam yüksekliklerinin büyük önem arz ettiği, kısa suüstü ve etek uzunluğuna sahip bariyerlerin yakıtı tutamadıkları alttan ve üstten kaçırdıklarıdır. Bariyer ve toplayıcıların kaza anından itibaren 3’ncü saatin sonunda aktif hale gelebildiği, senaryonun 4’ncü saatinin sonunda ise;

* Yakıtın büyük kısmının yüzey akıntısı sayesinde Keçilik koyuna yöneldiği,

* Yakıtın tam olarak kontrol edilememesi neticesinde İstinye koyuna kadar, doğu ve batıda olmak üzere toplamda yaklaşık 7 mil uzunluğunda bir kıyı alanının kirlendiği,

* Anadolukavağı ve Beykoz koyuna yönlendirme taktiğinin kısmen uygulanabildiği ve yakıtın 11.5 km² lik bir deniz alanını kirlettiği,

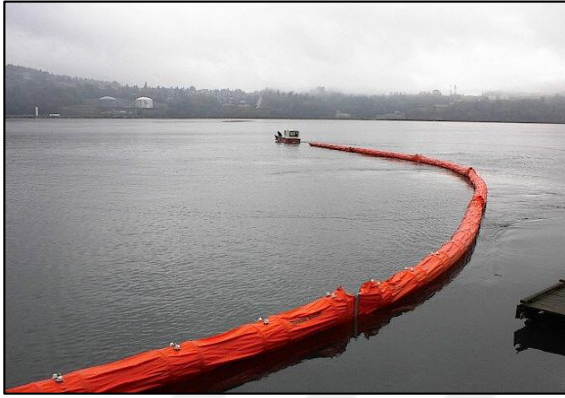
* Bariyerlerin kontrol edebildiği yakıtın toplayıcılar vasıtasıyla 107 tonluk bir kısmının toplanabildiği görülmüştür.

Simülasyon neticesinde yakıtın yoğun olduğu kesimlerinin bariyerler tarafından tutulabildiği ancak, Şekil 5.7’de de görüldüğü üzere, ince yakıt tabakalarının (sheen) her durumda, yayılma (spreading) ve dağılım (dispersion) neticesinde bariyerlerin dışına çıktığı, bu nitelikteki yakıtın ilerleyen zamanlarda buharlaşma (evaporation), çözünme (dissolution) ve biyolojik bozulma (biodegradation) neticesinde etkisini kaybettiği tespit edilmiştir.

5.3.1.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale

İstanbul Boğazı’nın Kuzey kesimlerinde oluşturulan senaryoda yakıt kirliliğine müdahalede kullanılan bariyerlerin ve toplayıcıların teknik kabiliyetlerinin geliştirilmesiyle birlikte, aynı kirlilik ve çevre şartları altında müdahalede elde edilen

sonuçlar bu b6l6mde karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda açık deniz bariyerlerinin, etek boyları (draft) 2 m suüstü (freeboard) y6kseklikleri ise 1 m. olacak şekilde, toplam y6kseklikleri 3 m'ye çıkartılmış, tek noktadan harici kompres6rler vasıtasıyla şişirilebilenler yerine kendinden şişebilir (self inflatable) olan modelleri kullanılmıştır. Bu sayede harici kompres6re ihtiyaç duyan 1000 m.'lik bariyerin 3 saati bulan m6dahaleye hazır olma s6resi, kendinden şişebilme 6zelliği sayesinde 1 saate d6ř6r6lm6řt6r. Toplayıcılar (skimmer) ise 200 m³/h kapasiteli geniş disk tipi olarak kullanılmıştır. Bahse konu geliştirilmiş şartlara havi m6dahale vasıtaları halen d6nyada birçok 6retici firma tarafından 6retilmekte olup 6rnekleri şekil 5.9 ve şekil 5.10'da g6sterilmiştir.



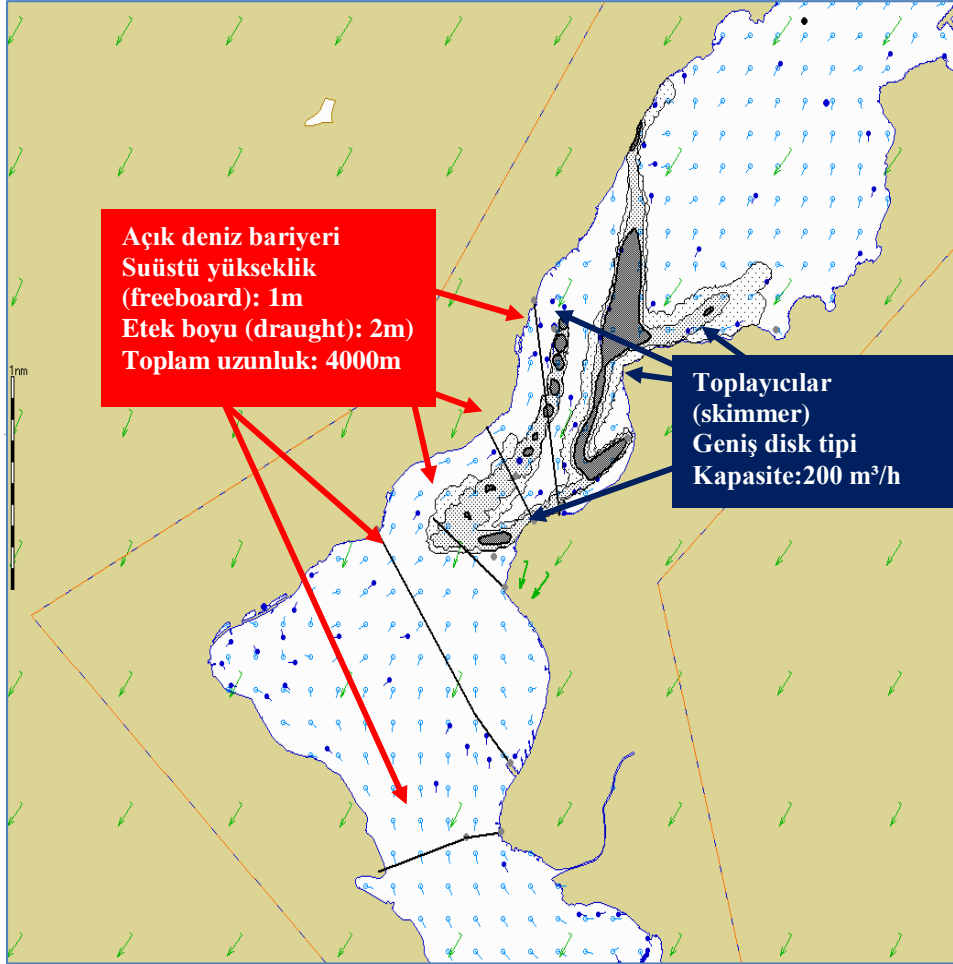
şekil 5.9: Kendinden şişebilen bariyer (Url 9).



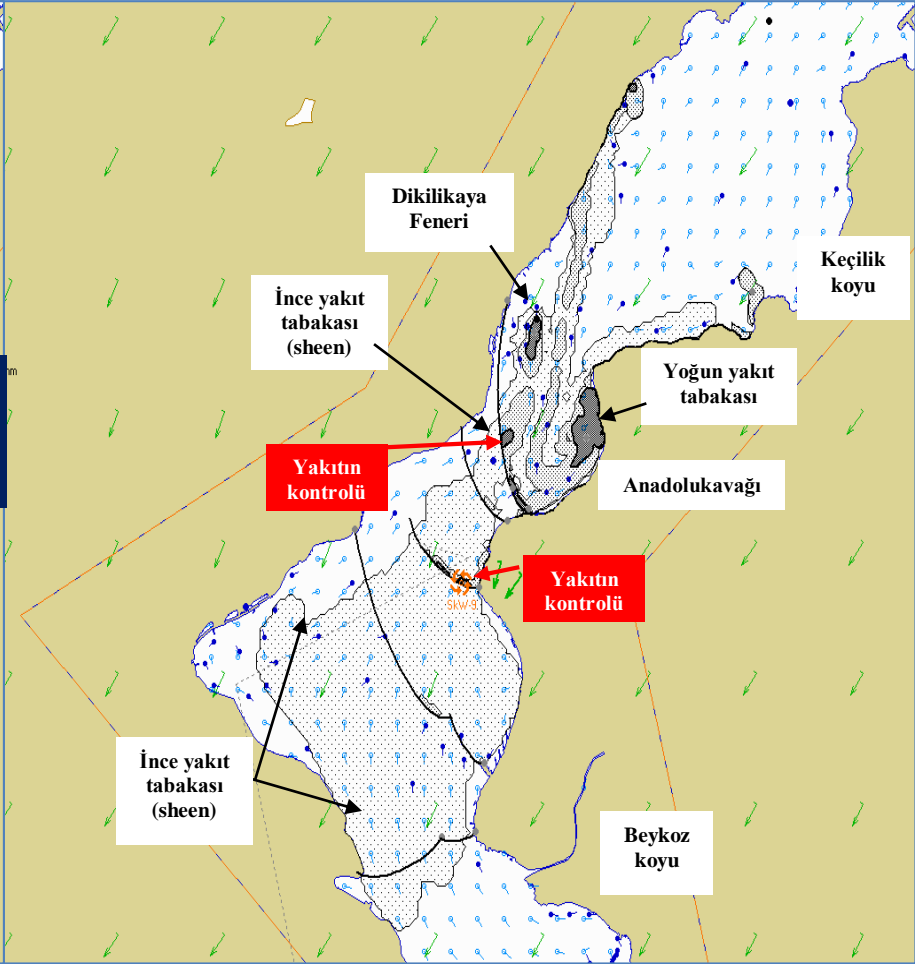
şekil 5.10: Kendinden şişebilen bariyer (Url 10).

Teknik 6zellikleri modifiye edilen m6dahale vasıtaları kullanılarak oluşturulan senaryoda toplamda 3500 m bariyer ve 4 adet geniş disk tipi toplayıcı (skimmer) kullanılmıştır.

M6dahale 6ncesi yakıt yayılım paterni incelenmiş ve mevcut m6dahale vasıtalarıyla tam olarak uygulanamayan yakıtın bariyerlerle kontrol altına alınması ve Anadolukavağı ile Beykoz koyuna y6nlendirilmesi taktiğinin, modifiye vasıtalarla icrasına çalışılmıştır. Bu senaryoda; kazanın ihbar s6resi, m6dahale vasıtalarının konuşlanma yerleri ve kaza mahalline intikal s6releri 6nceki senaryoya g6re aynı olmakla birlikte, 6zellikle bariyerlerin kendinden şişebilir olması sebebiyle m6dahaleye hazır olma s6releri **2 saat** olarak hesaplanmıştır. Yapılan m6dahale neticesinde yakıtın ne kadarlık bir kısmının kontrol edilebildiği, koylara y6nledirilip y6nlendirilemediği, toplayıcılarla toplanabilen yakıt miktarı ile kirlenen kıyı ve deniz alanları gibi bilgiler şekil 5.11, şekil 5.12 ve izelge 5.3'te g6sterilmiştir.



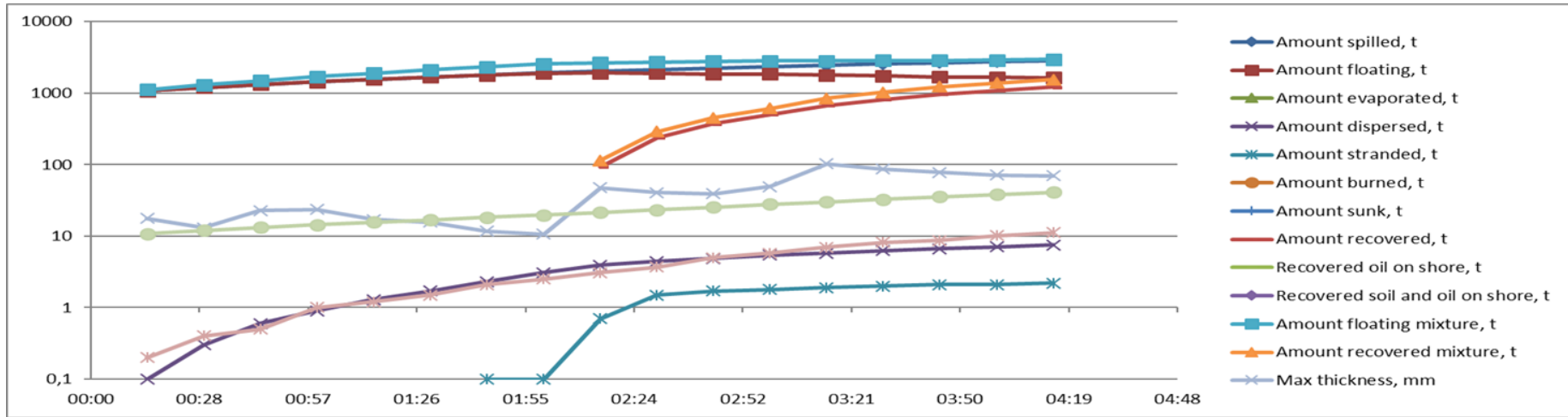
Şekil 5.11: T+120 dk Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).



Şekil 5.12: T+240 dk Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).

Çizelge 5.3: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,3	0	0	1301	0	13,1	0,4	12
01:00	1444	1443	0,9	0	0	1692	0	23,7	1	14,4
01:30	1680	1678	1,7	0	0	2109	0	15,7	1,5	16,9
02:00	1909	1906	3,1	0,1	0	2550	0	10,7	2,5	19,7
02:30	2132	1888	4,4	1,5	238	2713	289	40,8	3,7	23,4
03:00	2349	1840	5,4	1,8	502	2832	614	49,1	5,8	27,8
03:30	2559	1732	6,3	2	819	2846	1030	86,7	8,2	32,7
04:00	2763	1661	7,1	2,1	1093	2903	1385	71,4	10,1	38,2



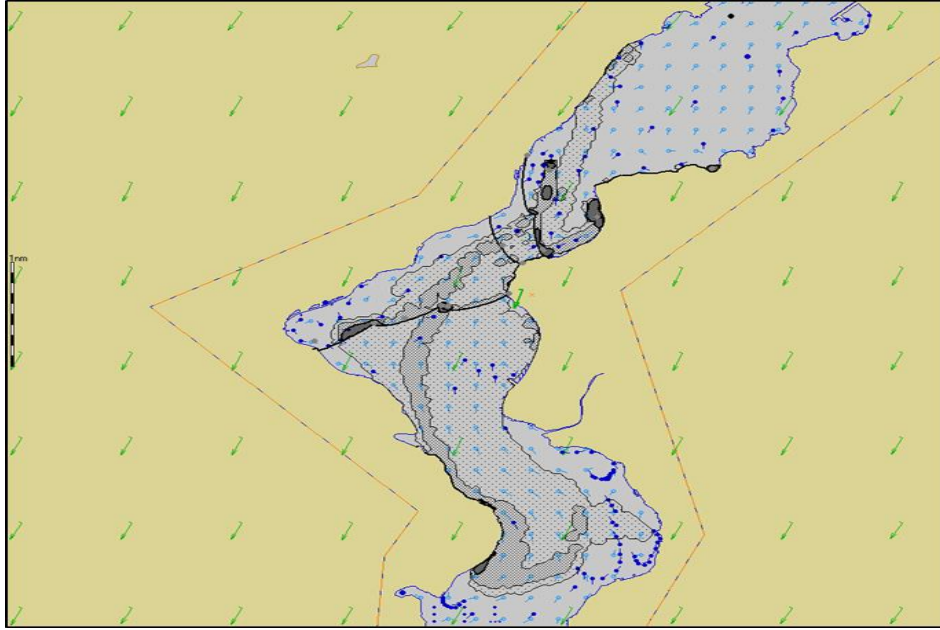
Müdahale öncesinde Kuzey kesimi yüzey akıntıları incelendiğinde yakıtın büyük kısmının Keçilik koyuna yöneldiği tespit edilmiş, kalan kısmının ise bariyerler vasıtasıyla Anadolu kavağı ve Beykoz koyuna yönlendirilebileceği değerlendirilmiştir.

Suüstü yükseklikleri ve etek (freeboard) boyları uzatılmış bariyerlerin, deniz yüzeyine yayılmış yakıtı nasıl kontrol edebildiği Şekil 5.11 ve özellikle Şekil 5.12’de görülebilmekte, bariyerlerin alt ve üstünden kaçan yakıt miktarının ne kadar azaldığı göze çarpmaktadır. Kapasiteleri artırılan toplayıcıların, bariyerler vasıtasıyla kontrol altına alınan yakıtın büyük kısmını denizden toplayabildiği de bir diğer göze çarpan husustur. Kaza anından itibaren 2’nci saatin sonunda kendinden şişebilir bariyer ve sıyrıkların aktif hale getirilebildiği senaryonun 4’ncü saatinin sonunda ise;

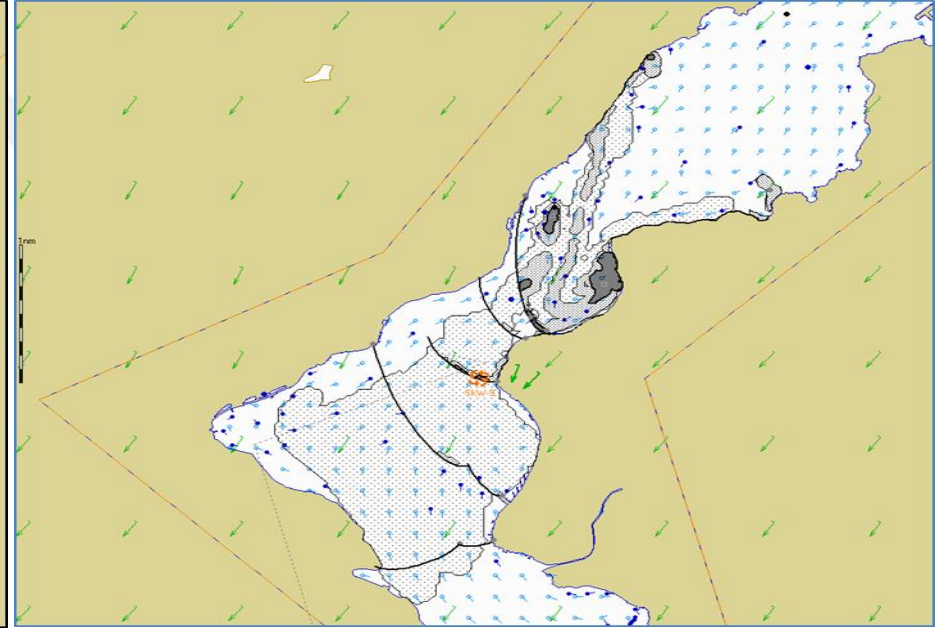
- * Yakıtın büyük kısmının yüzey akıntısı sayesinde Keçilik koyuna yöneldiği,
- * Anadolu kavağı ve Beykoz koyuna yönlendirme taktiğinin tamamen uygulanabildiği ve hatta Beykoz koyuna ihtiyaç kalmadığı,
- * Yakıtın kontrol edilebilmesi neticesinde doğu ve batıda olmak üzere toplamda yaklaşık 3 mil uzunluğunda bir kıyı alanının kirlendiği,
- * Yakıtın 10.1 km² lik bir deniz alanını kirlettiği,
- * Bariyerlerin kontrol edebildiği yakıtın sıyrıklar vasıtasıyla 1093 tonluk bir kısmının toplanabildiği ortaya konmuştur.

Simülasyon neticesinde yakıtın yoğun olduğu kesimlerinin bariyerler tarafından tutulabildiği görülmüştür. Ancak, daha önce Şekil 5.7’de ifade edildiği gibi, ince yakıt tabakalarının (sheen) yine yayılma (spreading) ve dağılım (dispersion) neticesinde bariyerlerin dışına çıktığı, bu nitelikteki yakıtın ilerleyen zamanlarda buharlaşma (evaporation), çözünme (dissolution) ve biyolojik bozulma (biodegradation) neticesinde etkisini kaybettiği tespit edilmiştir. Bu husus Şekil 5.12’de gösterilmiştir.

İstanbul Boğazı’nın kuzey kesiminde oluşabilecek bir yakıt kirliliğinde elde mevcut imkânlar ile bunların modifiye edilmiş versiyonları vasıtasıyla yapılan müdahalenin 4 saatlik karşılaştırması Şekil 5.13 ve Şekil 5.14’te istatistikleri ise Çizelge 5.4’te sunulmuştur.



Şekil 5.13: T+240 Mevcut imkânlarla müdahale.



Şekil 5.14: T+240 Modifiye vasıtalarla müdahale.

Çizelge 5.4: İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).

Müdahale	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı(t)	Kirlenen kıyı alanı uzunluğu (nm)	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen deniz alanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	2763	2641	12.3	2.6	107	4406	7	140	11.5	33.6
Modifiye	2763	1661	7.1	2.1	1093	2903	3	71.4	10.1	38.2

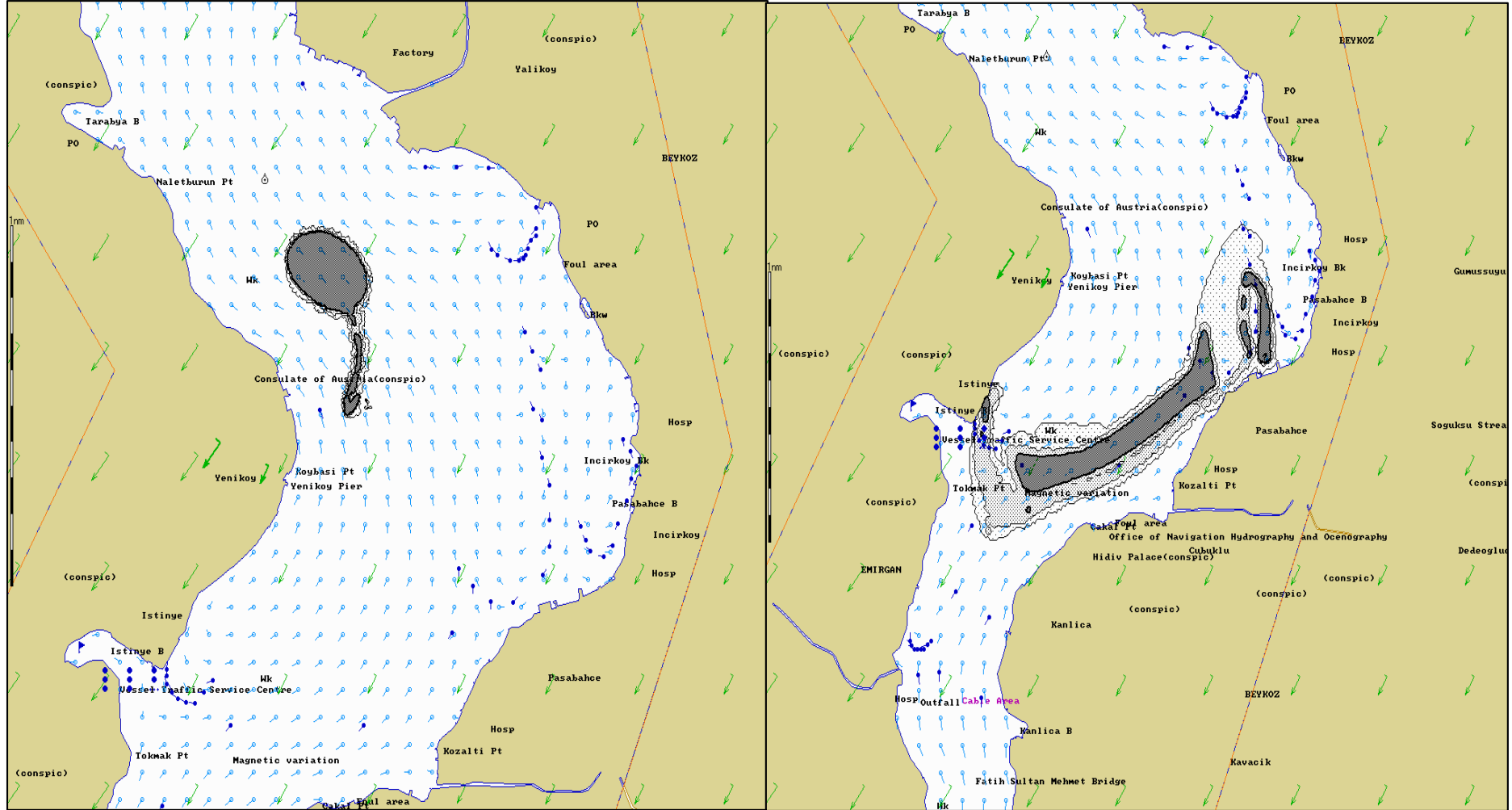
5.3.2 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi orta bölge senaryosu

Bu senaryoda İstanbul Boğazı ortasında, Yeniköy civarında bir mevkide gemi kazası olduğu, geminin kaza anında denize 1000 t'luk bir yakıt sızdırdığı, müteakiben romörkörler vasıtasıyla güney istikametinde yedeklenerek Paşabahçe koyunda karaya oturtulduğu, daha sonraki 4 saatlik zaman zarfında toplamda 2800 ton yakıtın denize döküldüğü varsayılmıştır. Başlangıç değerleri:

Yakıt: AMULIGAK, Grup III heavy crude oil, density: 0.89 g/cm³, yüzey gerilimi: 21.1 dyn/cm, viskozite: 15.7 cSt, **Rüzgar:** Kuzey-Kuzeydoğu'dan 5 knots, **Hava sıcaklığı:** 17.5 °C, **Deniz suyu sıcaklığı:** 13 °C, **Dalga yüksekliği:** 0.1m.

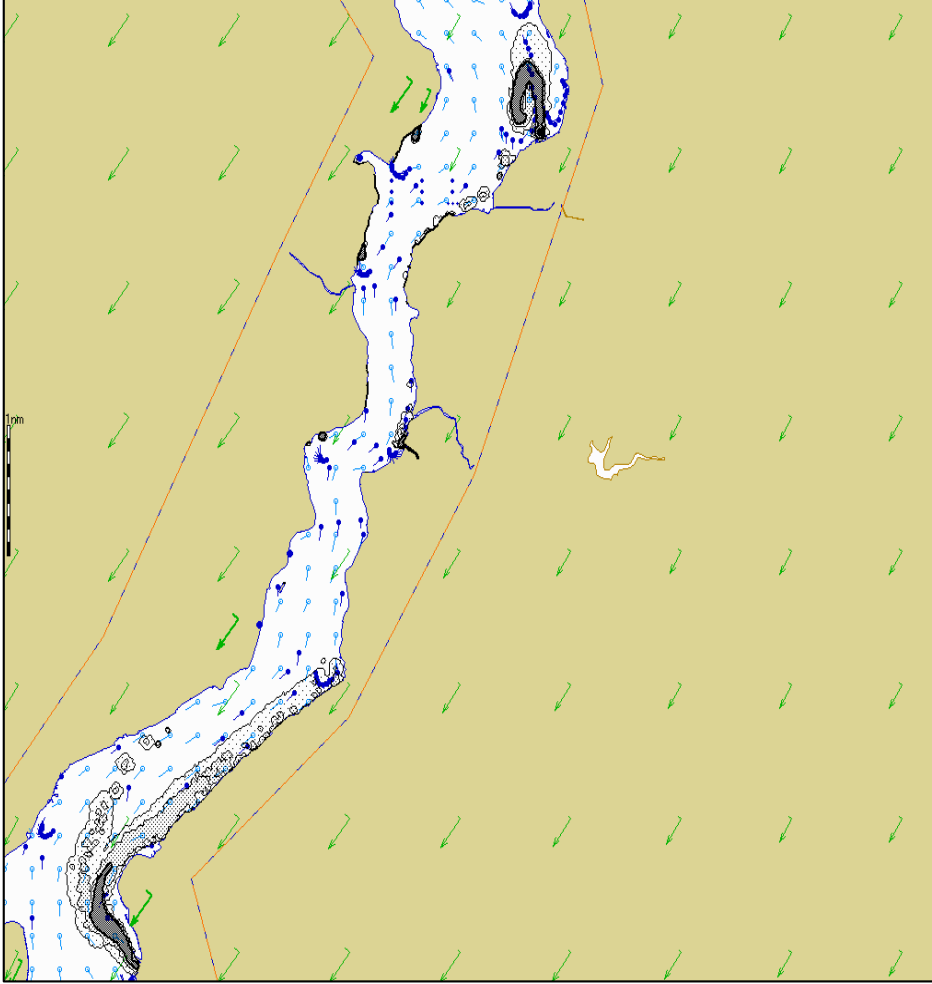
5.3.2.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı

Madde 5.3.2'de belirtilen başlangıç şartları dahilinde denize yayılan yakıtın, müdahale olmaksızın, 4 saatin sonunda nasıl yayılacağı Şekil 5.15 - Şekil 5.18'de belirtilmiş, yakıtın ne kadarlık bir deniz alanını kirlettiği, 4 saatin sonunda ne kadarlık bir kalınlığa ulaştığı v.b. istatistiki bilgiler ise Çizelge 5.5'te sunulmuştur.

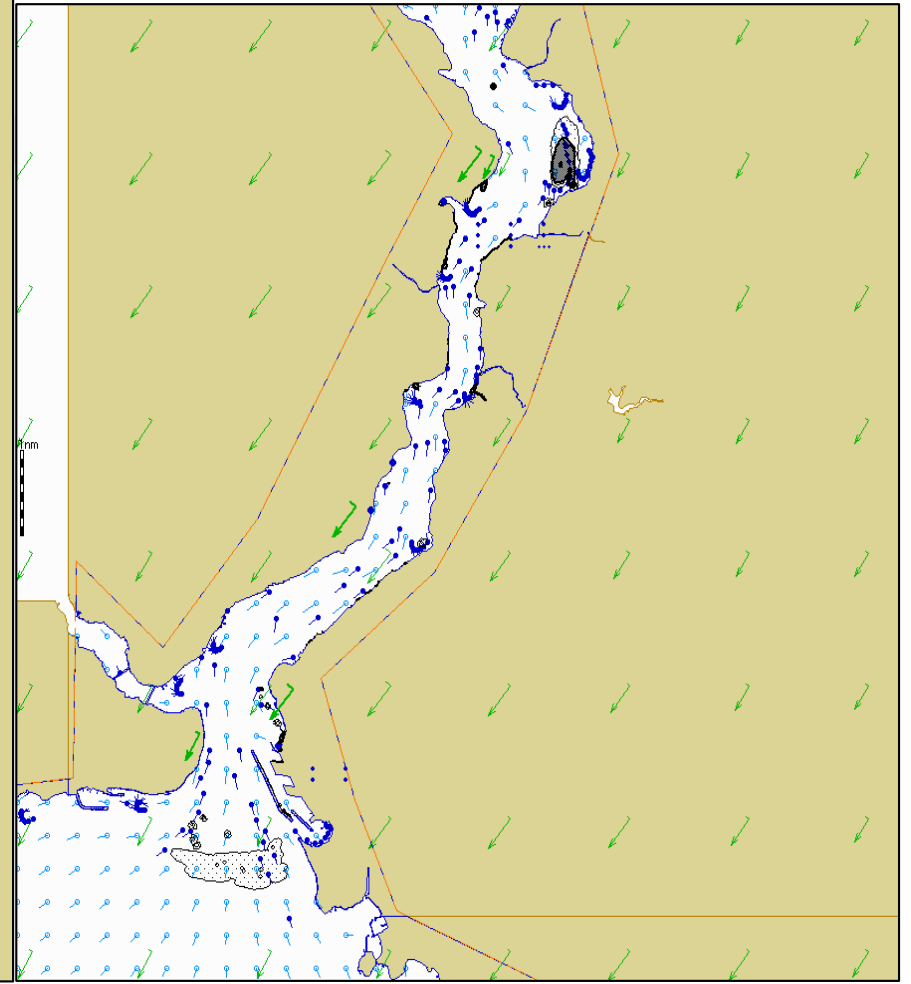


Şekil 5.15: T+15 dk yakıt yayılımı.

Şekil 5.16: T+60 dk yakıt yayılımı.



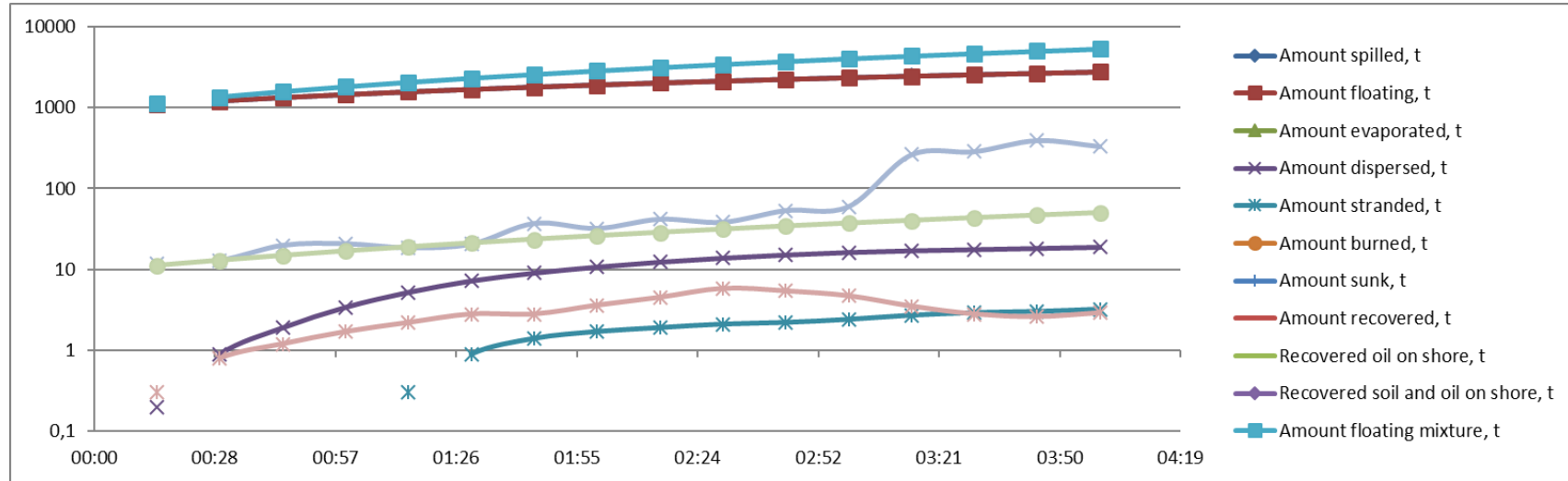
Şekil 5.17: T+180 dk yakıt yayılımı.



Şekil 5.18: T+240 dk yakıt yayılımı.

Çizelge 5.5: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı (Müdahale yok).

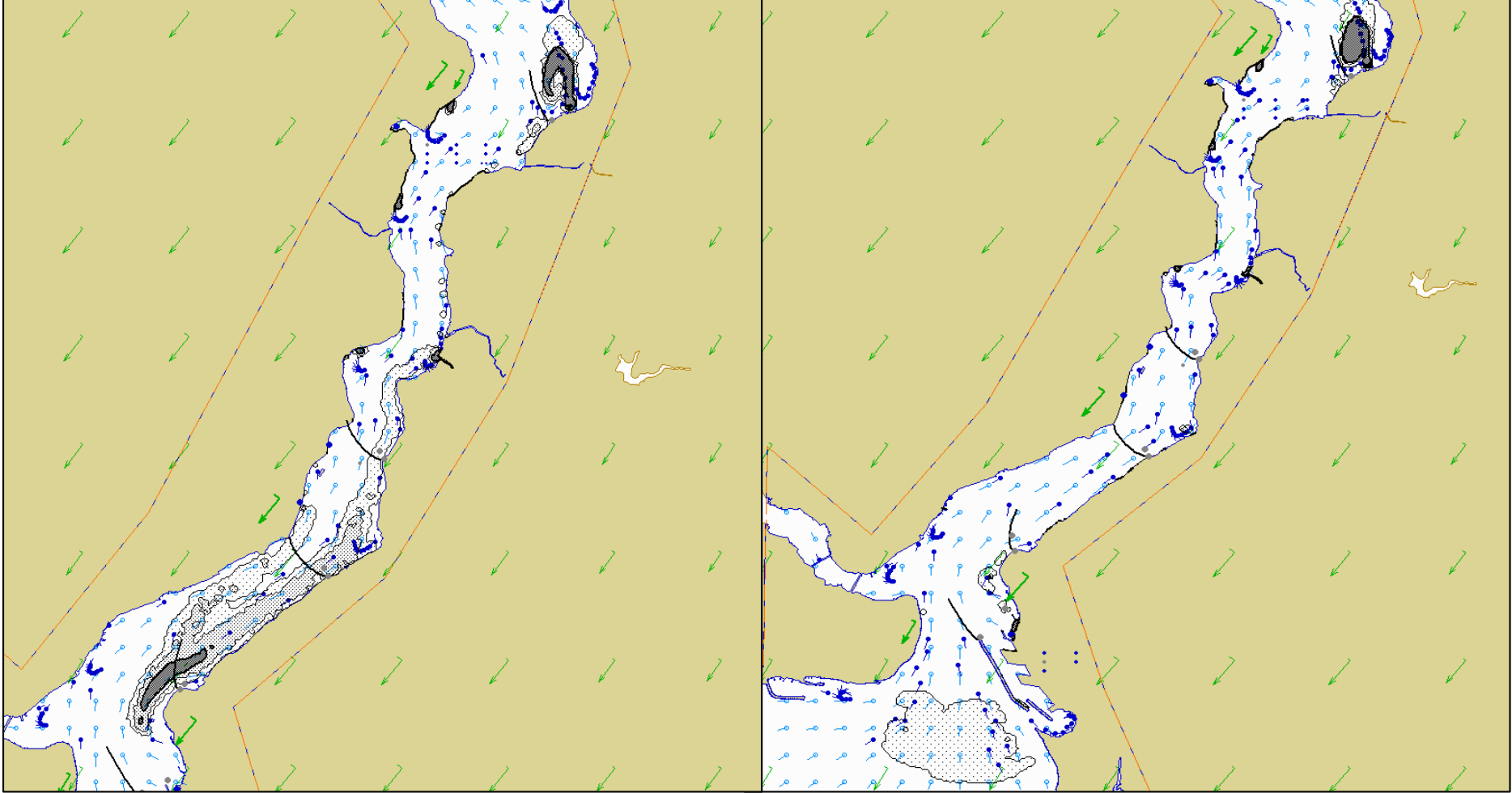
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1201	0,9	0	1346	12,8	0,8	12,9
01:00	1444	1441	3,4	0	1805	20,6	1,7	16,8
01:30	1680	1671	7,2	0,9	2304	20,4	2,8	21,1
02:00	1909	1896	10,7	1,7	2842	31,9	3,6	26
02:30	2132	2116	13,8	2,1	3418	38,1	5,8	31,3
03:00	2349	2330	16,2	2,4	4028	59,5	4,7	37,2
03:30	2559	2539	17,6	2,9	4666	287	2,8	43,4
04:00	2763	2741	18,8	3,2	5326	333	2,9	50,1



İstanbul Boğazı ortasında meydana gelen kaza sonrasında denize dökülen yakıtın 4 saatin sonunda nasıl yayılmış olacağı Şekil 5.18’de sunulmuştur. 4 saatin sonunda denize dökülen 2763 ton yakıtın hiç müdahale edilmediği takdirde Paşabahçe koyu ve karşısında İstinye koyundan başlayarak güney isitkametinde Haydarpaşa’ya kadar yayıldığı, yakıtın tamamının koy, dere ve kıyı alanlarına yapışarak doğu ve batıda toplam 9 deniz mili uzunluğunda bir kıyı şeridini kirlettiği ve 3 km² lik bir deniz alanına yayıldığı tespit edilmiştir. Kirlilik kaynağı geminin Paşabahçe koyuna yedeklenmesi ve burada yakıtın yüzey akıntısının yönü itibarıyla büyük oranda bu koyda kalması, kirlenen kıyı ve deniz alanının nispeten azalmasına sebep olduğu değerlendirilmiştir.

5.3.2.2 Mevcut vasıtalarla müdahale

Madde 5.3.2.1’de belirtilen yakıt yayılımına göre halen KEGM ve özel şirketler bünyesinde bulunan imkan kabiliyetler dahilinde müdahale edildiğinde yakıtın nasıl kontrol edilebildiği, ne kadarlık bir yakıtın koylara hapsedilebildiği veyahut denizden sıyrılarak toplanabildiği Şekil 5.19 - Şekil 5.20 ve Çizelge 5.6’da gösterilmiştir. Simülasyonda kullanılan mevcut bariyerlerin en uzun yükseklikleri, etek boyları 1m, suüstü boyları ise 0.6m olacak şekilde, 1.6m civarındadır. Toplayıcılar ise, 3 adet 50 m³/h kapasiteli geniş disk tipi, 3 adet 20 m³/h kapasiteli küçük mekanik tip ve 2 adet fırça kayış tip tip olmak üzere toplamda 8 adet kullanılmıştır. İstanbul Boğazı’nda yakıt kirliliğine müdahale edecek vasıtaların ihbarı müteakip hazırlanma, konuşlanma yerlerinden olay mahalline intikal ve tek noktadan şişirilebilir açık deniz bariyerleri ile toplayıcıların (skimmer) kullanıma hazır hale getirilebilme süreleri gözönüne alındığında, orta bölgede meydana gelebilecek bir kirliliğe müdahalenin ihbardan minimum 2 saat 45 dk sonra başlayabileceği öngörülmüştür.

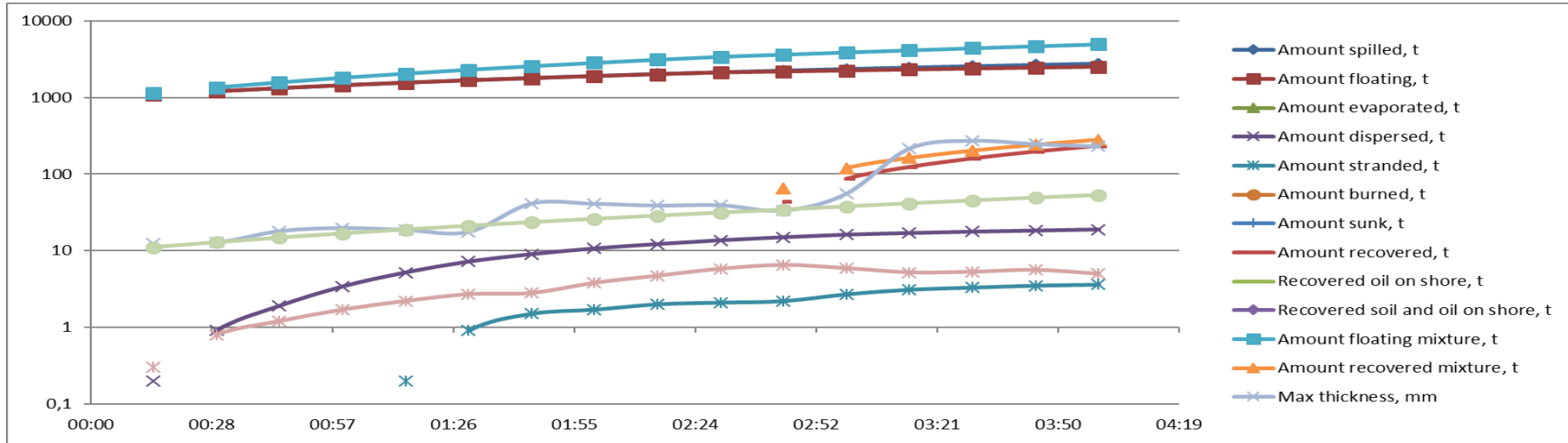


Şekil 5.19: T+165 dk. Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).

Şekil 5.20: T+240 dk. Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).

Çizelge 5.6: İlbarhar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1201	0,9	0	0	1346	0	12,8	0,8	12,9
01:00	1444	1441	3,4	0	0	1805	0	19,8	1,7	16,8
01:30	1680	1671	7,2	0,9	0	2304	0	17,6	2,7	21,1
02:00	1909	1896	10,7	1,7	0	2842	0	41	3,8	26
02:30	2132	2116	13,7	2,1	0	3418	0	39,3	5,8	31,3
03:00	2349	2242	16,2	2,7	87,9	3899	120	55,7	5,9	37,7
03:30	2559	2377	17,7	3,3	161	4432	203	273	5,3	45,1
04:00	2763	2507	18,9	3,6	234	4979	282	231	5	53



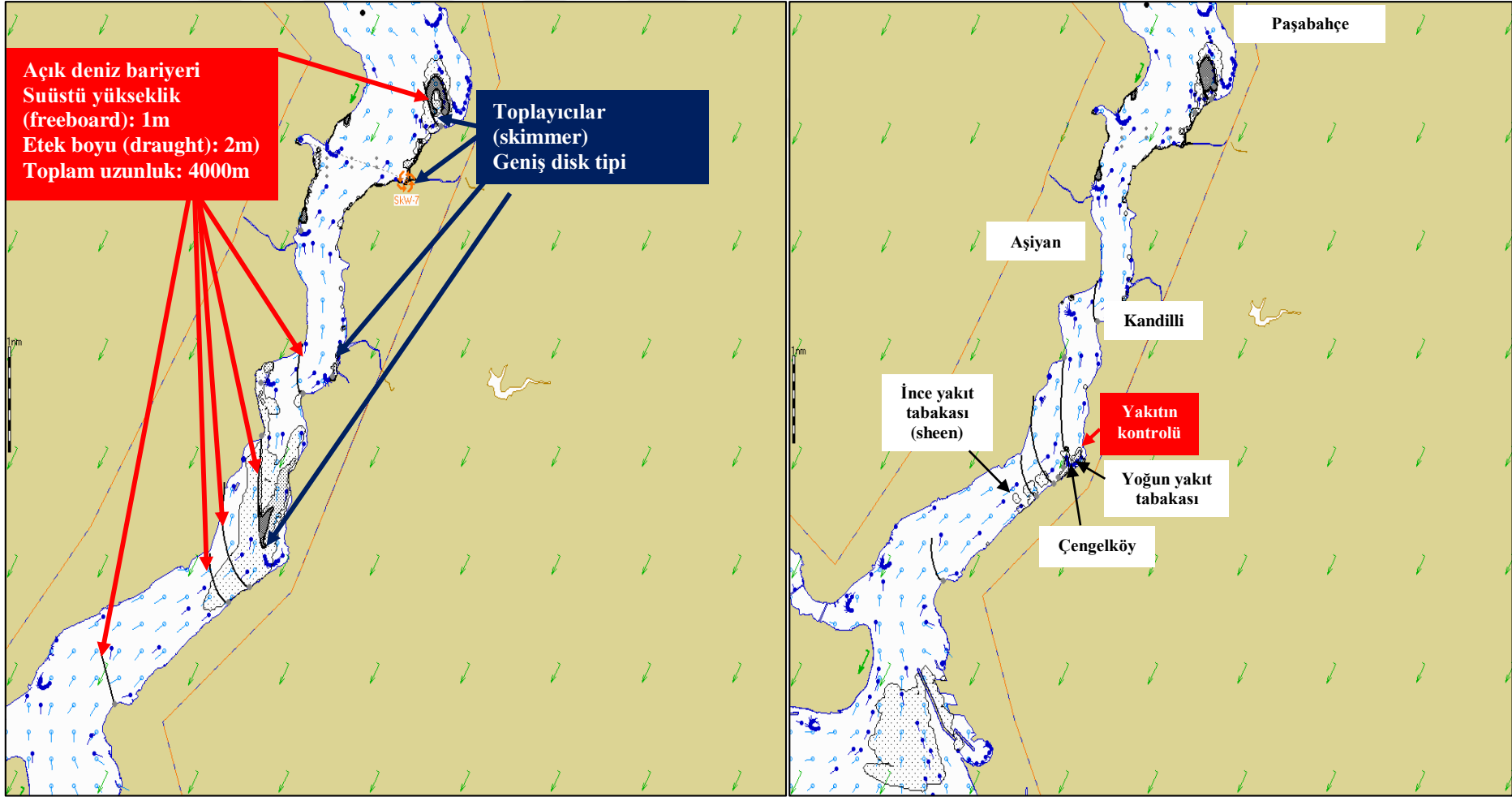
Müdahale öncesinde orta kesim yüzey akıntıları incelendiğinde, Beykoz Paşabahçe koyunun ters yönlü akıntıları sayesinde yakıtın kontrol edilmesinde büyük fayda sağlayacağı tespit edilmiş, bu sebeple kazaya konu geminin bu koya yedeklenmesine yönelik taktik uygulanmıştır. Bu işlem öncesinde denize yayılmış bulunan yakıtın ise Kandilli-Arnavutköy arasında ve Çengelköy hattının kuzeyinde tutarak kontrol altına alınabileceği değerlendirilmiştir.

Bahse konu müdahale şartları neticesinde toplam yüksekliği 1.6 m olan bariyerlerin, 1.5-2 kts civarında yüzey akıntısına sahip İstanbul Boğazı orta kesimlerinde, deniz yüzeyine yayılmış yakıtı tam olarak kontrol edemediği, Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de de görüldüğü üzere yakıtı kaçırdığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda, denize dökülen yakıtın, Beykoz-Paşabahçe koyuna sevk edilen kısmı hariç, tamamının Boğaz kıyılarına yayıldığı, hemen hemen hiçbir kısmının kontrol edilemediği tespit edilmiştir. Kaza anından itibaren 2 saat 45 dk sonra bariyer ve sıyrıkların aktif hale gelebildiği, senaryonun 4’ncü saatinin sonunda ise;

- * Yakıtın büyük kısmının yüzey akıntısı sayesinde Paşabahçe koyunda kaldığı,
- * Yakıtın tam olarak kontrol edilememesi neticesinde Haydarpaşa’ya kadar, doğu ve batıda olmak üzere toplamda yaklaşık 8 mil uzunluğunda bir kıyı alanının kirlendiği,
- * Kirliliği Beykoz-Paşabahçe koyu ile Çengelköy kuzeyinde tutma taktiğinin kısmen uygulanabildiği ve yakıtın 5 km² lik bir deniz alanını kirlettiği,
- * Bariyerlerin kontrol edebildiği yakıtın sıyrıklar vasıtasıyla 234 tonluk bir kısmının toplanabildiği görülmüştür.

5.3.2.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale

İstanbul Boğazı’nın orta kesimlerinde oluşturulan senaryoda yakıt kirliliğine müdahalede kullanılan bariyerlerin ve toplayıcıların teknik kabiliyetleri geliştirilmiş, bu kapsamda toplam yükseklikleri 3 m olan ve kendinden şişirilebilir toplam 4000 m açık deniz bariyeri ile toplama kapasitesi 200 m³/h olan 4 adet toplayıcı (skimmer) kullanılmıştır. Bu şekilde müdahale başlangıç zamanı 2 saat olarak öngörülmüş olup, müdahale sonuçları Şekil 5.21, Şekil 5.22 ve Çizelge 5.7’de gösterilmiştir.

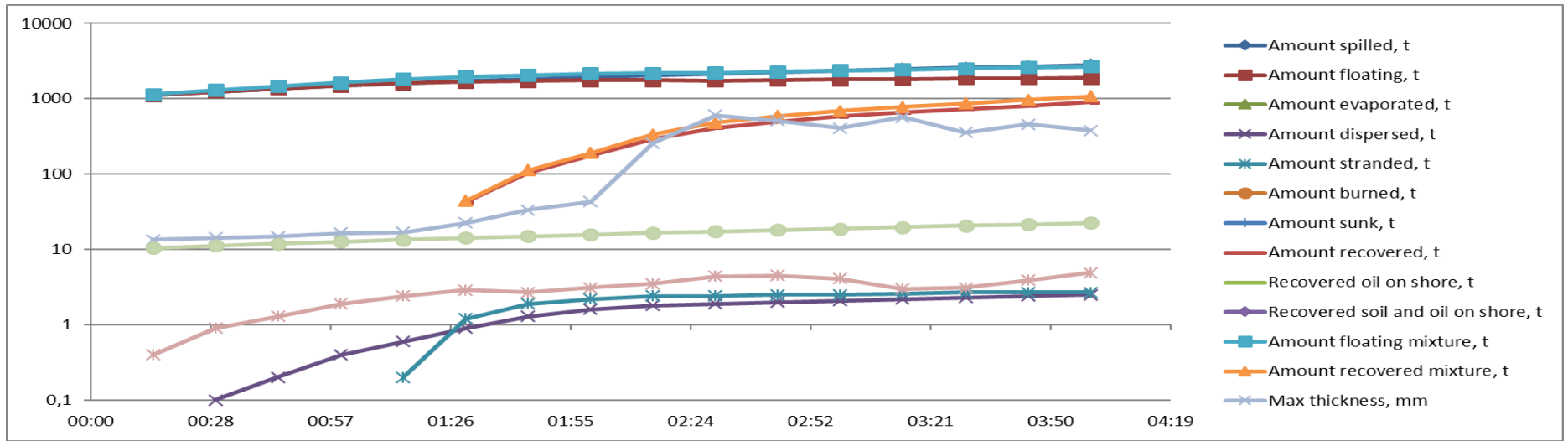


Şekil 5.21: T+120 dk Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).

Şekil 5.22: T+240 dk Yakıt yayılımı ve bariyer planı (Aktif).

Çizelge 5.7: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1243	1243	0,1	0	0	1309	0	14,3	0,9	11,2
01:00	1484	1483	0,4	0	0	1646	0	16,5	1,9	12,7
01:30	1718	1673	0,9	1,2	42,7	1951	44,3	22,5	2,9	14,2
02:00	1946	1768	1,6	2,2	175	2158	191	43,1	3,1	15,8
02:30	2168	1750	1,9	2,4	414	2220	483	607	4,4	17,3
03:00	2384	1797	2,1	2,5	583	2365	689	405	4,1	18,9
03:30	2594	1859	2,3	2,7	730	2535	870	355	3,1	20,6
04:00	2797	1894	2,5	2,7	898	2671	1082	378	4,9	22,4



Müdahale öncesinde orta kesim yüzey akıntıları incelendiğinde Paşabahçe koyunun ters akıntılarında faydalanılabileceği tespit edilmiş, bu kapsamda yakıt sızdıran geminin öncelikle bu koya demirlenmesi planlanmıştır. Deniz yüzeyindeki yakıtın ise bariyerler vasıtasıyla Kandilli Kuzeyinde tutulması gerektiği böylece daha Güney kesimlerin kirlenmesinin engellenebileceği değerlendirilmiştir.

Suüstü yükseklikleri ve etek (freeboard) boyları uzatılmış bariyerlerin, deniz yüzeyine yayılmış yakıtı nasıl kontrol edebildiği, toplama kapasiteleri artırılan toplayıcıların, bariyerler vasıtasıyla kontrol altına alınan yakıtın büyük kısmını denizden sıyrabildiği Şekil 5.21 ve özellikle Şekil 5.22’de görülebilmektedir. Kaza anından itibaren 2’nci saatin sonunda kendinden şişebilir bariyer ve toplayıcıların aktif hale getirilebildiği senaryonun 4’ncü saatinin sonunda ise;

- * Yakıtın büyük kısmının yüzey akıntısı sayesinde Paşabahçe koyunda muhafaza edilebildiği,

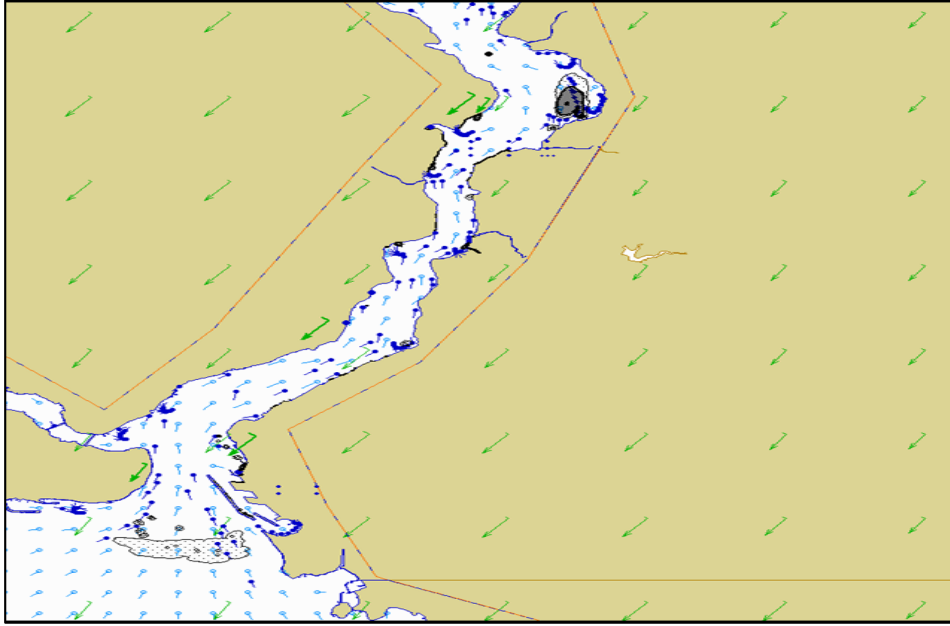
- * Yakıtı Aşiyan-Kandilli arasında ve Çengelköy Kuzeyinde tutma taktiğinin tamamen uygulanabildiği,

- * Yakıtın kontrol edilebilmesi neticesinde Doğu ve Batı’da olmak üzere toplamda yaklaşık 2.5 mil uzunluğunda bir kıyı alanının kirlendiği,

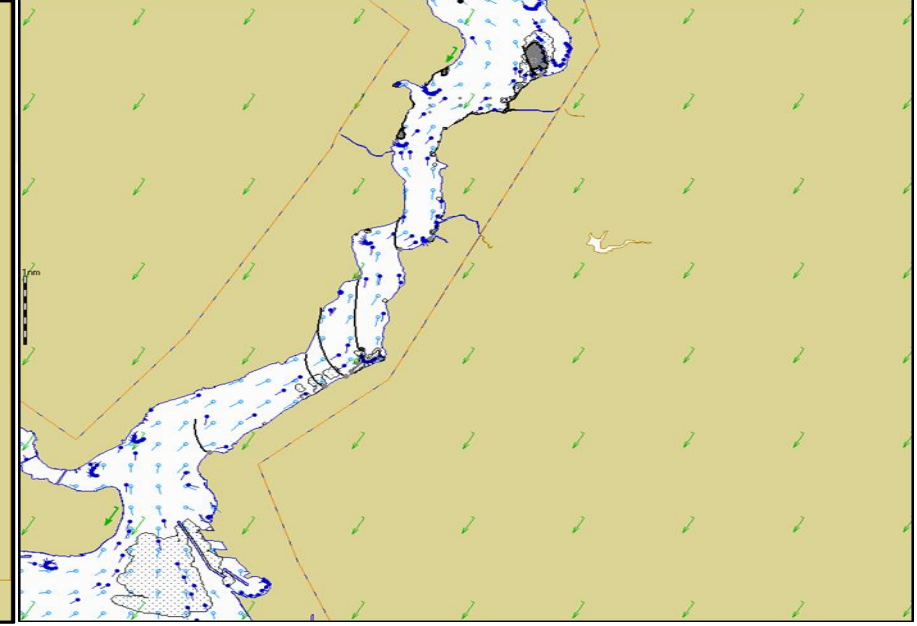
- * Yakıtın 4.9 km² lik bir deniz alanını kirlettiği,

- * Bariyerlerin kontrol edebildiği yakıtın sıyrıcılar vasıtasıyla 900 tonluk bir kısmının toplanabildiği ortaya konmuştur.

İstanbul Boğazı’nın orta kesiminde oluşabilecek bir yakıt kirliliğinde elde mevcut imkânlar ile bunların modifiye edilmiş versiyonları vasıtasıyla yapılan müdahalenin 4 saatlik karşılaştırması Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’te istatistikleri ise Çizelge 5.8’de sunulmuştur.



Şekil 5.23: T+240 dk. Mevcut imkânlarla müdahale.



Şekil 5.24: T+240 dk. Modifiye vasıtalarla müdahale.

Çizelge 5.8: İstanbul Boğazı orta bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).

Müdahale	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı,t	Kirlenen kıyı alanı uzunluğu (nm)	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen deniz alanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	2763	2507	18.9	3.6	234	4979	8	231	5	53
Modifiye	2763	1894	2.5	2.7	898	2671	2.5	103	4.9	22.4

5.3.3 İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi Güney bölge senaryosu

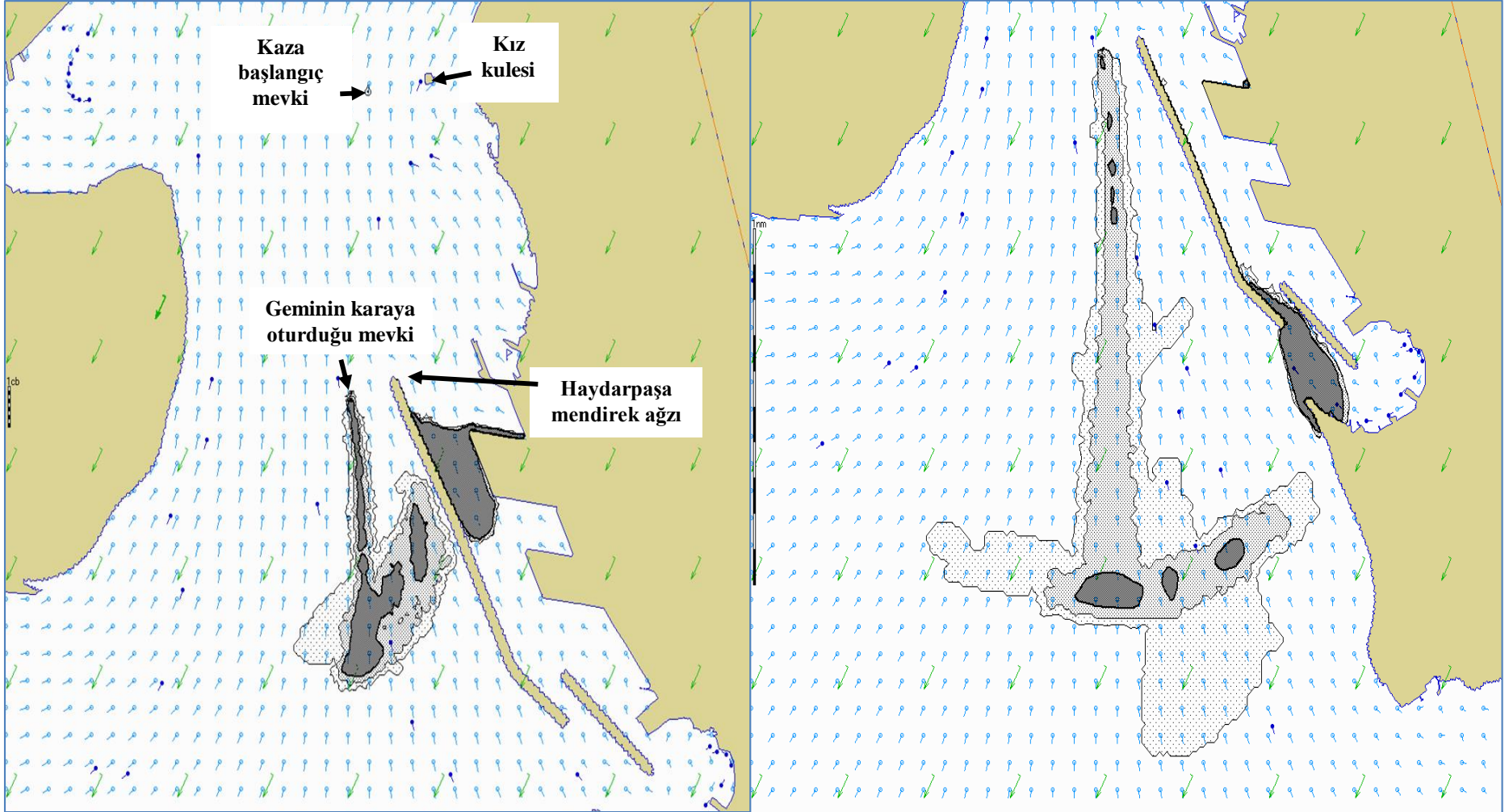
Bu senaryoda İstanbul Boğazı'nın güneyinde, Kızkulesi-Haydarpaşa açıklarında bir deniz kazası olduğu, kaza anında denize 1000 t'luk bir yakıt sızdırdığı, müteakiben Haydarpaşa mendirek doğusunda karaya oturan gemiden daha sonraki 5 saatlik zaman zarfında toplamda 3150 ton yakıtın denize döküldüğü varsayılmıştır. Başlangıç değerleri:

Yakıt: AMAULIGAK, Grup III light crude oil, density: 0.89 g/cm³, yüzey gerilimi: 21.1 dyn/cm, viskozite: 15.7 cSt, Rüzgâr: Kuzey-Kuzeydoğu'dan 7 knots, Hava sıcaklığı: 17.5 °C, Deniz suyu sıcaklığı: 13 °C, Dalga yüksekliği: 0.1m.

5.3.3.1 Müdahale olmaksızın yakıt yayılımı

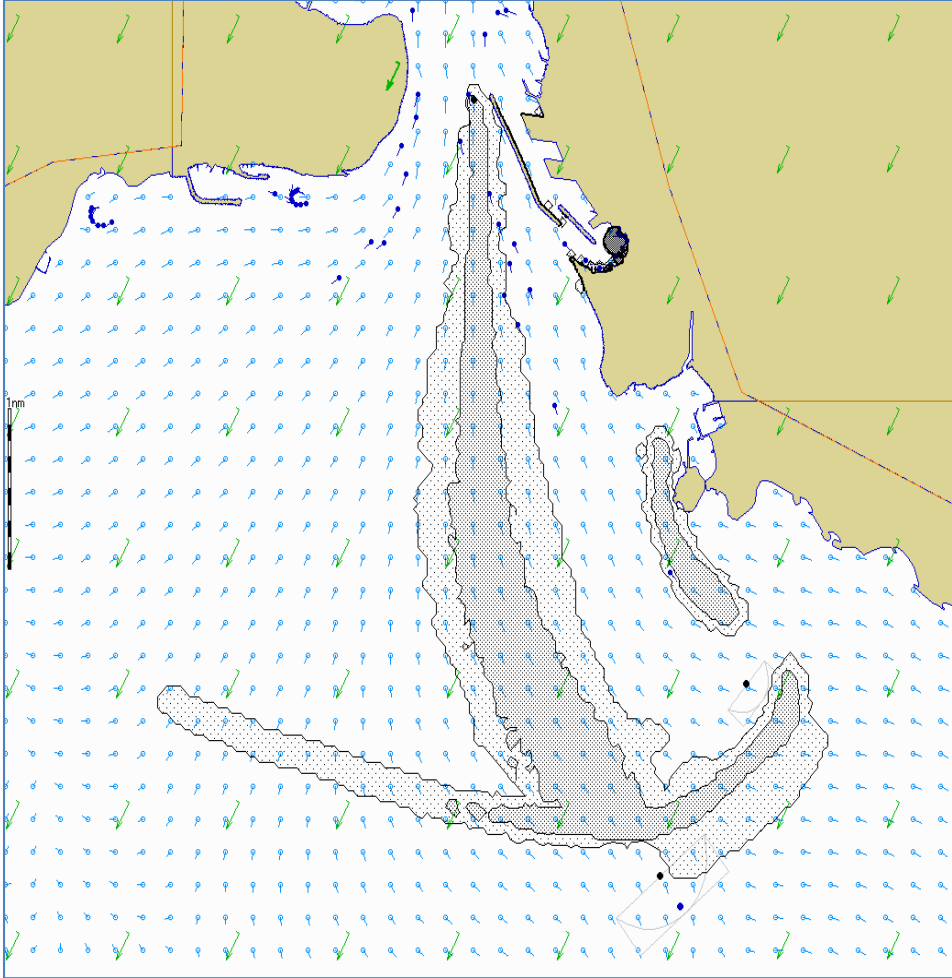
İstanbul Boğazı'nın kuzey ve orta kesimlerinde 0.5-2 kts olan ortalama yüzey akıntı süratinin, Güney kesimlerde, özellikle Sarayburnu-Haydarpaşa civarında, ortalama 2.5-3 kts'ye ulaşıyor olması, bu bölgede yakıt kirliliğine karşı alınacak tedbirlerin önceden planlanmasını daha da önemli kılmaktadır. Bu kapsamda; kuzey ve orta kesimlerde kıvrımlı morfolojik yapı avantaja dönüştürülerek bariyerler vasıtasıyla deniz yüzeyine yayılan yakıtı kontrol etme alternatifleri üretilebilirken, güney kesimde bu husus, akıntı süratinin de yarattığı dezavantajla mümkün olmamıştır. Bu öngörünün doğruluk payı, yakıt yayılım modelleri desteğiyle üretilecek müdahale senaryoları eşliğinde ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır.

Bu maksatla Madde 5.3.3'te belirtilen başlangıç şartları dahilinde deniz yüzeyindeki yakıtın, müdahale olmaksızın, 4 saatin sonunda nasıl yayılacağı Şekil 5.25 – Şekil 5.28'de belirtilmiş, yakıtın ne kadarlık bir deniz alanını kirlettiği, 5 saatin sonunda ne kadarlık bir kalınlığa ulaştığı v.b. istatistiki bilgiler ise Çizelge 5.9'da sunulmuştur.

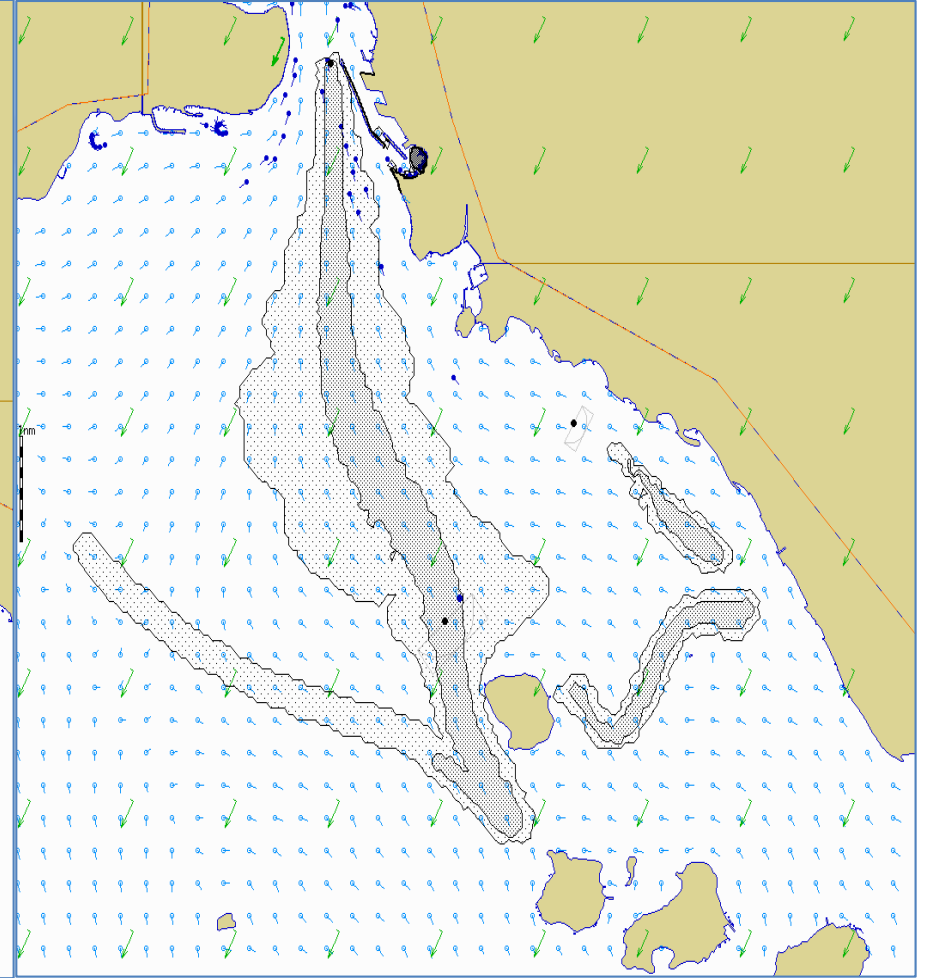


Şekil 5.25: T+30 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil 5.26: T+60 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).



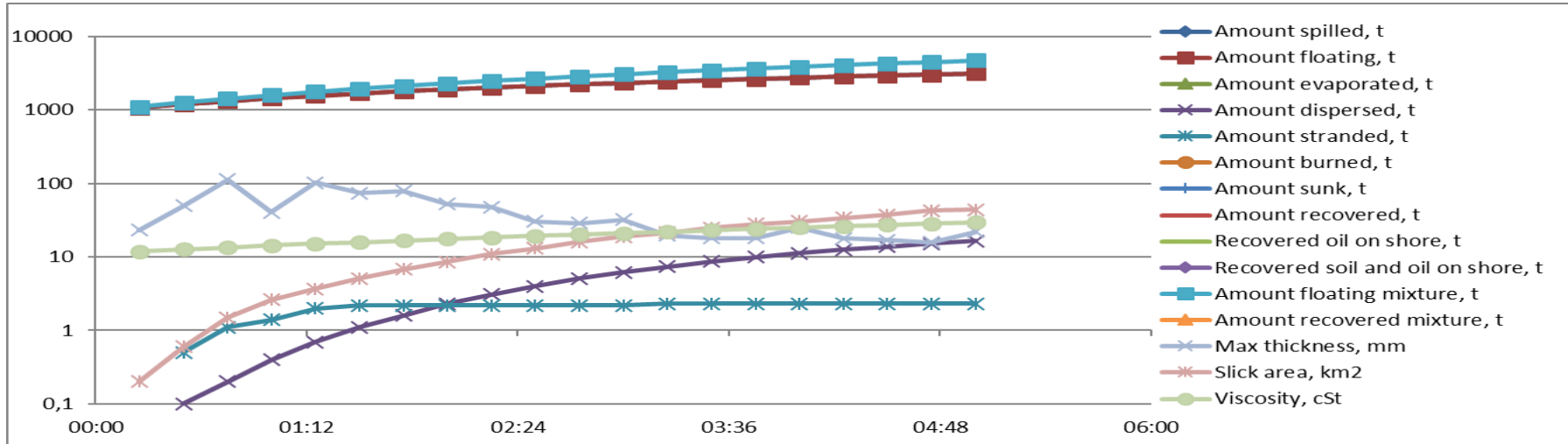
Şekil 5.27: T+180 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).



Şekil 5.28: T+300 dk yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge 5.9: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).

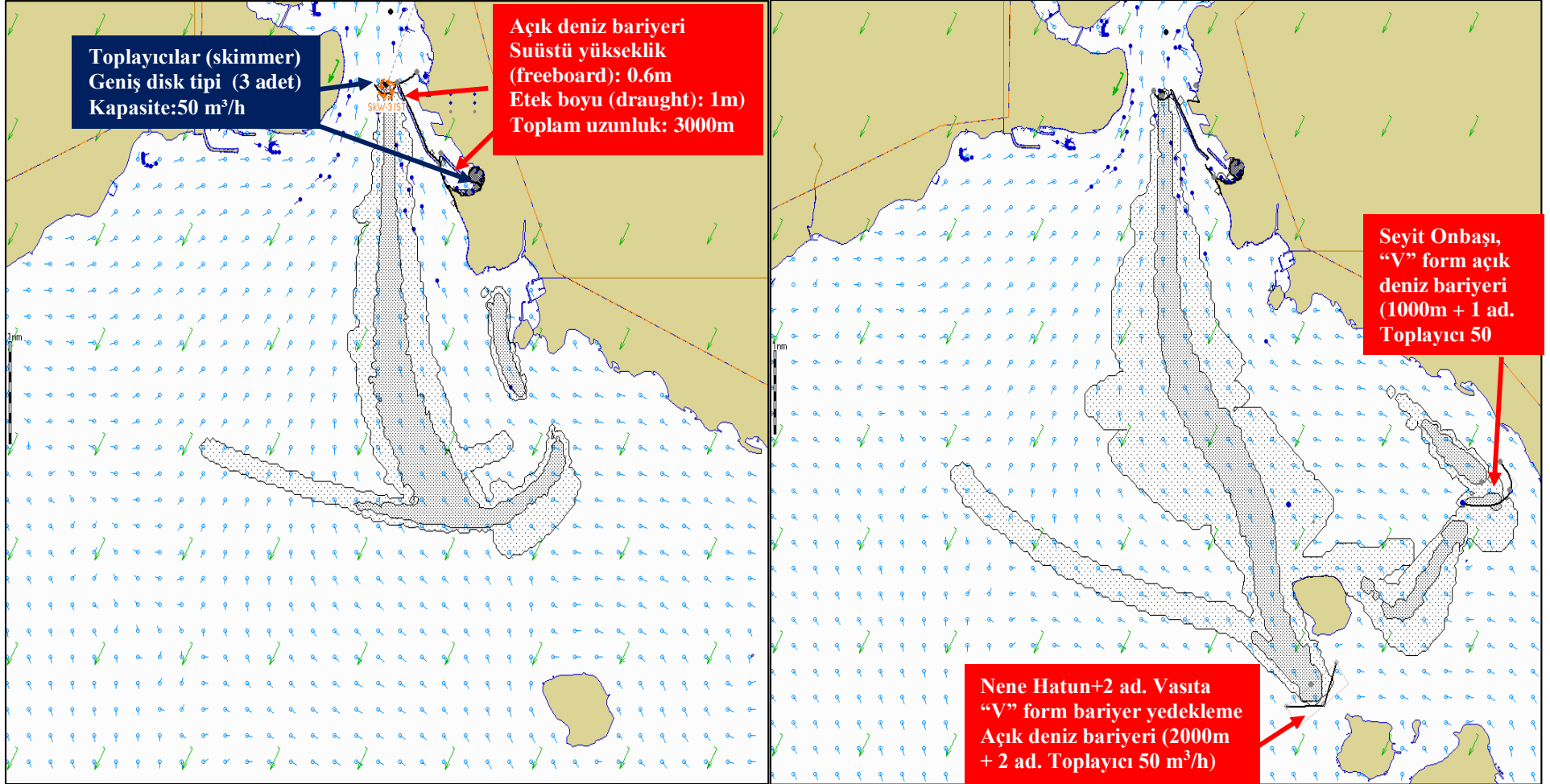
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,1	0,5	1265	49,9	0,6	12,7
01:00	1444	1442	0,4	1,4	1600	40,7	2,6	14,3
01:30	1680	1676	1,1	2,2	1947	73,7	5,1	15,9
02:00	1909	1904	2,3	2,2	2308	52,3	8,6	17,6
02:30	2132	2126	4	2,2	2681	30,3	13	19,3
03:00	2349	2340	6,2	2,2	3065	32	19	21,1
03:30	2559	2548	8,7	2,3	3461	18,1	25	23,1
04:00	2763	2750	11,3	2,3	3868	25,3	30,6	25,1
04:30	2961	2945	13,9	2,3	4286	17	37,5	27,3
05:00	3153	3134	16,6	2,3	4713	22	43,8	29,6



İstanbul Boğazı'nın güney kesiminde gerçekleşecek bir deniz kirliliğinde deniz yüzeyindeki yakıtın 5 saatin sonunda nasıl yayılmış olacağı Şekil 5.28'de sunulmuştur. 5 saatin sonunda denize dökülen 3153 ton yakıtın hiç müdahale edilmediği takdirde öncelikle Haydarpaşa koyuna dolduğu, mendirek ağzından ve kazazede geminin oturduğu yerden sızan yakıtın ise güney-güneydoğu istikametinde Prens adalarına kadar yayıldığı ve yaklaşık 44 km² lik bir deniz alanını kirlettiği tespit edilmiştir.

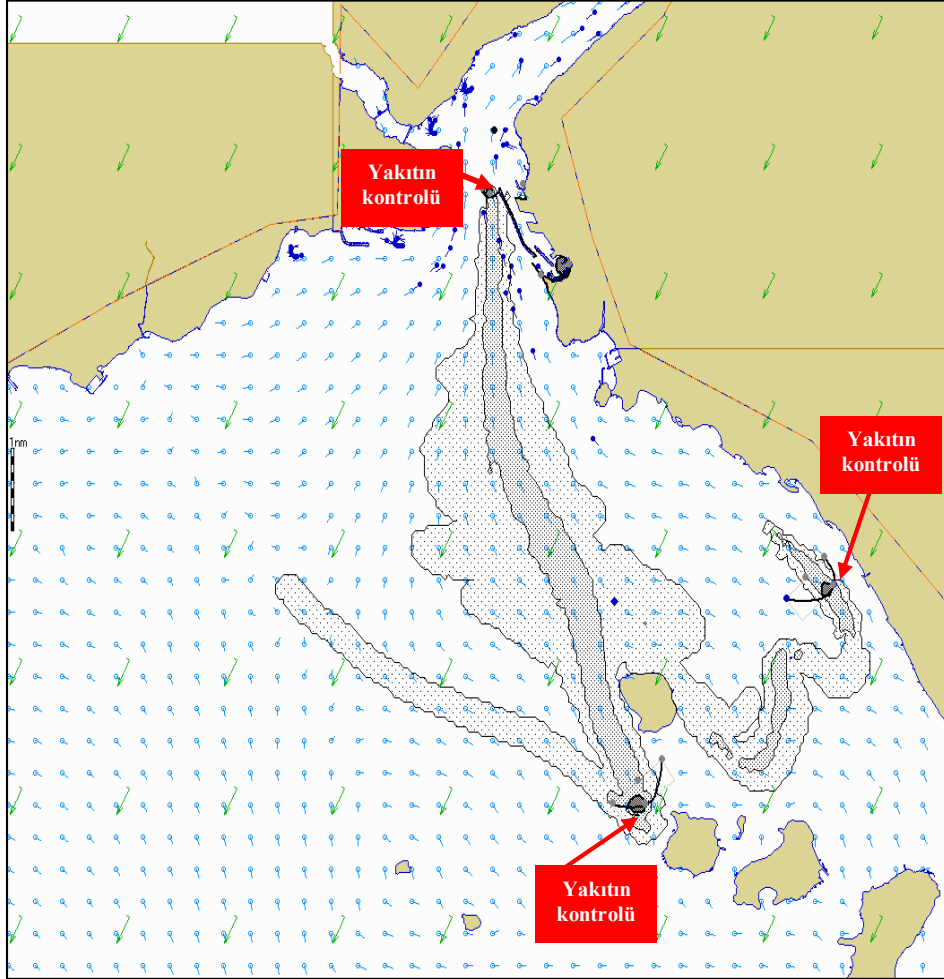
5.3.3.2 Mevcut vasıtalarla müdahale

Madde 5.3.3.1'de belirtilen yakıt yayılımına İstanbul Boğazı içerisinde belirlenen taktiklerle müdahale edilemeyeceği, açık denizlerde yüzer unsurlar vasıtasıyla yedeklenen bariyerlerin kullanılması gerektiği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda KEGM bağlısı Nene Hatun, Seyit Onbaşı gemileri ile birlikte 2'er adet romörkörün yüksekliği 1.6 m olan açık deniz bariyerlerini akıntıya karşı 1.5 kts sürat ile 2 ayrı "U" tip formasyonda yedeklemeleri ve bu şekilde kontrol ettikleri yakıtı bünyelerinde bulunan toplamda 3 adet 50 m³/h kapasiteli sıyrıcılarla toplamaları öngörülmüştür. İstanbul Boğazı güney bölgesinde oluşan yakıt kirliliğine müdahale edecek vasıtaların ihbarı müteakip hazırlanma, konuşlanma yerlerinden olay mahalline intikal ve tek noktadan şişirilebilir açık deniz bariyerleri ile toplayıcıların (skimmer) kullanıma hazır hale getirilebilme süreleri gözönüne alındığında, müdahalenin ihbardan minimum 5 saat sonra başlayabileceği öngörülmüştür. Bununla birlikte ilk müdahale olarak öncelikle kazazede geminin etrafına ve Haydarpaşa mendirek Güney ucuna bariyer döşenmesi ve toplayıcı konuşlandırılması planlanmış ve bu vasıtaların müdahaleye hazır hale getirilme süresinin ise 3 saat olması öngörülmüştür. Elde mevcut vasıtalarla planlanan bu taktikleri ihtiva eden müdahale planı ve neticesinde yakıtın kontrol biçimi Şekil 5.29 – Şekil 5.32'de gösterilmiş, 6 saat sonrasında yakıt yayılım ve müdahale istatistikleri Çizelge 5.10'da sunulmuştur. .

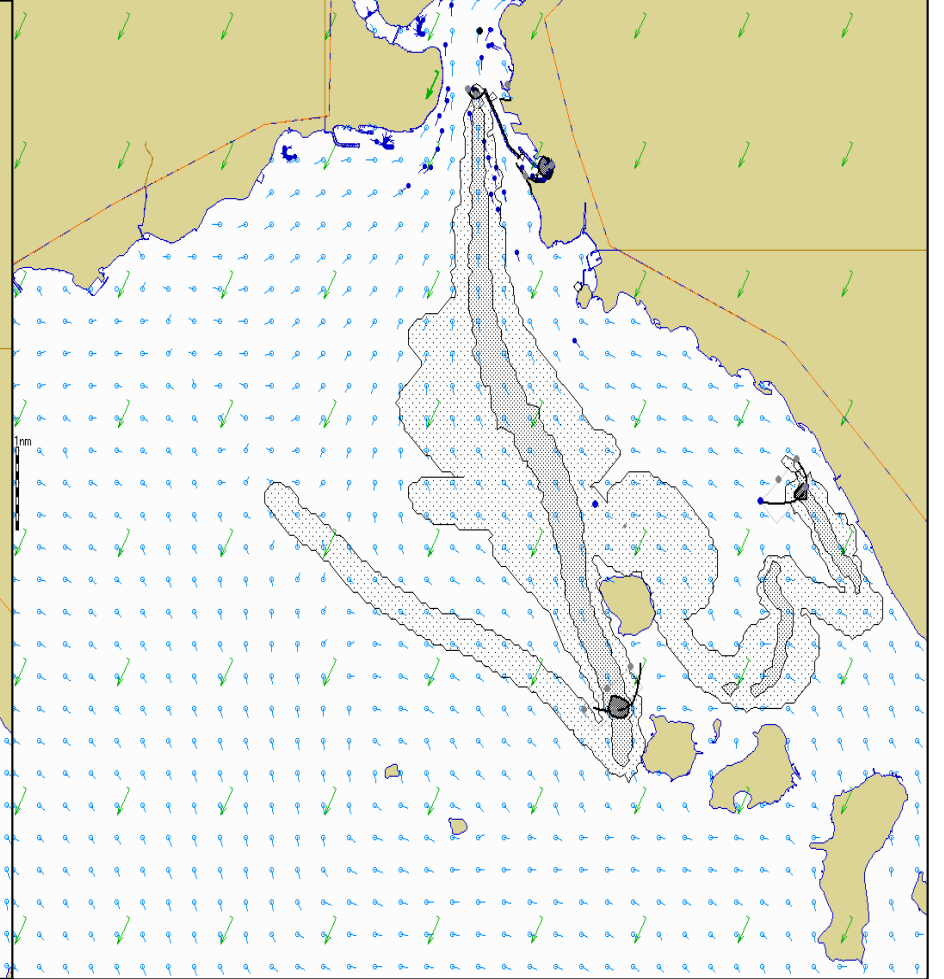


Şekil 5.29: T+ 180 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.

Şekil 5.30: T+ 300 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.



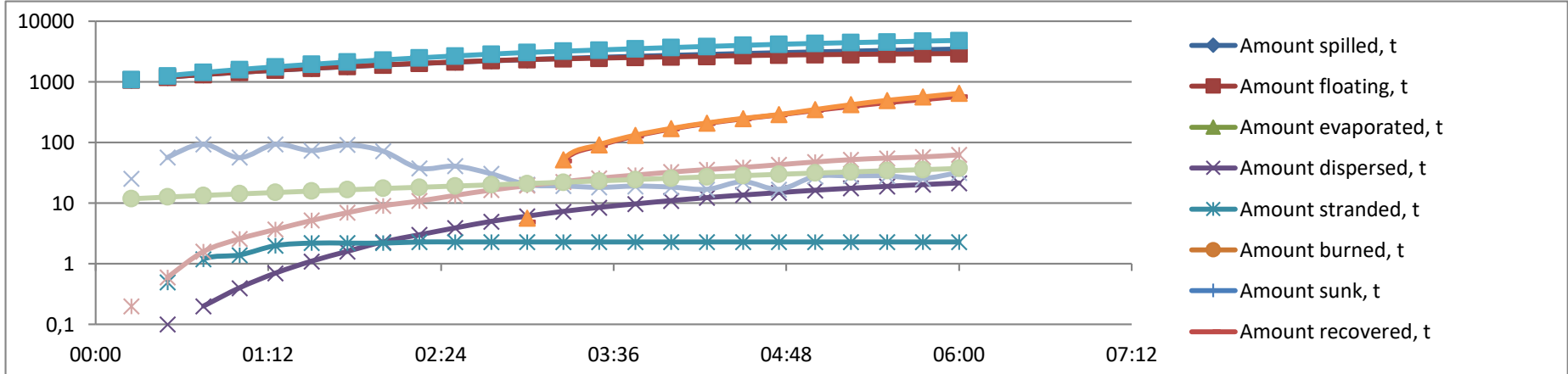
Şekil 5.31: T+ 330 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.



Şekil 5.32: T+ 360 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.

Çizelge 5.10: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,1	0,5	0	1265	0	56,8	0,6	12,7
01:00	1444	1442	0,4	1,4	0	1600	0	56,6	2,6	14,3
01:30	1680	1676	1,1	2,2	0	1947	0	74	5,2	15,9
02:00	1909	1904	2,3	2,2	0	2308	0	72,1	9,1	17,6
02:30	2132	2126	3,9	2,3	0	2681	0	40,8	13,5	19,3
03:00	2349	2335	6,1	2,3	4,9	3060	5,7	20,2	19,5	21,2
03:30	2559	2460	8,5	2,3	88,7	3366	92,1	18,2	25,9	23,5
04:00	2763	2583	11	2,3	167	3684	171	18,4	32,6	26
04:30	2961	2699	13,6	2,3	246	4008	251	22,6	39	28,7
05:00	3153	2797	16,3	2,3	338	4313	351	27,6	47,9	31,6
05:30	3339	2863	18,9	2,3	454	4574	498	28,2	55,5	34,5
05:45	3429	2896	20,2	2,3	510	4707	568	25,6	58	36
06:00	3518	2921	21,5	2,3	573	4829	650	32	62,6	37,6



Güney kesimde 6 saat sonunda oluşan 3518 ton yakıt sızıntısına elde mevcut imkânlar ile müdahale edildiğinde, Şekil 5.29 – Şekil 5.32’de görüldüğü üzere;

* Yakıtın bir kısmının Haydarpaşa koyunu doldurduğu,

* Haydarpaşa koyundan sızan yakıtın Moda- Kalamış koyuna yöneldiği,

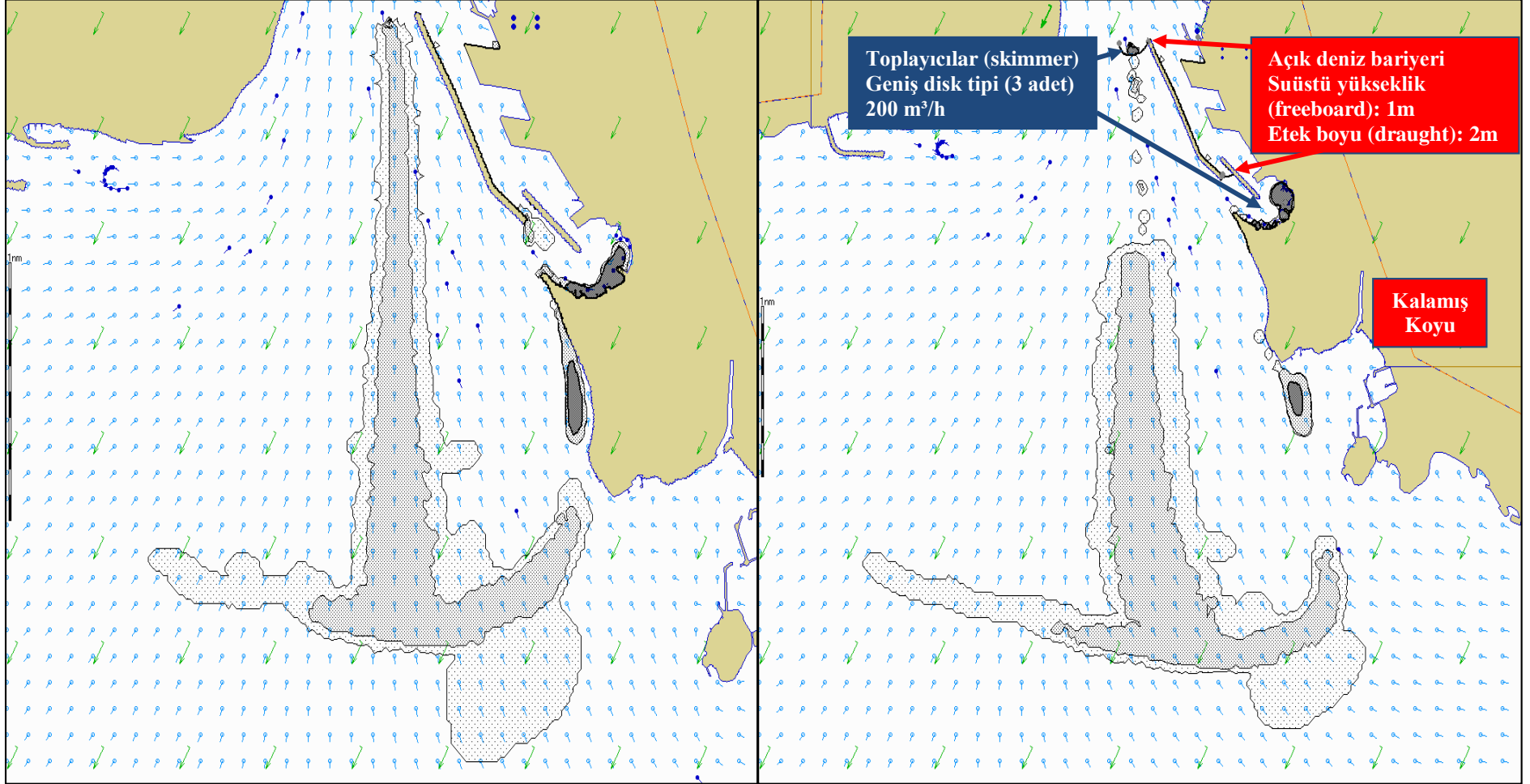
* Gerek karaya oturtulan geminin etrafına döşenen, gerekse Nene Hatun ve Seyit Onbaşı tarafından yedeklenen bariyerlerin, yedekleme sürati 1.5 kts olmasına rağmen, alttan ve üstten yakıtı kaçırdığı ve 573 ton yakıtın deniz yüzeyinden toplanabildiği,

* Deniz yüzeyine yayılan toplam 2921 ton yakıtın 62.6 km² deniz alanını kirlettiği,

* Kontrol edilemeyen yakıtın Prens Adalarına ulaştığı tespit edilmiştir.

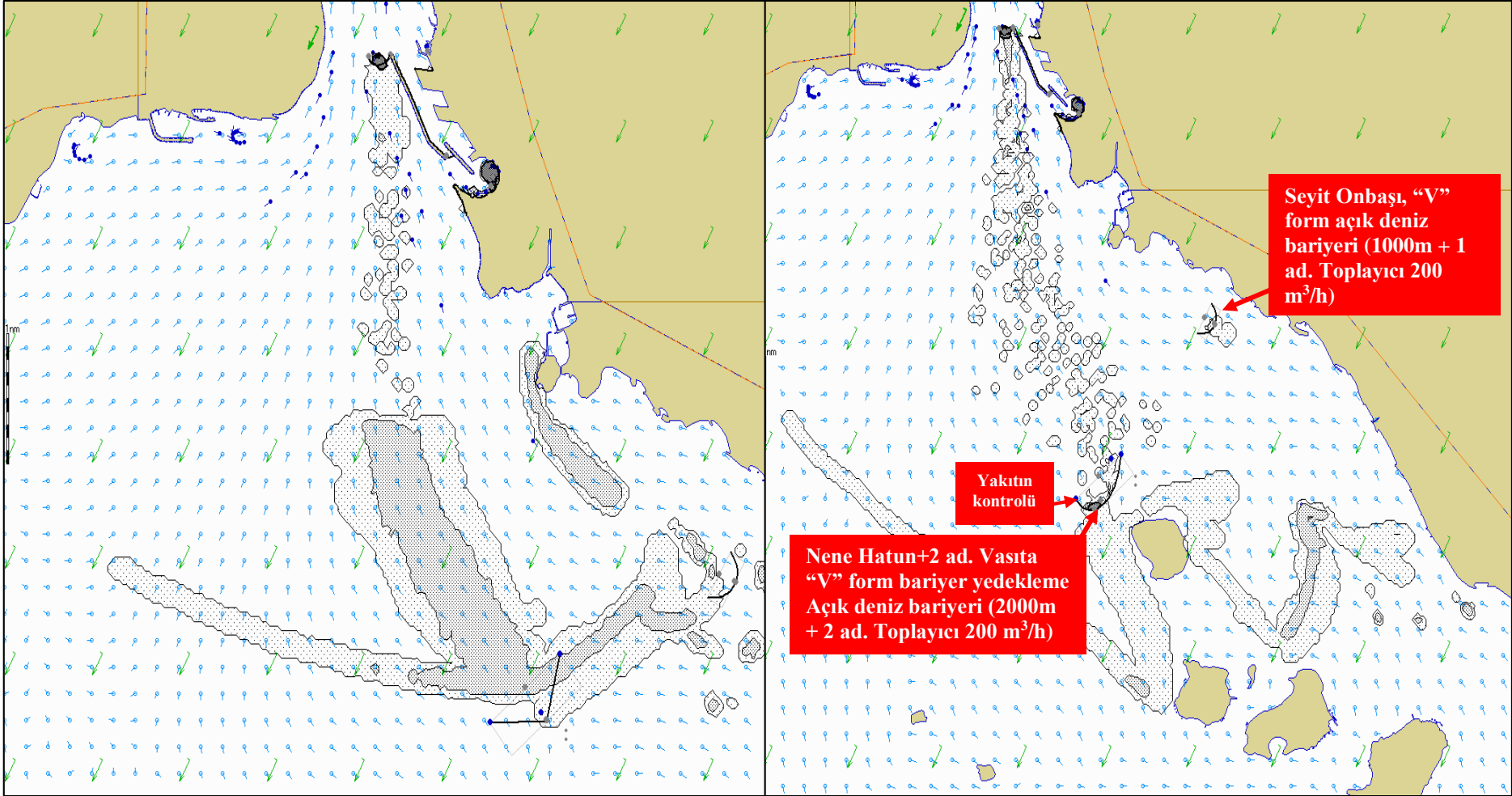
5.3.3.3 Modifiye edilmiş vasıtalarla müdahale

Madde 5.3.3.2’de belirtilen müdahale, aynı şartlar altında modifiye edilmiş bariyerler (toplam yükseklik: 3 m ve kendinden şişebilir)ve toplayıcılar (kapasite: 200 m³/h) ile yapıldığında elde edilen sonuçlar Şekil 5.33 – Şekil 5.36 ve Çizelge 5.11’de gösterilmiştir. Bu kapsamda; Haydarpaşa mendirek ağzına ve hemen doğusundaki kazazede geminin etrafına bariyerlerin serilmesi ve toplayıcıların hazır hale gelme süresi 2 saat olarak öngörülmüş, bu kapsamda toplamda 2000 m. bariyer ve 3 adet toplayıcı kullanılmıştır. Müdahale gemileri Nene Hatun ve Seyit Onbaşı yine “U” tipi yedekleme formasyonunda toplamda 3000 m. modifiye edilmiş bariyeri yedeklemiş ve bunun içerisinde kapasitesi 200 m³/h olan 3 adet geniş disk tipi toplayıcı (skimmer) kullanılmıştır. Bu yedekleme formasyonlarının oluşturulması ve müdahaleye başlangıç zamanı, vasıtaların konuş yerinden intikal süreleri ve kendinden şişebilir bariyerlerin şişme zamanları da gözönüne alındığında, 3 saat olarak öngörülmüştür. Modifiye edilmiş vasıtalarla planlanan bu taktikleri ihtiva eden müdahale planı neticesinde elde edilen 6 saatlik yakıt yayılım ve müdahale istatistikleri Çizelge 5.11’de sunulmuştur.



Şekil 5.33: T+ 90 dk. yakıt yayılımı.

Şekil 5.34: T+ 135 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.

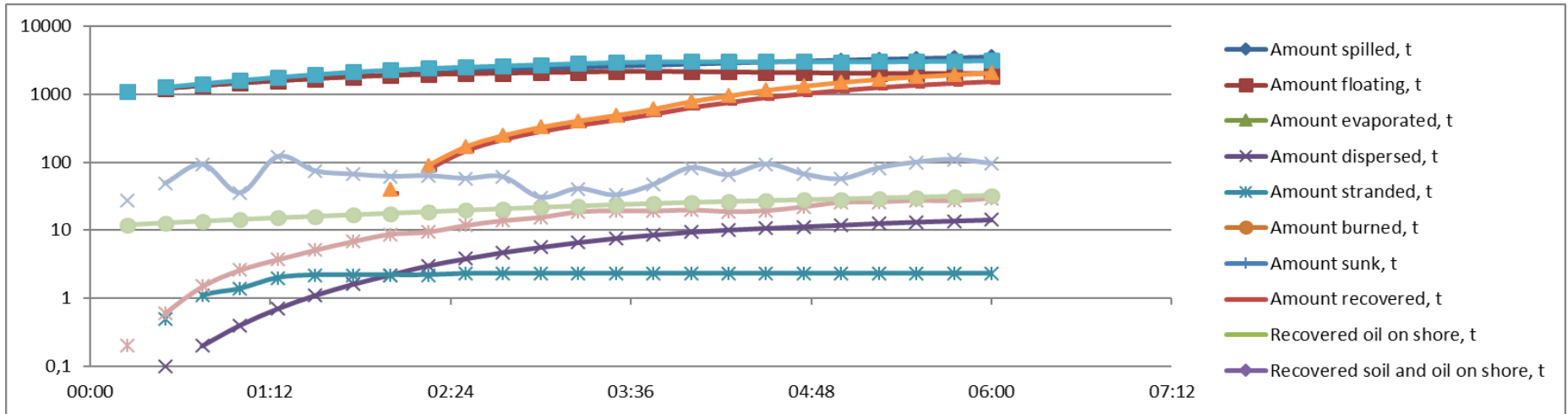


Şekil 35: T+ 180 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.

Şekil 5.36: T+ 360 dk. yakıt yayılımı ve müdahale planı.

Çizelge 5.11: İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,1	0,5	0	1265	0	48,4	0,6	12,7
01:00	1444	1442	0,4	1,4	0	1600	0	35,3	2,6	14,3
01:30	1680	1676	1,1	2,2	0	1947	0	73,8	5,1	15,9
02:00	1909	1869	2,2	2,2	35,5	2268	39,7	61,1	8,7	17,6
02:30	2132	1978	3,8	2,3	147	2505	169	57,3	11,7	19,5
03:00	2349	2058	5,6	2,3	282	2715	328	30,2	15,4	21,5
03:30	2559	2135	7,6	2,3	414	2923	490	32,8	19,3	23,5
04:00	2763	2124	9,4	2,3	628	2998	784	82,1	19,8	25,4
04:30	2961	2069	10,7	2,3	879	2995	1148	93,5	19,3	27
05:00	3153	2019	11,9	2,3	1120	2992	1502	56,5	25,6	28,6
05:30	3339	1991	13,2	2,3	1332	3024	1811	99,2	27,4	30,4
06:00	3518	1998	14,2	2,3	1503	3108	2062	95,2	29,4	32,2



Güney kesimde oluşan 3518 ton yakıt sızıntısına modifiye edilmiş vasıtalarla ile müdahale edildiğinde 6 saatin sonunda, Şekil 5.33 – Şekil 5.36’da görüldüğü üzere; ilk 2 saatin içerisinde müdahalenin mümkün olmadığı,

* Yakıtın bir kısmının Haydarpaşa koyunu doldurduğu,

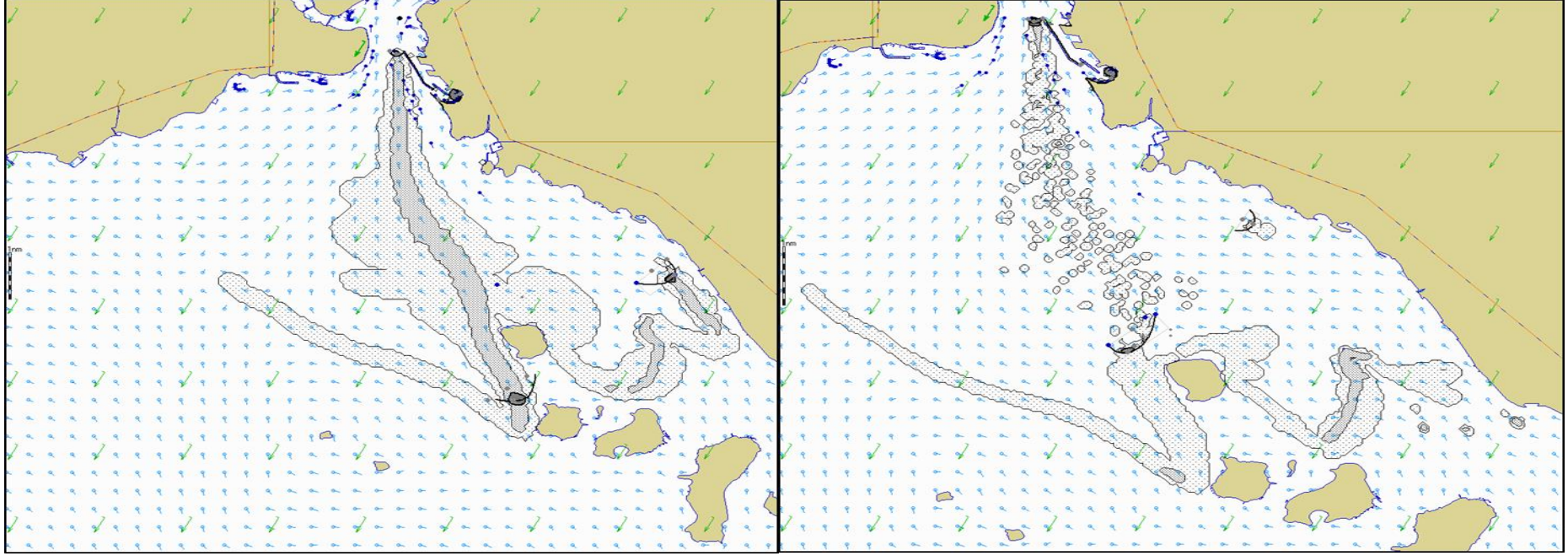
* Haydarpaşa koyundan sızan yakıtın Moda- Kalamış koyuna yöneldiği,

* Kazazede geminin etrafına döşenen bariyerin sızan yakıtı daha iyi kontrol edebildiği ve güneye doğru yayılan yakıt miktarında azalma meydana geldiği

* Nene Hatun ve Seyit Onbaşı tarafından 1.5 kts süratle yedeklenen bariyerlerin, deniz yüzeyine yayılmış yakıtı daha iyi muhafaza edebildiği ve 1503 ton yakıtın deniz yüzeyinden toplanabildiği,

* Deniz yüzeyine yayılan toplam 1998 ton yakıtın sadece 29.4 km² deniz alanını kirlettiği tespit edilmiştir.

İstanbul Boğazı güney kesiminde meydana gelen bir deniz kazası ve akabinde oluşan yakıt sızıntısının senaryolaştırıldığı bu bölümde, halen KEGM ve özel şirketler bünyesinde mevcut vasıtalarla yapılan müdahale ile vasıtaların modifiye edilmiş şartlarda kullanımı neticesinde elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak Şekil 5.37 ve Çizelge 5.12’de sunulmuştur.



Şekil 5.37: T+ 360 dk. sonunda mevcut vasıtalarla müdahale.

Şekil 5.38: T+ 360 dk. sonunda modifiye vasıtalarla müdahale.

Çizelge 5.12: İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (İlkbahar).

Müdahale	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı (t)	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen denizalanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	3518	2921	21,5	2,3	573	4829	32	62,6	37,6
Modifiye	3518	1998	14,2	2.3	1503	3108	95,2	29,4	32,2

İstanbul Boğazı'nın kuzey, orta ve güney kesimlerinde her bir mevsim için ayrı ayrı oluşturulan senaryolar kapsamında toplamda 36 adet simülasyon sonucu analiz edilmiştir. Yüzey akıntı hızının azami seviyeye çıktığı İlkbahar mevsimine yönelik sonuçlar, örnek olmak üzere aşağıda sunulmuş, diğer simülasyon çıktılarına ise EK-D, EK-E ve EK-F'de yer verilmiştir.

Çizelge 5.13: İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi kuzey bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.

Müdahale (T+240 dk. sonunda)	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı, t	Kirlenen kıyı alanı uzunluğu (nm)	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen deniz alanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	2763	2641	12.3	2.6	107	4406	7	140	11.5	33.6
Modifiye	2763	1661	7.1	2.1	1037	2903	3	71.4	10.1	38.2

Çizelge 5.14: İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi orta bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.

Müdahale (T+240 dk. sonunda)	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı, t	Kirlenen kıyı alanı uzunluğu (nm)	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen deniz alanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	2763	2507	18.9	3.6	234	4979	8	231	5	53
Modifiye	2763	1894	2.5	2.7	898	2671	2.5	103	4.9	22.4

Çizelge 5.15: İstanbul Boğazı İlkbahar mevsimi güney bölge mevcut ve modifiye edilmiş şartlarda müdahale sonuçları karşılaştırması.

Müdahale (T+360 dk. sonunda)	Dökülen miktar (t)	Deniz üzerindeki miktar (t)	Dağılan miktar (t)	Kıyıya bulaşan miktar (t)	Toplanan miktar (t)	Yüzen su yakıt karışımı, t	Toplanan yakıt su karışımı, t	Azami yakıt kalınlığı (mm)	Kirlenen deniz alanı (km ²)	Viscozite, cSt
Mevcutlarla	3518	2921	21,5	2,3	573	4829	650	32	62,6	37,6
Modifiye	3518	1998	14,2	2,3	1503	3108	2062	95,2	29,4	32,2



6. SONUÇLAR

Bu çalışmada İstanbul Boğazı gibi Dünya deniz taşımacılığında önemli rol oynayan ve bir o kadarda tehlikeli olan su yolu için kirliliğe karşı alınan tedbirler masaya yatırılmış, yeterliliği test edilmiş ve daha etkin önlemlerin neler olabileceği araştırılmıştır. Bu bağlamda PISCES II yakıt simülasyon ve karar destek sistemi üzerinde İstanbul Boğazı'nın çeşitli mevkilerinde kirlilik senaryoları oluşturulmuştur. Ortaya çıkan neticeler incelendiğinde;

- Yüzey akıntısının 1 kts.'nin üzerinde olduğu bölgelerde, yakıtın kontrol edilmesinde bariyer yüksekliklerinin önemi daha da artmaktadır. İstanbul Boğazı özelinde ise, elde mevcut yüksekliği 1,5 m. civarında olan bariyerlerin yakıtı kontrol edemediği ve buna paralel olarak, kapasitesi zaten sınırlı olan toplayıcılar (skimmer) vasıtasıyla toplanamadığı tespit edilmiştir. Örneğin İlkbahar mevsimi için Boğaz'ın orta kesiminde icra edilen simülasyonda, elde mevcut vasıtalarla 234 ton yakıt deniz yüzeyinden toplanabilmişken, 3 m. yüksekliğe sahip bariyerler ve 200 m³/h kapasiteli toplayıcılar marifetiyle bu rakam 898 tona çıkartılabilmektedir. Benzer şekilde, mevcut bariyerler ile müdahale neticesinde 8 nm uzunluğunda bir kıyı alanı kirlenirken, modifiye vasıtalar sayesinde bu rakam 2,5 nm.'e düşürülebilmektedir. Sonuç itibarıyla İstanbul Boğazı'nda **toplam yükseklikleri 2.5 metreden fazla bariyerlerin kullanılması**, müdahalenin etkinliği açısından önem arz etmektedir.

- Yüzey akıntı ortalamasınının 3-4 kts.'ı bulunduğu güney kesimlerde güney yönlü akıntının yakıtı kısa sürede açık denize yaymış olması, kontrolün sadece bariyerlerle sağlanmasını mümkün kılmamış, yüzer vasıtaların kullanımını da zorunlu hale getirmiştir. Akıntıya karşı 1.5 kts sürat ile yedeklenen 1.5 m. yüksekliğe sahip envantere mevcut bariyerler ve 50 m³/h kapasiteli toplayıcılarla toplamda 573 t. yakıt toplanabilirken, modifiye edilmiş vasıtalarla bu rakam 1503 tona ulaşmıştır. Burada dikkat çeken bir başka husus ta, kirlenen deniz alanında olmuştur. Mevcut vasıtalarla müdahalede 62,6 km² lik bir deniz alanının kirlenmesine yol açılmış iken modifiye vasıtalar sayesinde kirlenen deniz alanı 29,4 km². ile sınırlı tutulabilmektedir. Mekanik müdahalenin bir diğer önemli aracı olan **toplayıcıların yüksek kapasiteli (en**

az 150 m³/h) olması, İstanbul Boğazı'nda yüksek bariyerler sayesinde kontrol altına alınan yakıtın kısa sürede deniz yüzeyinden toplanabilmesine olanak sağlamıştır.

- Yakıt kirliliklerine müdahale simülasyonlarında rüzgâr, hava, deniz durumu, akıntı vb ortam şartlarının mevsimsel ortalama değerleri temel alınmıştır. Envanterde mevcut müdahale vasıtalarının bu şartlarda belirlenen etkinliklerinin, ortam şartlarının daha kötü olduğu durumlarda daha da azalacağı değerlendirilmektedir.

- Senaryolarda deniz yüzeyindeki kirliliklere müdahale esas alınmış olup, kıyıdaki yakıt kirliliklerine müdahalenin de ayrı bir senaryo dahilinde ele alınması ve bu konuda sorumlu makamların (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi vb.) imkanlarının etkinlikleri ortaya konarak bunları geliştirici tedbirler üretilmelidir.

- Bu çalışmada Nene Hatun (ERV-Emergency Response Vessel) ve Seyit Onbaşı (ORV-Oil Response Vessel) gemilerinin ana müdahale gemileri olarak görev yaptığı 2 ayrı formasyon oluşturulmuş, ancak yakıt miktarının fazlalığı bu sayının azlığını da ortaya çıkarmıştır. Her ne kadar modifiye vasıtalar kullanılarak büyük miktarda yakıt toplanabilmiş olsa bile, ilerleyen zaman içerisinde yakıt sızması devam edeceğinden bu gemilerin değişimi gerekecek, yakıtın geniş alanlara yayılması sebebiyle de daha fazla sayıda formasyon oluşturulması zorunlu hale gelecektir. Bahse konu tip gemilerin bakım/onarım, arıza, konuş yeri değişikliği, görev tahsisi gibi sebeplerle farklı mevkilerde bulunması durumlarına karşı **daha fazla sayıda ERV/ORV gemisi tedariki düşünülmelidir.** Yapılacak bir maliyet-etkinlik analizi neticesinde, güney yönlü yayılan yakıtı müdahale süresinin kısaltılması ve ihtiyaç halinde kılavuzluk, römorkaj, arama kurtarma maksatlarıyla kullanılmak üzere, yüzer unsurlar ile yakıt müdahale vasıtalarından oluşacak bir **kurtarma / müdahale görev birliğinin rotasyon usulü Kınalıada'da konuşlandırılması da gündeme alınmalıdır.**

- Boğaz yüzey akıntı süratlerinin fazla oluşu, deniz yüzeyine yayılan yakıtı en kısa sürede müdahaleyi gerekli kılmaktadır. Artan zamana bağlı olarak hava ile etkileşimi neticesinde bileşimi değişen yakıtın deniz yüzeyinden toplanmasının daha da güçleşmesi, yayıldığı deniz alanının toksitesini artırması, deniz dibine batarak müdahaleyi imkansız hale getirmesi ve böylece deniz yaşamını felce uğratması müdahaleye başlangıç süresini hayati öneme haiz kılmaktadır. Gerek KEGM, gerekse özel şirketlerin ellerinde mevcut bariyerlerin büyük çoğunluğunun tek noktadan harici

kompresörler vasıtasıyla şişirilebiliyor olması nedeniyle müdahaleye hazır hale gelmeleri, 1000 metrelik bir bariyer örnek alındığında, konuş yerinden olay mahalline intikali de göz ardı edildiği halde, en az 2-2.5 saat sürmektedir. İstanbul Boğazı gibi yüksek akıntı hızına ve dar kıyı alanlarına sahip sularda bu sürenin fazla olduğu değerlendirilmektedir. Denizde yakıt kirliliğine mekanik müdahalenin ilk ve gerek şartı olan bariyerlerin mümkün olduğu kadar insan müdahalesinden bağımsız bir şekilde hazır hale gelmesi, müdahalenin süresinin kısılması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda İstanbul Boğazı için kullanılması öngörülen **bariyerlerin işe bilirdir nitelikte olmasının**, müdahaleye hazır hale gelme süresini 1 saat civarına indireceğinden, çok büyük fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

- Yapılan simülasyon çalışmalarında, deniz yüzeyine yayılan yakıtın kontrol altına alınmasında bariyerler akıntıya dik kullanıldığında kayıplar fazla olmuş bu maksatla geniş açılı yerleştirmeye yakıtın ters yönlü akıntılarının olduğu koylara yönlendirilmesi esas alınmıştır. Bu şekilde **kuzeyde Keçilik ve Anadolukavağı koyları, ortada Paşabahçe koyu ve Kandilli kuzeyi seçilmiş ve yakıt bu bölgelerde toplanmıştır.** Yüzey akıntılarının bahse konu bu koylarda genel güneyin aksine kuzey yönlü oluşması, burada toplanan yakıtın kolayca kontrol altında tutulmasına ve toplayıcılar vasıtasıyla toplanabilmesine olanak sağlamıştır. **İcra edilen bu senaryolar,** İstanbul Boğaz'ında deniz kirliliğine müdahaleden sorumlu makamlar tarafından PISCES, YAKAMOZ, OSCAR vb **karar destek sistemleri kullanılarak çoğaltılmalı,** acil müdahale eylem planları içerisinde **bariyerler yönlendirme maksadıyla kullanılmalı ve yakıtın toplanacağı koylar belirlenmelidir.** Koylarda toplanan yakıtın sadece toplayıcılarla (skimmer) değil aynı zamanda **karadan emici pompalar vasıtasıyla toplanması da gözönünde bulundurulmalıdır.**

- Deniz kirliliği ile mücadelede gerek hazırlık gerekse icra sürecinde, yakıt yayılım simülasyonlu karar destek sistemleri müdahalenin etkinliğine büyük katkı sağlamaktadır. Bu tarz sistemler, hazırlık süreci içerisinde simülasyonlar vasıtasıyla optimum vasıta konfigürasyonları ile taktiklerin kararlaştırılması ve etkin acil müdahale planları oluşturulmasına, fiili müdahale sürecinde ise sorumlu paydaşların farklı mevkilerde aynı deniz resmini görebilmelerine olanak sağlamaktadır. Bu maksatla deniz kirliliği ile mücadelede rol oynayan tabii etkenlerin (yüzey akıntısı, rüzgar, hava ve deniz suyu sıcaklıkları vb.) karar destek sistemlerine gerçek zamanlı girdilerinin sağlanması gerekmektedir. Hâlihazırda İstanbul Boğazı 'nda, KEGM'ne ait

3 adet akıntı şamandırası noktasal ölçüm yapabilmekte olup, yüzey akıntı haritasını ortaya koyacak bir ölçüm sistemi bulunmamaktadır. Tez çalışmasında PISCES II sistemine gerçek ölçülmüş yüzey akıntı değerlerinin sokulmasına gayret edilmiş, bu konudaki kısıtlı veriler (SHOD ve KEGM akıntı verileri) daha önceden yapılmış enterpolasyona dayalı modelleme çalışmaları ile desteklenmek suretiyle yüzey akıntı haritası oluşturulabilmiştir. Bu kapsamda etkin bir karar destek sisteminin oluşturulabilmesi maksadıyla, önemli deniz alanlarının **yüzey akıntı resimlerinin HF radarlar vasıtasıyla oluşturulması**, bu değerlerin rüzgâr ve sıcaklık gibi **diğer tüm etkenler ile birlikte gerçek zamanlı olarak 7/24 sistemin içerisine girdisinin sağlanması**, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Türkiye Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi, UDEM, KEGM vb. **karar verici makamların bu karar destek sistemine eş zamanlı entegrasyonlarının sağlanması** gerekmektedir. Bu şekilde, müdahale zamanının hayati önem taşıdığı deniz kirliliği gibi olaylarda, 7/24 devrede olan bu nitelikteki karar destek sistemi sayesinde, olay anından çok kısa zaman sonra kirliliğin yayılım istikameti tüm paydaşlarca öngörülebilecek ve müdahale tedbirlerinin mevkilerine ve tipine karar verilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Akten, N. (2006).** Shipping accidents: A Serious Threat for Marine Environment. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 12, 269–304.
- Başar, E. (2003).** *İstanbul Boğazı'nda Tanker Kazaları ile Oluşabilecek Petrol Dağılımının Simülasyonu.* (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baykut, F., Aydın, A., & Artüz, M. İ. (1980).** *Tanker Yangınlarının Doğuracağı Çevre Sorunlarının Bilimsel Açından İncelenmesi.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü.
- Baylan, Ü. (2011).** *Deniz Ulaşımında Petrol Kirliliğine Müdahale Sistemi: Türkiye ve Avrupa Uygulamaları.* (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurtoğlu, Ş. N. E. (2017).** Modeling oil spill trajectory in Bosphorus for contingency planning. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1–2), 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.029>
- Can, S. (2007).** *Tanker Kazaları Sonrası İstanbul Boğazı'ndaki Yakıt Kirliliği Simülasyonu.* (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Delgado, L., Kumzerova, E., & Martynov, M. (2006).** Simulation of oil spill behaviour and response operations in PISCES. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 88, 279–292. <https://doi.org/10.2495/CENV060271>
- Dikerler, T. (2007).** *Çevresel Duyarlılık İndeksi ve Boğaziçi Örneği.* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Doğrul, A. (2010).** *İstanbul Boğazı'ndaki Gemi Kaynaklı Kirliliğin Sayısal Olarak İncelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ece, N. J. (2005).** *İstanbul Boğazı'ndaki Deniz Kazalarının Seyir ve Çevre Güvenliği Açısından Analizi ve Zararsız Geçiş Koşullarında Değerlendirilmesi.* (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Fingas, M. (2013).** *The basics of oil spill cleanup.* Florida, CRC.
- Fitoz, C. (2009).** *Gemilerden Kaynaklanan Deniz Kirliliğinin Önlenmesi ve Türk Boğazlarına Yönelik Çözüm Önerileri* (Vol. 145). (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Güven, K. C., Ünlü, S., Çetintürk, K., & Okuş, E. (2004).** M/V Gotia Gemi Kazası Sonrası İstanbul Boğazı, Haliç ve Marmara Denizindeki Petrol Kirliliği. *Black Sea/Mediterranean Environment*, 10, 85–102.

- IMO/UNEP.** (2000). Operational Guides and Technical Documents Section 1. In *Regional Information System; Part D, Guide for Combating Accidental Marine Pollution in the Mediterranean, REMPEC.*
- KEGM.** (2018). *İstanbul Boğazı kaza istatistikleri.* İstanbul.
- KEGM.** (2019). *Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü tanıtım brifingi.* İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Tuzla, İstanbul, 30.09.2019.
- Kılıç, A.** (2010). Boğazda Tanker Yangını. In *Ateşi Tutan Eller-Ateş Kahramanları.* Teknik Yayıncılık Grubu.
- Koldemir, B.** (2009). Seyir Güvenliği Açısından İstanbul Boğazı'nda Riskli Bölgelerin Belirlenmesi; Kaza Kara Noktalarının Güncellenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 1(1), 17–26.* Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deudfd/issue/4587/62780>
- Korçak, M.** (2015). *İstanbul Boğazı'nda Kimyasalların Deniz Yolu ile Taşınması Sırasında Meydana Gelen Kazaların Yönetimi.* (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koroglu, A., & Kabdasli, M. S.** (2011). An Oil Spill and Response Activities Scenarios After the Fuel Tank Seepage in a Port: Haydarpaşa Port Case Study. *ASME 2011 30th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, 827–834.* <https://doi.org/10.1115/omae2011-50129>
- Küçükosmanoğlu, A.** (2008). *Sızıntı Miktarının Deniz Kazaları Risk Modeli (Marisk) ile Araştırılması.* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küçükosmanoğlu, A.** (2012). *İstanbul Boğazında Deniz Kazaları Tahmin Modeli.* (Doktora Tezi), Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Marta-Almeida, M., Ruiz-Villarreal, M., Pereira, J., Otero, P., Cirano, M., Zhang, X., & Hetland, R. D.** (2013). Efficient tools for marine operational forecast and oil spill tracking. *Marine Pollution Bulletin.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.022>
- MEKE.** (2015). *İstanbul Boğazı risk analizi haritası.* MEKE Deniz Temizleme ve Atık Toplama Hizmetleri Tic. A.Ş. İstanbul.
- MGM.** (2019). *T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.*
- Nicolae, F., Perkovic, M., Ristea, M., & Cotorcea, A.** (2016). Method for monitoring the space-Time development of oil spilled in marine environment using Pisces II simulation software. *Journal of Environmental Protection and Ecology, 136–145.*
- NOAA.** (1992). *Oil spill case histories, 1967-1991.* Retrieved from <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/1671/Share>
- Orakçı, S.** (2006). Maritime Safety Aspects. In N. Oral & B. Öztürk (Eds.), *The Turkish Straits, maritime safety, legal and environmental aspects* (pp. 51–65). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV).
- Otay, E. N., & Özkan, Ş.** (2005). İstanbul Boğazı risk haritası. 5. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Konferansı, 19–32.*

- Ozsoy, B. (2014).** Oil spill detection from radarsat-1 synthetic aperture radar imagery at northern entry of Bosphorus Strait, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(11A), 2909–2918.
- Özsoy, E., Latif, M., & Besiktepe, Ş. (2002).** The current system of the Bosphorus Strait based on recent measurements. *The 2nd Meeting on the Physical Oceanography of Sea Straits*, (April), 177–180. Villef ranche.
- Öztürk, B., Poyraz, Ö., & Özgür, E. (2006).** The Turkish Straits: Some Considerations, Threats and Future. In N. Oral & B. Öztürk (Eds.), *The Turkish Straits, Maritime Safety, Legal and Environmental Aspects* (26th ed., pp. 116–132). İstanbul: Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TUDAV).
- Özyalvaç, M. (2009).** *İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında Akıntı Rejimi, Su Kütlesi Değişimi ve Kontrol Mekanizmaları*. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Perkovic, M., Delgado, L., David, M., Petelin, S., & Harsh, R. (2008).** *The Necessity of Applying Sar Imagery to Oil Spill Modeling in Cases of Data Obfuscation* (W. F. Davidson, K. Lee, & A. Cogswell, Eds.). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8565-9_31
- Perkovic, Marko, Greidanus, H., Müellenhoff, O., Ferraro, G., Pavlakis, P., Cosoli, S., & Harsch, R. (2010).** Marine polluter identification: Backtracking with the aid of satellite imaging. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(10b), 2426–2432.
- Ramseur, J. L. (2010).** *Oil Spills in US Coastal Waters: Background, Governance, and Issues for Congress*.
- SHOD. (2004).** *İstanbul Boğazı Haritası*. İstanbul.
- SHOD. (2009).** *Türk Boğazları Oşinografi Atlası*. İstanbul: SHOD.
- Şihmantepe, A., & Aşan, C. (2018).** Conventions Relating to Prevention of Oil Spill. In S. Ünlü, B. Alpar, & B. Öztürk (Eds.), *Oil Spill along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection* (pp. 392–407). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV).
- Turan, M. (2009).** Turkey 's Oil Spill Response Policy: Influences and Implementation. In *Division for ocean affairs and the law of the sea office of legal affairs, The United Nations, New York, 2009*. Retrieved from http://www.un.org/depts/los/nippon/unff_programme_home/fellows_pages/fellows_papers/turan_0809_turkey.pdf
- Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği. (2019)** *Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği*. , (2019).
- UAB. (2020).** Türk Boğazları Gemi Geçiş İstatistikleri. Retrieved November 22, 2019, from https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/gemi_gecis.aspx
- UNCTAD. (2019).** *Review of Maritime Transport 2019*. New York: United Nations.
- Url 1** <<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.1426.pdf>>, erişim tarihi: 12.01.2020.

- Url 2** < <https://www.itopf.org/tr/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-02-denizdeki-petrol-doekuentuelerinin-gelecegi>>, erişim tarihi: 12.01.2020.
- Url 3** < <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/oil-tanker-spill-statistics-2018/>>, erişim tarihi: 17.01.2020.
- Url 4** < <https://cygm.csb.gov.tr/deniz-kirliligine-aninda-mudahale-edilecek-haber-630>>, erişim tarihi: 02.02.2020.
- Url 5** < <https://www.emsa.europa.eu/about/what-we-do-main/legal-basis.html> >, erişim tarihi: 03.02.2020.
- Url 6** < http://www.rempec.org/rempec.asp?theIDS=1_91&theName=ABOUT%20REMPEC&theID=6&daChk=1&pgType=1>, erişim tarihi: 05.02.2020.
- Url 7** < https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP_3_Use_of_Booms_in_Oil_Pollution_Response.pdf>, erişim tarihi: 08.02.2020.
- Url 8** < <https://www.srosolutions.net/clients/case-study-oil-spill-response/>>, erişim tarihi: 08.02.2020.
- Url 9** < <https://www.versatech.com/zoom-boom.php>>, erişim tarihi:08.02.2020.
- Url 10** < <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/denizcilik/denizcilik.pdf>>, erişim tarihi: 12.02.2020.
- Url 11** < https://pdf.nauticexpo.com/pdf/markleen-terra/markleen-equipment/32644-80331-_10.html>, erişim tarihi: 29.02.2020.
- Url 12** < <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-04-use-of-dispersants-to-treat-oil-spills>>, erişim tarihi: 14.03.2020.
- Ventikos, N. P., Vergetis, E., Psaraftis, H. N., & Triantafyllou, G. (2004).** A high-level synthesis of oil spill response equipment and countermeasures. *Journal of Hazardous Materials*, 107(1–2), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2003.11.009>.

EKLER

EK A: İstanbul Boğazı meteorolojik şartları mevsimsel ortalamaları.

EK B: Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü İstanbul Boğazı akıntı şamandıraları ölçümleri.

EK C: PISCES-II sisteminde oluşturulan İstanbul Boğazı mevsimsel yüzey akıntı haritası ortalama vektörel değerleri.

EK D: İstanbul Boğazı Yaz mevsimi Kuzey, orta ve Güney bölgesi için PISCES-II sisteminde oluşturulan senaryoların yakıt yayılımı ve müdahale sonuçları.

EK E: İstanbul Boğazı Sonbahar mevsimi Kuzey, orta ve Güney bölgesi için PISCES-II sisteminde oluşturulan senaryoların yakıt yayılımı ve müdahale sonuçları.

EK F: İstanbul Boğazı Kış mevsimi Kuzey, orta ve Güney bölgesi için PISCES-II sisteminde oluşturulan senaryoların yakıt yayılımı ve müdahale sonuçları.

EK A: İstanbul Boğazı meteorolojik şartları mevsimsel ortalamaları.

Çizelge A.1: İstanbul Boğazı mevsimsel hakim rüzgar yönü ve ortalama rüzgar hızı (m/sn).

İstasyon Adı	Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KADIKÖY RIHTIM	2010	N 2.0	N 1.8	N 1.6	N 1.5	N 1.5	N 1.4	NNE1.5	N 1.5	N 1.5	N 1.5	S 1.6	N 2.0
	2011	N 1.5	N 1.7	N 1.7	N 1.7	N 1.5	N 1.4	N 1.4	N 1.5	N 1.4	N 1.6	N 1.3	SSE1.8
	2012	N 2.0	N 1.7	N 1.6	N 1.6	N 1.4	N 1.5	N 1.6	N 1.4	N 1.4	N 1.3	N 1.5	N 1.6
	2013	NNW1.8	N 2.3	N 1.5	N 2.4	N 2.8	N 3.0	NNE3.6	N 3.7	N 2.7	N 2.8	NNE3.0	NNE3.3
	2014	N 2.9	N 2.8	N 2.5	N 2.4	S 2.6	N 2.7	N 2.9	N 3.4	N 2.9	N 3.5	N 2.9	N 3.5
	2015	NNW4.4	N 4.2	N 3.1	S 3.1	NNW2.6	NNW2.8	N 3.4	N 3.4	NNW3.7	N 3.4	N 3.5	N 3.2
	2016	N 4.0	NNW3.3	N 3.2	SSE2.3	NNW2.8	NNW2.9	N 3.5	NNW3.8	N 3.3	N 3.1	N 3.8	N 4.4
	2017	N 4.2	SSE3.2	N 3.0	N 2.6	N 3.0	N 2.5	N 3.6	NNW3.5	NNW2.8	NNW2.8	NNE3.2	SSE4.5
	2018	N 3.7	N 4.1	NNW3.1	NNW2.7	N 2.8	N 3.0	N 2.7	N 3.8	N 3.5	N 3.3	NNW3.8	NNW3.8
	2019	NNW4.0	N 3.9	N 3.3	NNW2.9	S 2.4	NNW2.9	N 3.0	-	-	-	-	-
SARIYER/RUMELİ FENERİ BAL. BARINAĞI ANA MENDİREK FENERİ	2016	SW 4.6	SSW4.5	SW 4.1	SSW3.5	SSW3.3	NNE3.4	NE 4.4	NNE5.1	NE 4.9	NNE4.4	SW 4.2	N 4.5
	2017	SW 4.0	N 5.5	N 3.0	NNW2.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	2018	E 4.9	-	S 3.3	N 2.5	NNE3.2	NE 3.6	SSW2.8	NE 5.2	ENE4.9	NE 4.6	NE 5.8	N 4.2
	2019	NNE4.4	NNE4.2	NE 3.4	NE 2.3	SSW2.1	NNE2.4	ENE2.9	-	-	-	-	-

Çizelge A.2: İstanbul Boğazı aylık ortalama deniz suyu sıcaklığı (°C).

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7
2014	9.6	7.4	7.2	10.9	15.8	21.0	24.8	26.4	23.5	18.7	14.3	10.4
2015	6.0	6.9	28.9		18.9	22.1	24.7	26.6	16.7	7.6	6.7	5.6
2016	0.8	4.4	11.1	13.3	15.0	20.7	23.2	23.0	21.0	17.9	13.1	8.9
2018	7.0	5.6	6.6	8.8	15.2	20.1	22.7	24.2	22.4	17.5	15.1	9.5
2019	6.6	5.8	6.9	9.5	14.3	20.4	18.9	-	-	-	-	-

Çizelge A.3: İstanbul Boğazı aylık ortalama hava sıcaklığı (°C).

İstasyon Adı	Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BEYKOZ/ ANADOLU FENERİ	2014	-	-	11.9	12.9	17.4	21.0	24.3	25.5	22.1	17.9	14.0	10.3
	2015	7.9	7.1	7.5	11.4	17.1	20.4	23.7	25.2	22.7	16.7	14.2	8.8
	2016	6.7	10.5	10.4	14.6	17.1	22.4	24.5	25.0	21.6	16.2	12.3	5.6
	2017	3.4	7.0	8.1	10.2	15.6	21.0	23.2	24.0	21.7	15.7	12.4	10.6
	2018	7.6	7.6	10.4	12.3	17.8	22.1	24.9	26.1	21.7	17.6	13.0	7.3
	2019	6.9	6.8	9.4	11.0	18.0	23.7	23.9	-	-	-	-	-
KADIKÖY RIHTİM	2010	7.3	9.0	9.1	13.8	18.8	22.3	25.3	27.5	21.9	15.2	15.7	10.9
	2011	7.0	6.8	8.3	10.3	16.5	21.8	25.8	24.3	22.7	14.9	9.5	9.4
	2012	5.3	4.4	7.8	14.7	17.6	23.9	26.6	25.5	22.3	19.7	14.8	8.5
	2013	7.2	9.0	10.0	13.4	19.5	22.9	24.9	26.1	21.9	15.4	14.4	7.8
	2014	9.5	8.9	10.6	14.3	18.4	22.4	25.7	26.4	22.3	17.5	12.8	10.4
	2015	7.4	7.4	9.1	11.8	18.7	21.7	25.4	26.6	23.9	17.5	14.9	9.2
	2016	6.7	10.4	11.1	16.0	18.4	23.7	25.9	26.2	22.7	17.2	12.9	6.2
	2017	4.5	7.1	9.6	12.1	17.8	22.7	25.3	25.7	23.2	17.0	13.6	11.3
	2018	8.4	8.6	10.7	14.5	19.4	23.7	26.5	27.0	22.6	18.2	13.5	8.2
	2019	7.6	7.3	9.8	12.5	18.5	24.4	24.5	-	-	-	-	-

EK B: Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü İstanbul Boğazı akıntı şamandıraları ölçümleri.

Çizelge B.1: KEGM Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/s-n)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
HAYDARPAŞA	1.12.2017	1,9	-	0,7	21.01.2018	2,2	-	0,4	1.01.2019	4,2	-	1,3
	7.12.2017	1,7	-	0,2	28.01.2018	3,2	-	1,8	13.01.2019	3	-	0,3
	12.12.2017	1	-	0,2	31.01.2018	2,9	-	0,8	16.01.2019	2,8	-	0,3
	17.12.2017	1,4	-	0,4	1.02.2018	2,8	-	1,7	21.01.2019	2,7	-	0,4
	21.12.2017	3,7	-	0,9	7.02.2018	3,5	-	0,6	31.01.2019	1,3	-	0,1
	27.12.2017	1,1	-	0,5	15.02.2018	3	-	0,2	2.02.2019	1,1	-	0,1
	31.12.2017	2	-	0,7	21.02.2018	3,4	-	2,7	7.02.2019	4,2	-	2,4
	1.01.2018	2,1	-	0,5	28.02.2018	3	-	1,6	18.02.2019	3	162	0,5
	7.01.2018	1,6	-	0,4	21.12.2018	2,3	-	0,4	24.02.2019	6,5	172	4,8
	11.01.2018	2,2	-	0,6	26.12.2018	3,3	-	0,8	Ortalama	2,66	-	0,9
15.01.2018	4,1	-	1,8	31.12.2018	2,5	-	0,7	-	-	-	-	
KIZ KULESİ	01.12.2018	3,60	-	2,50	01.01.2019	4,00	-	2,50	02.02.2019	1,50	-	0,10
	05.12.2018	2,20	-	0,70	06.01.2019	3,30	-	1,80	07.02.2019	3,60	-	2,50
	10.12.2018	1,80	-	0,10	12.01.2019	2,30	-	0,30	12.02.2019	1,50	-	0,10
	16.12.2018	1,30	-	0,50	16.01.2019	2,50	-	0,80	16.02.2019	4,10	-	3,00
	21.12.2018	2,50	-	0,10	21.01.2019	2,20	-	1,00	21.02.2019	3,10	-	1,90
	25.12.2018	1,00	-	0,10	25.01.2019	1,90	-	0,60	24.02.2019	3,30	200	2,30
	31.12.2018	3,00	-	1,90	31.01.2019	1,20	-	0,10	Ortalama	2,50	-	1,15

Çizelge B.1 (devam): KEGM Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.-

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drif-t (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
AŞIYAN	06.01.2018	6,30	-	3,30	17.02.2018	2,20	-	1,40	02.01.2019	1,70	-	1,30
	07.01.2018	5,00	-	N/A	21.02.2018	2,20	-	2,20	06.01.2019	2,00	-	1,20
	11.01.2018	3,30	-	N/A	24.02.2018	2,20	-	1,60	10.01.2019	3,70	-	0,70
	16.01.2018	1,60	-	N/A	28.02.2018	2,60	-	1,10	15.01.2019	1,90	-	0,30
	21.01.2018	2,30	-	0,90	01.12.2018	2,30	-	1,30	19.01.2019	1,60	-	0,90
	23.01.2018	2,90	-	2,10	06.12.2018	2,40	-	1,50	23.01.2019	1,20	-	0,30
	27.01.2018	2,50	-	1,70	11.12.2018	1,50	-	0,10	31.01.2019	1,00	-	0,10
	31.12.2018	2,40	-	1,50	16.12.2018	1,-20	-	0,60	02.02.2019	1,20	-	0,80
	01.02.2018	2,50	-	1,30	21.12.2018	1,40-	-	0,80	06.02.2019	2,30	-	1,50
	07.02.2018	2,90	-	1,50	25.12.2018	1,80	-	0,20	10.02.2019	1,90	-	1,30
	12.02.2018	2,00	-	1,30	31.12.2018	2,00	-	1,30	14.02.2019	3,20	-	2,20
	15.02.2018	2,40	-	1,40	22.02.2019	2,00	193	1,80	Ortalama	2,33	-	1,23
YENİKÖY	02.03.2018	1,40	-	0,40	07.04.2018	2,40	-	1,30	30.04.2018	2,70	-	0,70
	08.03.2018	0,90	-	0,20	10.04.2018	2,20	-	1,00	02.05.2018	3,00	-	0,40
	21.03.2018	1,60	-	0,70	14.04.2018	2,40	-	1,20	05.05.2018	2,60	-	1,20
	24.03.2018	2,00	-	1,40	18.04.2018	2,30	-	1,30	08.05.2018	2,40	-	0,70
	30.03.2018	2,10	-	0,90	21.04.2018	2,80	-	1,30	12.05.2018	2,90	-	1,30
	31.03.2018	2,10	-	1,10	25.04.2018	2,80	-	0,50	15.05.2018	2,70	-	0,70
	03.04.2018	2,20	-	1,30	29.04.2018	3,30	-	0,60	19.05.2018	3,00	-	0,40

Çizelge B.1 (devam): KEGM Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
YENİKÖY	21.05.2018	2,60	-	0,80	26.05.2018	2,70	-	0,70	31.05.2018	3,30	-	0,80
	-	-	-	-	-	-	-	-	Ortalama	2,43	-	0,87
AŞIYAN	01.09.2018	2,30	-	1,40	12.10.2018	2,10	-	1,50	10.11.2018	1,60	-	0,80
	04.09.2018	1,90	-	1,00	14.10.2018	2,40	-	1,60	13.11.2018	2,10	-	1,40
	10.09.2018	2,30	-	1,30	17.10.2018	1,80	-	1,10	17.11.2018	2,60	-	1,80
	13.09.2018	2,60	-	1,50	21.10.2018	1,30	-	0,70	21.11.2018	1,80	-	0,30
	16.09.2018	2,00	-	0,90	24.10.2018	1,40	-	0,10	25.11.2018	1,60	-	0,70
	19.09.2018	2,50	-	1,60	28.10.2018	1,20	-	0,40	28.11.2018	2,10	-	0,20
	23.09.2018	1,50	-	0,90	31.10.2018	0,90	-	0,10	30.11.2018	3,10	-	1,80
	26.09.2018	3,00	-	1,80	02.11.2018	2,00	-	1,00	Ortalama	2,00	-	1,06
	29.09.2018	2,10	-	1,40	05.11.2018	1,90	-	1,20	-	-	-	-

Çizelge B.2: KEGM Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
KIZKULESİ	01.09.2018	2,90	-	0,60	07.10.2018	3,30	-	0,60	10.11.2018	2,20	-	0,70
	06.09.2018	2,30	-	0,50	11.10.2018	2,90	-	1,50	14.11.2018	3,40	-	1,40
	09.09.2018	2,70	-	0,40	15.10.2018	3,30	-	2,20	18.11.2018	3,70	-	2,50
	12.09.2018	2,80	-	0,70	19.10.2018	2,00	-	0,40	21.11.2018	1,30	-	0,30
	16.09.2018	2,50	-	0,40	23.10.2018	2,60	-	1,00	25.11.2018	1,50	-	0,70
	20.09.2018	3,30	-	0,60	27.10.2018	1,60	-	0,10	28.11.2018	1,70	-	0,10
	24.09.2018	2,30	-	0,20	31.10.2018	1,10	-	0,10	30.11.2018	3,80	-	3,00
	30.09.2018	2,80	-	0,90	02.11.2018	2,80	-	1,30	Ortalama	2,60	-	0,94
	02.10.2018	1,50	-	0,40	06.11.2018	2,90	-	0,90	-	-	-	-
HAYDARPAŞA	30.10.2017	1,40	-	0,40	05.09.2018	2,50	-	0,50	06.10.2018	3,40	-	1,40
	02.11.2017	0,90	-	0,10	09.09.2018	2,40	-	0,60	10.10.2018	3,00	-	0,50
	05.11.2017	2,50	-	0,60	11.09.2018	1,80	-	0,20	15.10.2018	3,50	-	1,90
	08.11.2017	2,30	-	0,20	15.09.2018	1,30	-	0,10	19.10.2018	2,10	-	0,20
	13.11.2017	1,00	-	0,10	19.09.2018	3,40	-	1,20	23.10.2018	2,70	-	0,50
	18.11.2017	1,60	-	0,10	23.09.2018	2,20	-	0,20	26.10.2018	1,60	-	0,20
	21.11.2017	2,50	-	0,20	26.09.2018	4,50	-	2,30	31.10.2018	1,00	-	0,10
	25.11.2017	1,80	-	0,30	30.09.2018	2,70	-	0,40	03.11.2018	2,80	-	0,70
	30.11.2017	1,30	-	0,10	02.10.2018	1,10	-	0,10	06.11.2018	2,60	-	0,40
	01.09.2018	3,10	-	0,80	06.10.2018	3,40	-	1,40	Ortalama	2,35	-	0,58

Çizelge B.3: KEGM İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
HAYDARPAŞA	01.03.2018	3,00	-	1,70	30.04.2018	3,60	-	1,90	01.03.2019	1,50	-	0,20
	04.03.2018	1,30	-	0,10	01.05.2018	3,50	-	0,70	03.03.2019	3,40	-	1,60
	09.03.2018	2,60	-	0,10	05.05.2018	2,70	-	0,90	06.03.2019	1,50	163	0,10
	06.04.2018	3,20	-	0,50	09.05.2018	1,80	-	0,10	10.03.2019	1,60	-	0,80
	11.04.2018	3,00	-	1,40	14.05.2018	2,50	-	0,20	14.03.2019	3,90	160	2,00
	15.04.2018	4,20	-	1,90	21.05.2018	3,40	-	1,30	15.03.2019	2,50	176	1,20
	18.04.2018	3,20	-	0,50	25.05.2018	2,90	-	0,10	Ortalama	2,875	-	0,89
	21.04.2018	3,60	-	1,40	28.05.2018	3,60	-	1,40	-	-	-	-
	26.04.2018	3,10	-	0,70	31.05.2018	3,40	-	0,50	-	-	-	-
KIZKULESİ	04.03.2018	1,40	-	0,10	18.04.2018	3,20	-	2,00	24.05.2018	3,00	-	1,40
	07.03.2018	1,50	-	0,20	22.04.2018	3,30	-	1,60	01.03.2019	1,40	-	0,10
	22.03.2018	1,50	-	0,80	25.04.2018	3,10	-	1,60	03.03.2019	3,10	-	1,70
	30.03.2018	3,30	-	2,10	26.04.2018	3,70	-	1,80	10.03.2019	2,10	-	1,10
	01.04.2018	3,10	-	0,60	11.05.2018	2,90	-	1,90	06.03.2019	2,40	200	0,80
	06.04.2018	3,30	-	1,90	13.05.2018	3,40	-	1,70	14.03.2019	3,80	210	2,60
	09.04.2018	3,90	-	2,50	16.05.2018	3,20	-	1,70	15.03.2019	2,20	210	1,60
	12.04.2018	3,20	-	1,90	20.05.2018	3,40	-	1,30	Ortalama	2,84	-	1,43
YENİKÖY	02.03.2018	1,40	-	0,40	24.03.2018	2,00	-	1,40	03.04.2018	2,20	-	1,30
	08.03.2018	0,90	-	0,20	30.03.2018	2,10	-	0,90	07.04.2018	2,40	-	1,30
	21.03.2018	1,60	-	0,70	31.03.2018	2,10	-	1,10	10.04.2018	2,20	-	1,00

Çizelge B.3 (devam): KEGM İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
YENİKÖY	14.04.2018	2,40	-	14.04.2018	30.04.2018	2,70	-	0,70	19.05.2018	3,00	-	0,40
	18.04.2018	2,30	-	18.04.2018	02.05.2018	3,00	-	0,40	21.05.2018	2,60	-	0,80
	21.04.2018	2,80	-	21.04.2018	05.05.2018	2,60	-	1,20	26.05.2018	2,70	-	0,70
	25.04.2018	2,80	-	25.04.2018	08.05.2018	2,40	-	0,70	31.05.2018	3,30	-	0,80
	29.04.2018	3,30	-	29.04.2018	12.05.2018	2,90	-	1,30	Ortalama	2,4	-	0,87
AŞIYAN	01.03.2018	2,50	-	1,30	15.04.2018	3,00	-	1,50	14.05.2018	2,30	-	1,20
	05.03.2018	1,90	-	0,50	17.04.2018	2,40	-	1,20	17.05.2018	2,80	-	1,00
	09.03.2018	1,60	-	0,10	25.04.2018	2,40	-	1,50	22.05.2018	2,90	-	1,10
	16.03.2018	1,80	-	0,90	27.04.2018	2,70	-	1,30	25.05.2018	2,60	-	0,90
	19.03.2018	2,00	-	0,10	29.04.2018	2,80	-	1,80	28.05.2018	3,00	-	1,50
	25.03.2018	1,70	-	1,70	06.05.2018	1,90	-	1,90	31.05.2018	2,70	-	1,20
	29.03.2018	1,60	-	1,60	11.05.2018	2,00	-	1,30	Ortalama	2,30	-	1,23
	07.04.2018	1,80	-	1,80	15.04.2018	3,00	-	1,50	-	-	-	-
	11.04.2018	2,10	-	1,60	17.04.2018	2,40	-	1,20	-	-	-	-

Çizelge B.4: KEGM Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
HAYDARPAŞA	01.06.2018	3,10	-	0,50	02.07.2018	2,90	-	0,50	03.08.2018	3,40	-	0,50
	05.06.2018	2,50	-	0,10	05.07.2018	2,30	-	0,20	07.08.2018	3,00	-	0,30
	08.06.2018	3,00	-	0,90	08.07.2018	2,50	-	0,30	11.08.2018	3,90	-	1,00
	11.06.2018	3,20	-	0,40	11.07.2018	3,00	-	0,20	15.08.2018	3,60	-	1,10
	14.06.2018	2,10	-	0,30	15.07.2018	2,80	-	0,30	18.08.2018	3,30	-	0,90
	17.06.2018	1,40	-	0,10	18.07.2018	1,40	-	0,20	21.08.2018	3,10	-	1,00
	21.06.2018	2,60	-	0,40	22.07.2018	1,40	-	0,20	24.08.2018	3,10	-	1,10
	24.06.2018	2,50	-	0,70	26.07.2018	1,90	-	0,30	27.08.2018	2,50	-	0,10
	27.06.2018	2,60	-	0,20	29.07.2018	2,10	-	0,10	31.08.2018	2,70	-	0,50
	30.06.0218	1,30	-	0,20	31.07.2018	2,60	-	0,10	Ortalama	2,61	-	0,44
KIZ KULESİ	08.06.2018	3,60	-	1,60	05.07.2018	2,60	-	0,40	03.08.2018	3,40	-	1,20
	10.06.2018	3,00	-	1,50	08.07.2018	2,70	-	0,20	07.08.2018	2,90	-	0,40
	13.06.2018	3,00	-	0,50	11.07.2018	3,00	-	0,70	11.08.2018	3,70	-	1,00
	17.06.2018	2,20	-	0,30	15.07.2018	2,70	-	0,60	15.08.2018	3,10	-	0,60
	21.06.2018	3,20	-	0,20	18.07.2018	1,70	-	0,10	18.08.2018	2,80	-	0,30
	24.06.2018	3,90	-	0,80	22.07.2018	2,40	-	0,70	21.08.2018	3,00	-	0,70
	27.06.2018	3,10	-	0,50	26.07.2018	2,60	-	0,70	24.08.2018	3,00	-	0,70
	30.06.0218	2,00	-	0,60	29.07.2018	2,40	-	0,50	27.08.2018	2,40	-	0,80
	02.07.2018	3,00	-	0,20	31.07.2018	2,90	-	0,60	Ortalama	2,85	-	0,61

Çizelge B.4 (devam): KEGM Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ölçümleri ve ortalamaları.

İstasyon Adı	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)	Tarih/Ortalama	H.drift (m/sn)	Set (°)	L.drift (m/sn)
YENİKÖY	01.06.2018	2,20	-	0,30	02.07.2018	2,70	-	0,30	03.08.2018	3,10	-	0,30
	04.06.2018	2,80	-	0,30	05.07.2018	2,00	-	0,20	07.08.2018	2,00	-	0,30
	08.06.2018	2,90	-	0,50	08.07.2018	2,30	-	0,20	11.08.2018	2,40	-	0,50
	10.06.2018	3,00	-	0,40	11.07.2018	2,40	-	0,40	15.08.2018	2,30	-	0,30
	13.06.2018	2,20	-	0,30	15.07.2018	2,30	-	0,20	18.08.2018	1,40	-	0,10
	17.06.2018	1,70	-	0,10	18.07.2018	1,40	-	0,10	21.08.2018	1,90	-	0,20
	21.06.2018	3,20	-	0,20	21.07.2018	1,90	-	0,30	24.08.2018	1,50	-	0,30
	24.06.2018	2,80	-	0,20	25.07.2018	1,60	-	0,10	27.08.2018	1,90	-	0,20
	27.06.2018	2,30	-	0,30	29.07.2018	1,80	-	0,30	31.08.2018	2,40	-	0,30
	30.06.0218	1,40	-	0,30	31.07.2018	2,40	-	0,30	Ortalama	2,21	-	0,27
AŞIYAN	01.06.2018	2,50	-	1,20	11.07.2018	2,40	-	0,50	12.08.2018	2,50	-	1,30
	04.06.2018	2,60	-	0,90	15.07.2018	2,30	-	0,80	15.08.2018	2,60	-	1,30
	08.06.2018	3,00	-	1,30	18.07.2018	1,50	-	0,10	18.08.2018	1,90	-	1,10
	25.06.2018	3,10	-	1,40	21.07.2018	2,10	-	0,80	21.08.2018	2,40	-	1,20
	27.06.2018	2,70	-	0,90	25.07.2018	1,80	-	0,80	24.08.2018	2,40	-	1,40
	30.06.0218	1,60	-	0,50	29.07.2018	2,10	-	0,80	27.08.2018	1,50	-	0,80
	02.07.2018	2,80	-	1,40	30.07.2018	1,60	-	1,00	31.08.2018	2,30	-	0,90
	05.07.2018	2,30	-	0,90	08.08.2018	2,30	-	1,40	Ortalama	2,30	-	0,97
	08.07.2018	1,90	-	0,50	09.08.2018	3,20	-	0,90	-	-	-	-

EK C: PISCES-II sisteminde oluşturulan İstanbul Boğazı mevsimsel yüzey akıntı haritası ortalama vektörel değerleri.

Çizelge C.1: PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°04.048'N	029°02.854'E	190	3,4	41°13.089'N	029°08.886'E	225	0,42
41°01.455'N	028°57.872'E	330	0,92	41°05.859'N	029°03.371'E	170	2
41°02.157'N	028°59.698'E	225	1,24	41°04.945'N	029°03.903'E	200	2
41°06.747'N	029°03.722'E	340	1,24	40°59.778'N	028°56.411'E	240	2,2
41°13.036'N	029°06.481'E	305	0,42	41°10.748'N	029°04.659'E	170	1,14
41°01.767'N	028°59.462'E	005	0,62	40°59.814'N	028°56.209'E	040	1,44
40°59.765'N	029°00.179'E	160	1,74	41°10.195'N	029°05.025'E	045	1,14
41°07.098'N	029°05.700'E	280	0,92	41°13.136'N	029°09.741'E	315	0,16
41°12.066'N	029°05.664'E	180	0,52	40°59.888'N	028°58.203'E	285	2
41°10.261'N	029°04.784'E	180	1,14	41°07.504'N	029°04.416'E	152	2,4
41°06.074'N	029°03.810'E	220	2	41°07.190'N	029°05.762'E	210	0,92
40°59.511'N	029°01.272'E	060	0,82	40°59.659'N	028°58.938'E	230	1,54
41°10.850'N	029°05.050'E	180	1,24	41°06.707'N	029°03.775'E	305	1,24
41°11.109'N	029°06.270'E	045	0,72	41°07.253'N	029°05.804'E	205	0,92
41°07.113'N	029°05.640'E	310	0,92	41°01.302'N	028°58.840'E	030	0,52
41°09.714'N	029°03.386'E	230	1,02	41°01.085'N	029°00.255'E	110	2,8
41°01.723'N	028°59.561'E	245	1,24	41°12.328'N	029°07.895'E	350	0,2
41°12.927'N	029°08.699'E	215	0,42	41°02.641'N	029°01.895'E	235	2,8
41°13.093'N	029°09.747'E	338	0,26	41°12.225'N	029°07.869'E	030	0,3
41°05.969'N	029°03.330'E	315	1,44	41°07.018'N	029°05.109'E	185	1,02
41°01.217'N	028°58.876'E	275	1,24	41°01.217'N	028°58.913'E	255	1,24

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
40°59.708'N	029°01.348'E	235	0,42	41°10.913'N	029°06.057'E	60	0,82
41°01.384'N	028°58.814'E	60	0,52	41°02.946'N	029°03.056'E	350	1,14
41°11.017'N	029°04.701'E	45	0,72	40°59.690'N	029°01.413'E	300	0,52
41°10.320'N	029°04.269'E	230	1,54	41°08.171'N	029°05.179'E	90	1,02
40°59.956'N	028°58.168'E	50	1,44	41°01.248'N	028°58.833'E	335	0,82
41°12.796'N	029°08.882'E	75	0,3	41°10.134'N	029°04.611'E	230	1,24
41°10.037'N	029°03.711'E	220	1,34	41°01.333'N	028°58.867'E	30	0,42
41°05.774'N	029°03.762'E	180	2,2	41°12.478'N	029°06.689'E	220	0,62
41°00.273'N	028°59.808'E	165	3	41°10.575'N	029°04.831'E	180	1,14
41°07.296'N	029°05.453'E	345	0,92	41°00.423'N	028°59.374'E	200	2,4
41°09.462'N	029°03.638'E	260	1,24	41°05.986'N	029°03.452'E	235	1,86
41°06.725'N	029°03.747'E	335	1,24	41°13.603'N	029°07.182'E	200	0,72
41°07.917'N	029°05.316'E	270	0,92	41°06.769'N	029°03.723'E	350	1,14
41°11.010'N	029°05.440'E	225	1,14	40°59.971'N	028°58.213'E	115	1,24
41°12.288'N	029°07.681'E	120	0,2	41°07.129'N	029°05.741'E	260	0,92
41°04.570'N	029°02.845'E	340	1,64	41°03.544'N	029°03.115'E	190	2,6
41°11.928'N	029°05.448'E	15	0,62	40°59.433'N	028°58.627'E	235	1,54
41°12.778'N	029°07.120'E	220	0,82	41°09.463'N	029°03.134'E	255	0,92
41°12.776'N	029°08.664'E	105	0,3	41°05.159'N	029°03.957'E	180	2
41°14.109'N	029°08.533'E	200	0,62	41°07.047'N	029°05.424'E	35	0,92
41°01.714'N	028°59.530'E	270	1,14	41°04.502'N	029°02.953'E	190	2,6
41°07.916'N	029°05.276'E	290	0,92	41°08.951'N	029°04.073'E	180	1,24

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°11.510'N	029°06.189'E	215	1,02	41°07.946'N	029°05.192'E	335	1,02
41°09.051'N	029°03.943'E	215	1,24	41°13.039'N	029°09.716'E	65	0,3
41°01.715'N	028°59.463'E	320	1,02	41°06.888'N	029°05.014'E	220	1,24
41°00.246'N	028°59.233'E	210	2,4	41°04.547'N	029°02.881'E	285	2
40°59.754'N	028°56.334'E	275	1,86	40°59.695'N	029°01.376'E	260	0,42
41°12.936'N	029°08.067'E	220	0,42	41°02.942'N	029°02.792'E	180	2,2
41°10.907'N	029°04.609'E	350	0,92	41°12.157'N	029°07.576'E	140	0,42
40°59.664'N	029°01.432'E	345	0,52	40°59.360'N	029°00.487'E	160	1,24
41°05.955'N	029°03.368'E	285	1,64	41°04.083'N	029°03.063'E	185	3
41°12.871'N	029°09.019'E	15	0,3	41°08.005'N	029°05.395'E	225	1,02
41°08.063'N	029°05.395'E	150	1,02	41°02.909'N	029°02.801'E	165	2,2
40°59.756'N	028°56.273'E	300	1,64	41°06.786'N	029°03.722'E	10	1,14
40°59.952'N	029°00.096'E	160	1,86	41°02.796'N	029°02.529'E	230	2,8
41°10.985'N	029°05.115'E	220	1,24	41°07.948'N	029°05.356'E	250	0,92
40°59.324'N	029°00.236'E	160	1,24	41°03.095'N	029°02.590'E	190	2,8
41°07.665'N	029°05.376'E	330	0,82	41°02.883'N	029°02.810'E	135	2,2
41°13.485'N	029°09.706'E	230	0,52	41°07.200'N	029°05.455'E	0	0,92
41°02.865'N	029°02.919'E	60	1,44	41°04.568'N	029°03.580'E	230	2,4
41°07.423'N	029°05.788'E	170	0,92	41°12.888'N	029°06.672'E	280	0,62
41°07.920'N	029°05.337'E	265	1,02	41°02.896'N	029°02.989'E	45	1,14
41°00.568'N	028°59.889'E	170	2,2	41°07.971'N	029°05.370'E	225	0,92
40°59.946'N	028°58.164'E	10	1,64	41°07.143'N	029°05.620'E	320	0,82

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°12.535'N	029°07.669'E	220	0,62	41°09.459'N	029°02.720'E	345	0,72
41°04.582'N	029°02.842'E	0	1,54	41°07.126'N	029°05.455'E	10	0,92
41°12.120'N	029°06.371'E	220	0,92	41°13.481'N	029°08.371'E	230	0,82
41°09.750'N	029°02.932'E	70	0,62	40°59.542'N	029°01.030'E	125	1,34
41°07.930'N	029°05.219'E	315	0,82	41°02.855'N	029°02.875'E	80	1,74
41°07.314'N	029°05.824'E	205	0,92	41°09.235'N	029°02.338'E	100	0,42
40°59.969'N	028°58.202'E	100	1,34	41°01.086'N	028°59.342'E	180	2,2
41°10.775'N	029°04.569'E	240	1,02	41°02.883'N	029°02.958'E	45	1,14
40°59.497'N	029°01.170'E	90	1,02	40°59.868'N	028°56.213'E	95	1,14
41°11.510'N	029°05.426'E	180	0,82	41°11.254'N	029°05.201'E	215	0,52
41°05.954'N	029°03.390'E	275	1,74	40°59.920'N	028°58.162'E	345	1,86
41°13.172'N	029°09.565'E	195	0,42	41°01.258'N	029°00.214'E	208	2,8
41°09.588'N	029°02.804'E	25	0,62	41°09.003'N	029°04.211'E	180	1,14
41°04.560'N	029°02.851'E	320	1,74	41°05.955'N	029°03.410'E	265	1,86
41°14.105'N	029°10.042'E	220	0,62	41°04.800'N	029°03.888'E	190	0,62
41°06.409'N	029°03.703'E	220	1,24	41°07.390'N	029°05.821'E	160	0,92
41°01.548'N	028°59.469'E	180	2	41°11.263'N	029°05.771'E	215	1,02
40°59.962'N	028°58.185'E	55	1,44	41°04.098'N	029°03.341'E	180	0,82
41°04.590'N	029°03.714'E	80	1,74	41°13.082'N	029°09.621'E	140	0,36
41°09.260'N	029°03.501'E	230	1,24	41°13.035'N	029°09.042'E	240	0,2
41°01.277'N	028°58.833'E	0	0,72	41°01.626'N	028°59.259'E	200	0,52
41°02.390'N	029°01.965'E	235	2,8	41°08.404'N	029°04.339'E	150	1,02

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°05.970'N	029°03.430'E	250	1,86	41°07.349'N	029°05.847'E	195	0,92
41°09.341'N	029°02.806'E	275	0,72	41°01.746'N	028°59.597'E	225	1,24
41°06.632'N	029°04.013'E	225	1,24	40°57.614'N	029°01.854'E	135	1,02
41°04.932'N	029°03.404'E	193	2,4	41°04.609'N	029°03.686'E	150	2
40°59.618'N	029°01.392'E	35	0,62	41°00.565'N	028°59.394'E	200	2,6
41°06.167'N	029°03.607'E	220	1,86	41°01.371'N	028°58.909'E	40	0,42
41°09.238'N	029°02.735'E	130	0,52	41°13.738'N	029°10.210'E	220	0,62
41°01.635'N	029°00.796'E	255	2,6	41°07.505'N	029°05.381'E	335	1,02
40°59.889'N	028°58.302'E	270	2,2	41°04.547'N	029°02.895'E	270	2
41°09.439'N	029°02.338'E	230	0,42	41°11.658'N	029°05.453'E	260	0,82
41°12.153'N	029°07.742'E	50	0,3	41°06.694'N	029°03.852'E	280	1,24
41°13.371'N	029°06.569'E	100	0,1	41°04.597'N	029°03.693'E	120	1,86
41°07.182'N	029°05.596'E	330	0,82	41°05.955'N	029°03.349'E	300	1,54
41°01.707'N	028°59.486'E	290	1,14	41°12.963'N	029°06.787'E	190	0,72
41°06.632'N	029°04.613'E	225	1,64	41°13.326'N	029°06.470'E	50	0,2
41°10.881'N	029°05.690'E	60	0,92	41°04.606'N	029°03.760'E	45	1,44
41°07.931'N	029°05.347'E	250	1,02	41°04.857'N	029°03.885'E	200	1,86
41°08.944'N	029°03.046'E	130	0,52	41°03.597'N	029°02.335'E	180	1,02
41°11.239'N	029°06.958'E	225	0,72	41°07.718'N	029°05.343'E	330	0,82
41°04.663'N	029°03.528'E	230	2,4	41°02.074'N	029°00.520'E	190	3
41°05.871'N	029°03.502'E	180	2,2	41°11.798'N	029°07.016'E	180	0,92
41°09.186'N	029°02.602'E	130	0,52	41°01.739'N	028°59.447'E	345	0,82

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°02.089'N	029°01.219'E	235	2,6	41°06.697'N	029°03.810'E	295	1,24
41°07.065'N	029°05.044'E	180	1,02	40°59.646'N	028°59.066'E	235	1,54
41°07.616'N	029°05.413'E	330	0,82	41°08.891'N	029°04.234'E	180	1,02
41°04.553'N	029°02.866'E	300	1,96	41°02.955'N	029°02.455'E	235	2,8
41°02.449'N	029°01.655'E	235	2,6	41°08.779'N	029°03.844'E	180	1,24
41°06.756'N	029°03.932'E	250	1,24	41°09.392'N	029°02.535'E	320	0,52
41°12.169'N	029°07.181'E	220	0,52	41°01.706'N	028°59.509'E	275	1,14
41°04.637'N	029°03.686'E	190	2	41°02.859'N	029°02.836'E	100	1,96
41°01.225'N	028°58.850'E	300	1,02	41°08.173'N	029°05.033'E	75	1,02
40°59.571'N	029°01.331'E	45	0,72	41°13.249'N	029°06.408'E	25	0,2
40°59.882'N	028°58.249'E	285	2	40°58.643'N	029°00.728'E	160	1,14
41°13.146'N	029°06.410'E	340	0,3	41°10.446'N	029°04.866'E	225	1,34
41°10.132'N	029°04.860'E	60	1,14	40°59.844'N	028°56.206'E	65	1,24
41°06.974'N	029°05.188'E	180	1,02	41°11.744'N	029°05.368'E	320	0,72
41°07.373'N	029°05.420'E	335	0,92	41°04.691'N	029°03.264'E	225	2,4
41°00.074'N	028°59.280'E	200	2,2	41°11.542'N	029°07.056'E	200	0,82
40°59.953'N	028°57.998'E	285	0,52	41°05.983'N	029°03.321'E	0	1,24
41°03.993'N	029°03.369'E	200	1,86	41°04.595'N	029°03.742'E	60	1,54
41°04.621'N	029°03.685'E	175	2	41°14.118'N	029°07.344'E	180	0,62
40°59.146'N	029°00.371'E	155	1,24	40°59.522'N	029°00.293'E	165	1,44
41°09.336'N	029°02.269'E	150	0,42	40°59.783'N	028°56.226'E	350	1,54
41°01.787'N	028°59.462'E	20	0,52	41°08.175'N	029°04.892'E	100	1,14

Çizelge C.1 (devam): PISCES-II İlkbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°04.557'N	029°02.922'E	255	2,2	40°59.644'N	029°00.830'E	135	1,44
41°06.973'N	029°05.289'E	45	1,02	41°12.958'N	029°09.111'E	335	0,2
40°59.904'N	028°58.170'E	300	1,86	40°59.644'N	029°00.331'E	155	1,74
41°02.376'N	029°00.396'E	235	1,54	41°07.476'N	029°05.419'E	330	0,92
41°04.557'N	029°02.922'E	255	2,2	41°04.048'N	029°02.854'E	190	3,4
41°06.973'N	029°05.289'E	45	1,02	41°10.994'N	029°04.786'E	180	1,02
41°06.724'N	029°03.891'E	265	1,24	41°10.817'N	029°04.705'E	180	1,02
41°12.956'N	029°06.575'E	295	0,52	41°10.037'N	029°04.783'E	90	1,02
41°13.299'N	029°09.615'E	230	0,52	40°59.856'N	028°59.200'E	215	2

Çizelge C.2: PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°10.134'N	029°04.611'E	230	1,24	41°12.927'N	029°08.699'E	215	0,42
41°09.463'N	029°03.134'E	255	0,92	41°11.109'N	029°06.270'E	185	0,52
41°11.798'N	029°07.016'E	180	0,42	41°13.299'N	029°09.615'E	230	0,52
41°03.544'N	029°03.115'E	190	2,6	41°01.055'N	029°00.260'E	160	3
41°03.095'N	029°02.590'E	190	3	41°11.109'N	029°06.270'E	185	0,52
41°04.502'N	029°02.953'E	190	2,8	41°12.776'N	029°08.664'E	105	0,3
41°01.217'N	028°58.876'E	275	1,24	41°05.955'N	029°03.368'E	285	1,02
41°05.774'N	029°03.762'E	180	2,2	41°02.942'N	029°02.792'E	180	2,8
41°02.909'N	029°02.801'E	165	2,6	41°13.481'N	029°08.371'E	230	0,42
41°13.146'N	029°06.410'E	340	0,3	41°02.883'N	029°02.810'E	135	2,2
41°06.747'N	029°03.722'E	340	0,92	41°10.850'N	029°05.050'E	230	0,52
41°09.260'N	029°03.501'E	170	1,24	41°06.769'N	029°03.723'E	350	1,02
40°59.765'N	029°00.179'E	160	1,44	41°01.707'N	028°59.486'E	290	1,14
41°02.449'N	029°01.655'E	235	3	41°05.969'N	029°03.330'E	315	0,82
41°10.881'N	029°05.690'E	60	0,3	41°07.373'N	029°05.420'E	335	0,82
41°13.485'N	029°09.706'E	230	0,52	41°11.254'N	029°05.201'E	215	0,52
41°09.186'N	029°02.602'E	130	0,52	41°04.800'N	029°03.888'E	190	1,64
41°12.120'N	029°06.371'E	220	0,62	41°01.371'N	028°58.909'E	40	0,42
41°01.384'N	028°58.814'E	60	0,52	41°07.349'N	029°05.847'E	195	0,92
41°07.946'N	029°05.192'E	335	0,82	41°04.606'N	029°03.760'E	45	1,44
41°12.958'N	029°09.111'E	335	0,2	41°02.955'N	029°02.455'E	235	2,8
41°01.706'N	028°59.509'E	275	1,14	41°05.644'N	029°03.370'E	165	1,86

Çizelge C.2 (devam): PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°10.195'N	029°05.025'E	45	1,14	41°09.462'N	029°03.638'E	210	1,24
41°04.945'N	029°03.903'E	200	2,4	41°00.423'N	028°59.374'E	200	2,8
41°07.931'N	029°05.347'E	250	1,02	41°01.086'N	029°00.072'E	180	3
40°59.962'N	028°58.185'E	55	0,42	41°01.217'N	028°58.913'E	255	1,24
41°08.005'N	029°05.395'E	180	1,02	40°59.946'N	028°58.164'E	10	0,52
40°59.664'N	029°01.432'E	345	0,52	41°01.302'N	028°58.840'E	30	0,52
41°09.051'N	029°03.943'E	185	1,44	41°04.098'N	029°03.341'E	180	1,86
41°00.074'N	028°59.280'E	200	1,74	41°01.767'N	028°59.462'E	5	0,62
41°03.993'N	029°03.369'E	200	1,44	41°11.263'N	029°05.771'E	215	0,62
40°58.643'N	029°00.728'E	160	0,62	41°06.167'N	029°03.607'E	220	1,96
41°06.632'N	029°04.613'E	225	1,86	41°07.098'N	029°05.700'E	280	0,92
41°01.723'N	028°59.561'E	245	1,34	41°01.258'N	029°00.214'E	205	2,8
40°57.614'N	029°01.854'E	135	1,02	41°04.560'N	029°02.851'E	320	1,74
41°07.505'N	029°05.381'E	335	0,92	41°07.200'N	029°05.455'E	0	0,92
41°12.153'N	029°07.742'E	50	0,3	41°01.739'N	028°59.447'E	345	0,82
41°11.928'N	029°05.448'E	15	0,3	41°02.865'N	029°02.919'E	60	1,44
41°07.504'N	029°04.416'E	152	2,2	40°59.868'N	028°56.213'E	95	1,14
41°04.547'N	029°02.895'E	270	2,2	41°04.663'N	029°03.528'E	230	2,4
41°10.775'N	029°04.569'E	170	0,52	41°01.746'N	028°59.597'E	225	1,54
41°02.376'N	029°00.396'E	235	1,96	41°04.547'N	029°02.881'E	285	2
41°07.182'N	029°05.596'E	330	0,72	41°04.857'N	029°03.885'E	200	1,86
41°04.083'N	029°03.063'E	185	2,8	41°07.718'N	029°05.343'E	330	1,02
41°09.003'N	029°04.211'E	40	0,82	41°01.170'N	029°00.225'E	90	3

Çizelge C.2 (devam): PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°04.595'N	029°03.742'E	60	1,54	40°59.778'N	028°56.411'E	240	2,2
41°09.235'N	029°02.338'E	280	0,42	41°14.118'N	029°07.344'E	180	0,42
41°09.459'N	029°02.720'E	345	0,72	41°02.089'N	029°01.219'E	235	3
41°06.973'N	029°05.289'E	45	1,02	41°11.017'N	029°04.701'E	165	0,3
40°59.497'N	029°01.170'E	90	0,92	41°07.018'N	029°05.109'E	185	1,14
40°59.646'N	028°59.066'E	235	1,54	41°10.913'N	029°06.057'E	60	0,62
41°06.888'N	029°05.014'E	220	1,74	41°13.089'N	029°08.886'E	225	0,42
41°11.239'N	029°06.958'E	225	0,42	41°06.974'N	029°05.188'E	140	1,02
41°07.129'N	029°05.741'E	260	0,92	41°13.738'N	029°10.210'E	220	0,42
41°12.871'N	029°09.019'E	15	0,3	41°13.093'N	029°09.747'E	338	0,3
41°13.082'N	029°09.621'E	140	0,3	41°09.714'N	029°03.386'E	230	1,14
41°04.568'N	029°03.580'E	230	2,4	41°01.548'N	028°59.469'E	180	1,44
41°02.157'N	028°59.698'E	225	1,44	41°08.175'N	029°04.892'E	100	0,92
41°04.553'N	029°02.866'E	300	1,86	41°04.621'N	029°03.685'E	175	2
41°01.715'N	028°59.463'E	320	0,92	41°11.542'N	029°07.056'E	200	0,42
41°11.658'N	029°05.453'E	260	0,52	41°13.036'N	029°06.481'E	305	0,42
41°02.796'N	029°02.529'E	230	3,2	41°07.190'N	029°05.762'E	210	0,92
41°07.916'N	029°05.276'E	290	0,92	41°08.063'N	029°05.395'E	150	0,92
40°59.146'N	029°00.371'E	155	0,62	41°00.565'N	028°59.394'E	200	2,8
41°07.065'N	029°05.044'E	180	1,34	41°09.392'N	029°02.535'E	320	0,52
40°59.690'N	029°01.413'E	300	0,52	41°13.249'N	029°06.408'E	25	0,3
41°08.404'N	029°04.339'E	150	1,86	41°10.320'N	029°04.269'E	230	1,64
40°59.844'N	028°56.206'E	65	1,24	41°06.724'N	029°03.891'E	265	1,14

Çizelge C.2 (devam): PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°13.326'N	029°06.470'E	50	0,3	41°06.697'N	029°03.810'E	295	1,24
41°05.955'N	029°03.349'E	300	1,02	41°13.136'N	029°09.741'E	315	0,3
40°59.969'N	028°58.202'E	100	0,3	41°06.707'N	029°03.775'E	305	1,24
41°07.616'N	029°05.413'E	330	1,02	41°11.744'N	029°05.368'E	320	0,52
41°07.423'N	029°05.788'E	170	1,34	40°59.659'N	028°58.938'E	230	1,54
40°59.889'N	028°58.302'E	270	0,92	40°59.324'N	029°00.236'E	160	0,62
40°59.882'N	028°58.249'E	285	0,82	41°10.985'N	029°05.115'E	220	0,52
41°12.157'N	029°07.576'E	140	0,42	41°09.750'N	029°02.932'E	70	0,62
41°10.575'N	029°04.831'E	180	1,02	41°04.609'N	029°03.686'E	150	2
41°10.446'N	029°04.866'E	225	1,34	41°06.074'N	029°03.810'E	220	1,34
41°10.261'N	029°04.784'E	225	1,14	40°59.904'N	028°58.170'E	300	0,72
41°11.510'N	029°05.426'E	215	0,62	41°08.173'N	029°05.033'E	75	0,72
41°01.566'N	029°00.758'E	255	1,54	41°12.778'N	029°07.120'E	220	0,42
41°12.956'N	029°06.575'E	295	0,42	41°07.948'N	029°05.356'E	225	0,92
41°00.246'N	028°59.233'E	210	2	40°59.814'N	028°56.209'E	40	1,44
40°59.856'N	028°59.200'E	215	1,64	41°01.787'N	028°59.462'E	20	0,52
41°06.409'N	029°03.703'E	220	2	41°13.371'N	029°06.569'E	100	0,2
41°08.779'N	029°03.844'E	150	1,74	41°02.896'N	029°02.989'E	45	1,14
41°07.253'N	029°05.804'E	205	0,92	41°05.159'N	029°03.957'E	180	2,4
41°02.074'N	029°00.520'E	190	2,8	41°01.635'N	029°00.796'E	255	2,2
41°07.296'N	029°05.453'E	345	0,92	41°02.859'N	029°02.836'E	100	1,96
41°09.238'N	029°02.735'E	130	0,52	40°59.695'N	029°01.376'E	260	0,42
41°02.946'N	029°03.056'E	350	1,14	41°02.946'N	029°03.056'E	350	1,14

Çizelge C.2 (devam): PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°07.143'N	029°05.620'E	320	0,82	40°59.783'N	028°56.226'E	350	1,54
41°07.985'N	029°05.393'E	235	1,14	41°12.963'N	029°06.787'E	190	0,62
41°05.983'N	029°03.321'E	0	0,82	41°11.010'N	029°05.440'E	225	0,62
41°04.597'N	029°03.693'E	120	1,86	41°04.691'N	029°03.264'E	225	2,4
41°14.109'N	029°08.533'E	200	0,42	41°07.920'N	029°05.337'E	265	1,02
40°59.952'N	029°00.096'E	160	1,86	41°06.632'N	029°04.013'E	225	1,24
41°08.171'N	029°05.179'E	90	0,62	41°02.883'N	029°02.958'E	45	1,14
41°13.603'N	029°07.182'E	200	0,52	41°14.105'N	029°10.042'E	220	0,42
41°10.748'N	029°04.659'E	160	0,52	41°02.390'N	029°01.965'E	235	1,64
41°05.986'N	029°03.452'E	235	1,74	41°04.570'N	029°02.845'E	340	1,64
41°01.225'N	028°58.850'E	300	1,02	41°11.510'N	029°06.189'E	215	0,62
40°59.571'N	029°01.331'E	45	0,72	41°05.970'N	029°03.430'E	250	1,34
41°04.590'N	029°03.714'E	80	1,74	41°07.390'N	029°05.821'E	160	0,92
41°04.582'N	029°02.842'E	0	1,54	41°00.273'N	028°59.808'E	160	2,6
41°01.248'N	028°58.833'E	335	0,82	41°06.756'N	029°03.932'E	250	1,24
41°12.888'N	029°06.672'E	280	0,52	41°04.557'N	029°02.922'E	255	2,4
41°13.039'N	029°09.716'E	65	0,3	41°13.035'N	029°09.042'E	240	0,2
41°10.132'N	029°04.860'E	60	1,14	41°10.907'N	029°04.609'E	160	0,3
41°01.277'N	028°58.833'E	0	0,72	41°03.936'N	029°02.575'E	200	2,4
41°04.932'N	029°03.404'E	193	2,4	41°12.328'N	029°07.895'E	350	0,2
41°06.786'N	029°03.722'E	10	0,82	41°12.796'N	029°08.882'E	75	0,3
40°59.920'N	028°58.162'E	345	0,62	40°59.708'N	029°01.348'E	235	0,42
41°09.336'N	029°02.269'E	150	0,42	41°07.930'N	029°05.219'E	315	0,82

Çizelge C.2 (devam): PISCES-II Yaz mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°09.341'N	029°02.806'E	275	0,72	40°59.644'N	029°00.331'E	155	1,24
41°09.588'N	029°02.804'E	25	0,62	41°12.066'N	029°05.664'E	50	0,3
40°59.360'N	029°00.487'E	160	0,82	41°06.725'N	029°03.747'E	335	1,24
41°07.476'N	029°05.419'E	330	0,82	40°59.542'N	029°01.030'E	125	1,02
41°12.478'N	029°06.689'E	220	0,42	41°05.954'N	029°03.390'E	275	1,14
41°13.172'N	029°09.565'E	195	0,42	41°05.955'N	029°03.410'E	265	1,24
41°12.288'N	029°07.681'E	120	0,2	40°59.511'N	029°01.272'E	60	0,82
40°59.956'N	028°58.168'E	50	0,52	41°08.944'N	029°03.046'E	130	0,52
40°59.971'N	028°58.213'E	115	0,3	41°07.314'N	029°05.824'E	205	0,92
41°01.714'N	028°59.530'E	270	1,14	41°07.126'N	029°05.455'E	10	0,92
41°02.641'N	029°01.895'E	235	3,2	41°12.225'N	029°07.869'E	30	0,3
41°02.855'N	029°02.875'E	80	1,74	41°10.037'N	029°03.711'E	220	1,44
40°59.953'N	028°57.998'E	285	0,52	40°59.433'N	028°58.627'E	235	1,54
41°00.568'N	028°59.889'E	170	2,6	41°01.683'N	028°57.679'E	330	0,92
41°01.626'N	028°59.259'E	200	0,52	41°07.971'N	029°05.370'E	225	0,92
41°04.637'N	029°03.686'E	190	2	41°09.439'N	029°02.338'E	230	0,42
40°59.756'N	028°56.273'E	300	1,64	40°59.522'N	029°00.293'E	165	1,02
41°07.047'N	029°05.424'E	35	0,92	41°07.917'N	029°05.316'E	270	0,92
40°59.644'N	029°00.830'E	135	1,24	40°59.888'N	028°58.203'E	285	0,72
40°59.618'N	029°01.392'E	35	0,62	41°12.535'N	029°07.669'E	220	0,42
41°06.694'N	029°03.852'E	280	1,24	41°07.665'N	029°05.376'E	330	1,02
40°59.754'N	028°56.334'E	275	1,86	41°08.951'N	029°04.073'E	90	1,02
41°12.169'N	029°07.181'E	220	0,52	41°07.113'N	029°05.640'E	310	0,82

Çizelge C.3: PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°13.603'N	029°07.182'E	200	0,42	41°09.392'N	029°02.535'E	320	0,52
41°12.225'N	029°07.869'E	30	0,3	41°04.621'N	029°03.685'E	175	2
41°13.093'N	029°09.747'E	338	0,2	41°13.249'N	029°06.408'E	25	0,2
41°07.190'N	029°05.762'E	210	0,92	41°12.776'N	029°08.664'E	105	0,3
40°59.756'N	028°56.273'E	300	1,24	41°01.715'N	028°59.463'E	320	1,02
41°10.985'N	029°05.115'E	220	0,72	41°04.570'N	029°02.845'E	340	1,64
41°02.946'N	029°03.056'E	350	1,14	41°10.881'N	029°05.690'E	60	0,62
41°01.626'N	028°59.259'E	200	0,52	41°12.963'N	029°06.787'E	190	0,42
41°11.510'N	029°06.189'E	215	0,62	41°10.775'N	029°04.569'E	170	0,72
40°59.433'N	028°58.627'E	235	1,54	41°08.779'N	029°03.844'E	150	1,44
41°07.200'N	029°05.455'E	0	0,92	41°05.955'N	029°03.410'E	265	1,44
41°04.606'N	029°03.760'E	45	1,44	41°10.850'N	029°05.050'E	190	1,02
41°01.707'N	028°59.486'E	290	1,14	41°08.944'N	029°03.046'E	280	0,92
41°07.917'N	029°05.316'E	270	0,92	41°03.544'N	029°03.115'E	190	2,8
41°13.299'N	029°09.615'E	230	0,42	41°07.476'N	029°05.419'E	330	0,92
41°10.907'N	029°04.609'E	350	0,62	41°04.595'N	029°03.742'E	60	1,54
40°59.844'N	028°56.206'E	65	0,92	41°10.748'N	029°04.659'E	190	1,02
40°59.952'N	029°00.096'E	160	1,86	40°59.618'N	029°01.392'E	35	0,62
41°02.896'N	029°02.989'E	45	1,14	41°01.258'N	029°00.214'E	205	2,6
41°07.916'N	029°05.276'E	290	0,92	41°06.167'N	029°03.607'E	220	1,34
41°11.254'N	029°05.201'E	215	0,62	41°09.051'N	029°03.943'E	180	1,64
41°07.349'N	029°05.847'E	195	0,92	41°12.778'N	029°07.120'E	220	0,42

Çizelge C.3 (devam): PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°01.548'N	028°59.469'E	240	2	41°12.888'N	029°06.672'E	280	0,42
41°09.459'N	029°02.720'E	345	0,72	41°06.409'N	029°03.703'E	220	1,24
41°09.714'N	029°03.386'E	230	1,02	41°08.063'N	029°05.395'E	150	1,02
41°14.109'N	029°08.533'E	200	0,2	40°59.146'N	029°00.371'E	155	1,24
41°03.993'N	029°03.369'E	200	2,4	41°04.568'N	029°03.580'E	230	2,2
41°01.333'N	028°58.867'E	30	0,42	40°59.969'N	028°58.202'E	100	1,02
40°59.882'N	028°58.249'E	285	1,54	41°10.320'N	029°04.269'E	230	1,34
41°04.590'N	029°03.714'E	80	1,74	41°02.074'N	029°00.520'E	190	2,2
41°05.970'N	029°03.430'E	250	1,44	41°10.132'N	029°04.860'E	60	1,02
40°59.956'N	028°58.168'E	50	1,24	40°59.765'N	029°00.179'E	160	1,74
41°09.463'N	029°03.134'E	255	0,92	41°07.018'N	029°05.109'E	195	1,02
41°13.146'N	029°06.410'E	340	0,2	41°04.098'N	029°03.341'E	180	2,4
41°07.126'N	029°05.455'E	10	0,92	41°09.462'N	029°03.638'E	210	1,64
41°12.288'N	029°07.681'E	120	0,1	41°01.714'N	028°59.530'E	270	1,14
41°02.796'N	029°02.529'E	230	2,8	41°04.553'N	029°02.866'E	300	1,96
41°07.616'N	029°05.413'E	330	1,02	41°08.005'N	029°05.395'E	180	1,02
41°01.706'N	028°59.509'E	275	1,14	41°11.798'N	029°07.016'E	180	0,62
41°12.478'N	029°06.689'E	220	0,62	41°13.039'N	029°09.716'E	65	0,26
40°59.511'N	029°01.272'E	60	0,82	40°58.643'N	029°00.728'E	160	1,14
41°06.888'N	029°05.014'E	220	1,24	41°01.217'N	028°58.876'E	275	1,24
41°04.083'N	029°03.063'E	185	2,6	41°08.173'N	029°05.033'E	75	1,24
41°08.404'N	029°04.339'E	150	1,34	40°59.888'N	028°58.203'E	285	1,44
41°10.575'N	029°04.831'E	190	1,24	40°59.324'N	029°00.236'E	160	1,24

Çizelge C.3 (devam): PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°07.718'N	029°05.343'E	330	1,02	41°09.588'N	029°02.804'E	25	0,62
41°04.597'N	029°03.693'E	120	1,86	41°05.159'N	029°03.957'E	180	1,74
41°02.942'N	029°02.792'E	180	2,8	41°05.955'N	029°03.368'E	285	1,34
40°59.868'N	028°56.213'E	95	0,72	41°02.089'N	029°01.219'E	235	2,2
41°13.326'N	029°06.470'E	50	0,16	41°01.739'N	028°59.447'E	345	0,82
41°00.273'N	028°59.808'E	160	2,4	41°02.883'N	029°02.958'E	45	1,14
41°06.632'N	029°04.613'E	225	1,24	41°13.738'N	029°10.210'E	220	0,2
41°06.747'N	029°03.722'E	340	0,82	40°59.646'N	028°59.066'E	235	1,54
41°11.510'N	029°05.426'E	215	0,62	41°02.376'N	029°00.396'E	235	1,54
41°11.017'N	029°04.701'E	45	0,52	40°59.708'N	029°01.348'E	235	0,42
41°01.723'N	028°59.561'E	245	1,24	41°04.502'N	029°02.953'E	190	2,2
41°10.134'N	029°04.611'E	230	1,24	41°11.263'N	029°05.771'E	215	0,72
41°04.557'N	029°02.922'E	255	2,2	41°06.724'N	029°03.891'E	265	1,24
41°05.954'N	029°03.390'E	275	1,44	41°11.239'N	029°06.958'E	225	0,52
41°05.955'N	029°03.349'E	300	1,14	41°07.143'N	029°05.620'E	320	0,82
41°13.082'N	029°09.621'E	140	0,3	41°00.568'N	028°59.889'E	170	1,96
41°13.136'N	029°09.741'E	315	0,1	41°09.238'N	029°02.735'E	130	0,52
41°06.973'N	029°05.289'E	45	1,02	41°12.535'N	029°07.669'E	220	0,52
41°00.246'N	028°59.233'E	210	1,74	41°04.609'N	029°03.686'E	150	2
41°11.658'N	029°05.453'E	260	0,62	41°01.248'N	028°58.833'E	335	0,82
41°04.800'N	029°03.888'E	190	0,62	41°11.744'N	029°05.368'E	320	0,52
41°01.566'N	029°00.758'E	255	1,54	41°01.086'N	028°59.342'E	180	1,54
41°04.945'N	029°03.903'E	200	1,86	41°01.746'N	028°59.597'E	225	1,24

Çizelge C.3 (devam): PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
40°59.904'N	028°58.170'E	300	1,44	41°13.172'N	029°09.565'E	195	0,42
41°07.373'N	029°05.420'E	335	0,92	41°12.936'N	029°08.067'E	220	0,42
41°07.505'N	029°05.381'E	335	1,02	41°01.371'N	028°58.909'E	40	0,42
41°07.314'N	029°05.824'E	205	0,92	41°10.446'N	029°04.866'E	225	1,34
41°06.786'N	029°03.722'E	10	0,62	41°09.750'N	029°02.932'E	70	0,62
41°07.390'N	029°05.821'E	160	0,92	41°02.390'N	029°01.965'E	235	2
41°01.384'N	028°58.814'E	60	0,52	40°59.754'N	028°56.334'E	275	1,34
41°01.302'N	028°58.840'E	30	0,52	41°01.767'N	028°59.462'E	5	0,62
41°02.449'N	029°01.655'E	235	2,6	41°12.153'N	029°07.742'E	50	0,36
41°06.632'N	029°04.013'E	225	1,24	41°07.985'N	029°05.393'E	235	1,14
41°00.074'N	028°59.280'E	200	1,74	40°59.920'N	028°58.162'E	345	1,34
41°12.927'N	029°08.699'E	215	0,42	40°57.614'N	029°01.854'E	135	1,02
41°06.974'N	029°05.188'E	190	1,02	40°59.644'N	029°00.331'E	135	1,02
40°59.778'N	028°56.411'E	240	1,44	41°08.171'N	029°05.179'E	90	1,02
41°11.109'N	029°06.270'E	45	0,52	41°13.485'N	029°09.706'E	230	0,3
41°01.225'N	028°58.850'E	300	1,02	41°01.787'N	028°59.462'E	20	0,52
41°06.769'N	029°03.723'E	350	0,72	41°07.920'N	029°05.337'E	265	1,02
41°00.565'N	028°59.394'E	200	2	41°04.637'N	029°03.686'E	190	2
41°12.871'N	029°09.019'E	15	0,2	41°07.065'N	029°05.044'E	180	1,02
41°00.423'N	028°59.374'E	200	1,86	41°04.547'N	029°02.881'E	285	2
41°02.641'N	029°01.895'E	235	2,6	41°10.195'N	029°05.025'E	45	0,92
41°07.047'N	029°05.424'E	35	0,92	41°06.725'N	029°03.747'E	335	0,92
41°12.958'N	029°09.111'E	335	0,16	41°10.913'N	029°06.057'E	60	0,62

Çizelge C.3 (devam): PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
40°59.962'N	028°58.185'E	55	1,14	41°07.129'N	029°05.741'E	260	0,92
41°09.003'N	029°04.211'E	40	1,02	41°07.931'N	029°05.347'E	250	1,02
41°02.955'N	029°02.455'E	235	2,8	41°12.120'N	029°06.371'E	220	0,62
41°13.036'N	029°06.481'E	305	0,3	41°05.969'N	029°03.330'E	315	1,02
41°01.277'N	028°58.833'E	0	0,72	40°59.571'N	029°01.331'E	45	0,72
41°03.095'N	029°02.590'E	190	2,8	41°09.336'N	029°02.269'E	150	0,42
41°01.484'N	028°57.863'E	330	0,92	41°12.956'N	029°06.575'E	295	0,36
41°06.441'N	029°04.277'E	235	1,64	41°12.328'N	029°07.895'E	350	0,2
41°10.973'N	029°05.541'E	180	0,62	41°02.865'N	029°02.919'E	60	1,44
41°11.088'N	029°04.925'E	180	1,02	41°07.182'N	029°05.596'E	330	0,82
41°04.547'N	029°02.895'E	270	2	41°05.983'N	029°03.321'E	0	0,92
41°10.926'N	029°04.824'E	180	1,24	41°09.260'N	029°03.501'E	170	1,64
41°10.114'N	029°04.781'E	190	1,24	41°07.946'N	029°05.192'E	335	1,02
41°10.443'N	029°04.990'E	180	1,24	41°07.948'N	029°05.356'E	225	0,92
41°12.169'N	029°07.181'E	220	0,52	41°07.098'N	029°05.700'E	280	0,92
41°01.186'N	029°00.284'E	90	3	41°07.423'N	029°05.788'E	170	0,92
41°01.062'N	029°00.130'E	185	3	40°59.953'N	028°57.998'E	285	1,02
41°01.123'N	029°00.217'E	110	3	40°59.690'N	029°01.413'E	300	0,52
41°07.504'N	029°04.416'E	152	1,86	41°14.118'N	029°07.344'E	180	0,52
40°59.542'N	029°01.030'E	125	1,02	41°03.962'N	029°02.550'E	200	1,44
41°06.707'N	029°03.775'E	305	1,24	41°09.341'N	029°02.806'E	275	0,72
40°59.659'N	028°58.938'E	230	1,54	40°59.695'N	029°01.376'E	260	0,42
40°59.644'N	029°00.830'E	135	1,24	41°09.235'N	029°02.338'E	270	0,42

Çizelge C.3 (devam): PISCES-II Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
40°59.360'N	029°00.487'E	160	1,24	40°59.971'N	028°58.213'E	115	0,92
41°13.035'N	029°09.042'E	240	0,1	40°59.664'N	029°01.432'E	345	0,52
40°59.522'N	029°00.293'E	165	1,44	41°01.635'N	029°00.796'E	255	1,64
41°06.697'N	029°03.810'E	295	1,24	41°11.928'N	029°05.448'E	15	0,42
41°05.986'N	029°03.452'E	235	1,44	41°12.157'N	029°07.576'E	140	0,42
41°14.105'N	029°10.042'E	220	0,2	41°02.859'N	029°02.836'E	100	1,96
40°59.814'N	028°56.209'E	40	1,02	41°04.691'N	029°03.264'E	225	2,2
41°10.037'N	029°03.711'E	220	1,14	41°12.796'N	029°08.882'E	75	0,3
41°13.371'N	029°06.569'E	100	0,1	41°08.175'N	029°04.892'E	100	1,44
41°13.089'N	029°08.886'E	225	0,42	40°59.497'N	029°01.170'E	90	0,92
41°07.296'N	029°05.453'E	345	0,92	41°07.971'N	029°05.370'E	225	0,92
41°12.066'N	029°05.664'E	50	0,3	41°10.261'N	029°04.784'E	185	1,34
41°08.951'N	029°04.073'E	190	1,44	41°06.694'N	029°03.852'E	280	1,24
41°11.542'N	029°07.056'E	200	0,62	41°02.909'N	029°02.801'E	165	2,6
41°11.010'N	029°05.440'E	225	0,62	41°07.253'N	029°05.804'E	205	0,92
41°02.855'N	029°02.875'E	80	1,74	41°04.560'N	029°02.851'E	320	1,74
40°59.783'N	028°56.226'E	350	1,14	41°06.074'N	029°03.810'E	220	1,34
41°06.756'N	029°03.932'E	250	1,24	41°13.481'N	029°08.371'E	230	0,2
41°04.663'N	029°03.528'E	230	2,2	41°04.857'N	029°03.885'E	200	1,86
40°59.946'N	028°58.164'E	10	1,34	41°09.439'N	029°02.338'E	230	0,42
41°09.186'N	029°02.602'E	280	0,52	41°07.113'N	029°05.640'E	310	0,92
41°07.930'N	029°05.219'E	315	0,82	41°01.217'N	028°58.913'E	255	1,24
41°05.774'N	029°03.762'E	180	1,44	41°02.883'N	029°02.810'E	135	2,2

Çizelge C.4: PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°14.118'N	029°07.344'E	180	0.4	41°12.963'N	029°06.787'E	190	0.6
41°14.109'N	029°08.533'E	200	0.4	41°12.956'N	029°06.575'E	295	0.4
41°14.105'N	029°10.042'E	220	0.4	41°12.936'N	029°08.067'E	220	0.4
41°13.738'N	029°10.210'E	220	0.4	41°13.036'N	029°06.481'E	305	0.4
41°13.603'N	029°07.182'E	200	0.5	41°13.146'N	029°06.410'E	340	0.3
41°13.481'N	029°08.371'E	230	0.4	41°13.249'N	029°06.408'E	25	0.3
41°13.485'N	029°09.706'E	230	0.5	41°13.326'N	029°06.470'E	50	0.3
41°13.299'N	029°09.615'E	230	0.5	41°13.371'N	029°06.569'E	100	0.2
41°13.172'N	029°09.565'E	195	0.4	41°12.535'N	029°07.669'E	220	0.4
41°13.082'N	029°09.621'E	140	0.3	41°12.478'N	029°06.689'E	220	0.4
41°13.039'N	029°09.716'E	65	0.3	41°12.157'N	029°07.576'E	140	0.4
41°13.093'N	029°09.747'E	338	0.3	41°12.153'N	029°07.742'E	50	0.3
41°13.136'N	029°09.741'E	315	0.3	41°12.225'N	029°07.869'E	30	0.3
41°13.089'N	029°08.886'E	225	0.4	41°12.328'N	029°07.895'E	350	0.2
41°12.796'N	029°08.882'E	75	0.3	41°12.288'N	029°07.681'E	120	0.2
41°12.871'N	029°09.019'E	15	0.3	41°12.169'N	029°07.181'E	220	0.5
41°12.958'N	029°09.111'E	335	0.2	41°12.120'N	029°06.371'E	220	0.6
41°13.035'N	029°09.042'E	240	0.2	41°11.658'N	029°05.453'E	260	0.5
41°12.927'N	029°08.699'E	215	0.4	41°11.928'N	029°05.448'E	15	0.3
41°12.776'N	029°08.664'E	105	0.3	41°12.066'N	029°05.664'E	50	0.3
41°12.778'N	029°07.120'E	220	0.4	41°11.798'N	029°07.016'E	180	0.4
41°12.888'N	029°06.672'E	280	0.5	41°11.542'N	029°07.056'E	200	0.4

Çizelge C.4 (devam): PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°10.881'N	029°05.690'E	60	0.7	41°10.195'N	029°05.025'E	45	1.1
41°10.913'N	029°06.057'E	60	0.6	41°09.459'N	029°02.720'E	345	0.7
41°11.109'N	029°06.270'E	45	0.5	41°09.588'N	029°02.804'E	25	0.6
41°11.510'N	029°06.189'E	215	0.6	41°09.750'N	029°02.932'E	70	0.6
41°11.744'N	029°05.368'E	320	0.5	41°09.341'N	029°02.806'E	275	0.7
41°11.263'N	029°05.771'E	215	0.6	41°09.392'N	029°02.535'E	320	0.5
41°11.010'N	029°05.440'E	225	0.6	41°09.439'N	029°02.338'E	230	0.4
41°11.510'N	029°05.426'E	215	0.6	41°09.336'N	029°02.269'E	150	0.4
41°10.748'N	029°04.659'E	240	0.5	41°09.235'N	029°02.338'E	100	0.4
41°10.775'N	029°04.569'E	330	0.5	41°09.186'N	029°02.602'E	130	0.5
41°10.907'N	029°04.609'E	350	0.3	41°09.463'N	029°03.134'E	255	0.9
41°11.254'N	029°05.201'E	215	0.5	41°09.238'N	029°02.735'E	130	0.5
41°11.017'N	029°04.701'E	45	0.3	41°08.944'N	029°03.046'E	130	0.5
41°10.985'N	029°05.115'E	220	0.5	41°09.462'N	029°03.638'E	210	1.2
41°10.850'N	029°05.050'E	230	0.5	41°09.260'N	029°03.501'E	170	1.2
41°10.575'N	029°04.831'E	230	1.0	41°09.051'N	029°03.943'E	145	1.2
41°10.446'N	029°04.866'E	225	1.3	41°08.951'N	029°04.073'E	90	1.2
41°10.261'N	029°04.784'E	225	1.1	41°09.003'N	029°04.211'E	40	1.1
41°10.132'N	029°04.860'E	60	1.1	41°08.779'N	029°03.844'E	150	1.2
41°10.134'N	029°04.611'E	230	1.2	41°08.404'N	029°04.339'E	150	1.3
41°10.320'N	029°04.269'E	230	1.0	41°08.173'N	029°05.033'E	135	1.1
41°10.037'N	029°03.711'E	220	1.1	41°07.065'N	029°05.044'E	180	1.0
41°09.714'N	029°03.386'E	230	1.0	41°07.018'N	029°05.109'E	135	1.0

Çizelge C.4 (devam): PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°06.973'N	029°05.289'E	45	1.0	41°08.063'N	029°05.395'E	150	1.0
41°07.047'N	029°05.424'E	35	0.9	41°08.005'N	029°05.395'E	180	1.0
41°07.504'N	029°04.416'E	152	1.0	41°07.948'N	029°05.356'E	225	0.9
41°07.126'N	029°05.455'E	10	0.9	41°07.917'N	029°05.316'E	270	0.9
41°07.200'N	029°05.455'E	0	0.9	41°07.916'N	029°05.276'E	290	0.9
41°08.175'N	029°04.892'E	100	1.1	41°07.930'N	029°05.219'E	315	0.8
41°07.373'N	029°05.420'E	335	0.9	41°07.931'N	029°05.347'E	250	1.0
41°07.476'N	029°05.419'E	330	0.9	41°07.971'N	029°05.370'E	225	0.9
41°07.423'N	029°05.788'E	170	0.9	41°07.920'N	029°05.337'E	265	1.0
41°07.390'N	029°05.821'E	160	0.9	41°07.985'N	029°05.393'E	235	1.1
41°07.349'N	029°05.847'E	195	0.9	41°07.505'N	029°05.381'E	335	1.0
41°07.314'N	029°05.824'E	205	0.9	41°08.171'N	029°05.179'E	90	1.0
41°07.253'N	029°05.804'E	205	0.9	41°06.888'N	029°05.014'E	220	1.2
41°07.190'N	029°05.762'E	210	0.9	41°06.756'N	029°03.932'E	250	1.2
41°07.129'N	029°05.741'E	260	0.9	41°06.724'N	029°03.891'E	265	1.2
41°07.296'N	029°05.453'E	345	0.9	41°06.694'N	029°03.852'E	280	1.2
41°07.098'N	029°05.700'E	280	0.9	41°06.697'N	029°03.810'E	295	1.2
41°07.113'N	029°05.640'E	310	0.9	41°06.707'N	029°03.775'E	305	1.2
41°07.143'N	029°05.620'E	320	0.8	41°06.725'N	029°03.747'E	335	1.2
41°07.182'N	029°05.596'E	330	0.8	41°06.747'N	029°03.722'E	340	1.2
41°07.616'N	029°05.413'E	330	1.0	41°06.769'N	029°03.723'E	350	1.1
41°07.665'N	029°05.376'E	330	1.0	41°06.786'N	029°03.722'E	10	1.1
41°07.718'N	029°05.343'E	330	1.0	41°06.632'N	029°04.613'E	225	1.2

Çizelge C.4 (devam): PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°06.409'N	029°03.703'E	220	1.2	41°04.663'N	029°03.528'E	230	2.1
41°05.986'N	029°03.452'E	235	1.4	41°04.557'N	029°02.922'E	255	2.1
41°05.970'N	029°03.430'E	250	1.4	41°04.597'N	029°03.693'E	120	1.8
41°05.955'N	029°03.410'E	265	1.4	41°04.547'N	029°02.895'E	270	2.0
41°05.954'N	029°03.390'E	275	1.4	41°04.547'N	029°02.881'E	285	2.0
41°05.955'N	029°03.368'E	285	1.3	41°04.553'N	029°02.866'E	300	1.9
41°05.955'N	029°03.349'E	300	1.3	41°04.560'N	029°02.851'E	320	1.7
41°05.969'N	029°03.330'E	315	1.2	41°04.570'N	029°02.845'E	340	1.6
41°05.983'N	029°03.321'E	0	1.2	41°04.582'N	029°02.842'E	0	1.5
41°06.167'N	029°03.607'E	220	1.3	41°04.691'N	029°03.264'E	225	2.1
41°06.074'N	029°03.810'E	220	1.3	41°04.568'N	029°03.580'E	230	2.1
41°05.774'N	029°03.762'E	180	1.4	41°04.502'N	029°02.953'E	190	2.2
41°04.932'N	029°03.404'E	193	1.8	41°04.083'N	029°03.063'E	185	2.5
41°04.637'N	029°03.686'E	190	2.0	41°04.098'N	029°03.341'E	180	0.8
41°04.621'N	029°03.685'E	175	2.0	41°03.993'N	029°03.369'E	200	0.5
41°04.609'N	029°03.686'E	150	2.0	41°03.962'N	029°02.550'E	165	2.5
41°07.946'N	029°05.192'E	335	1.0	41°03.095'N	029°02.590'E	135	2.2
41°04.590'N	029°03.714'E	80	1.7	41°02.942'N	029°02.792'E	100	1.9
41°04.595'N	029°03.742'E	60	1.5	41°02.909'N	029°02.801'E	80	1.7
41°05.159'N	029°03.957'E	180	1.7	41°02.883'N	029°02.810'E	60	1.4
41°04.945'N	029°03.903'E	200	1.8	41°02.859'N	029°02.836'E	45	1.1
41°04.606'N	029°03.760'E	45	1.4	41°02.855'N	029°02.875'E	190	2.2
41°04.800'N	029°03.888'E	190	0.6	41°02.883'N	029°02.958'E	350	1.1

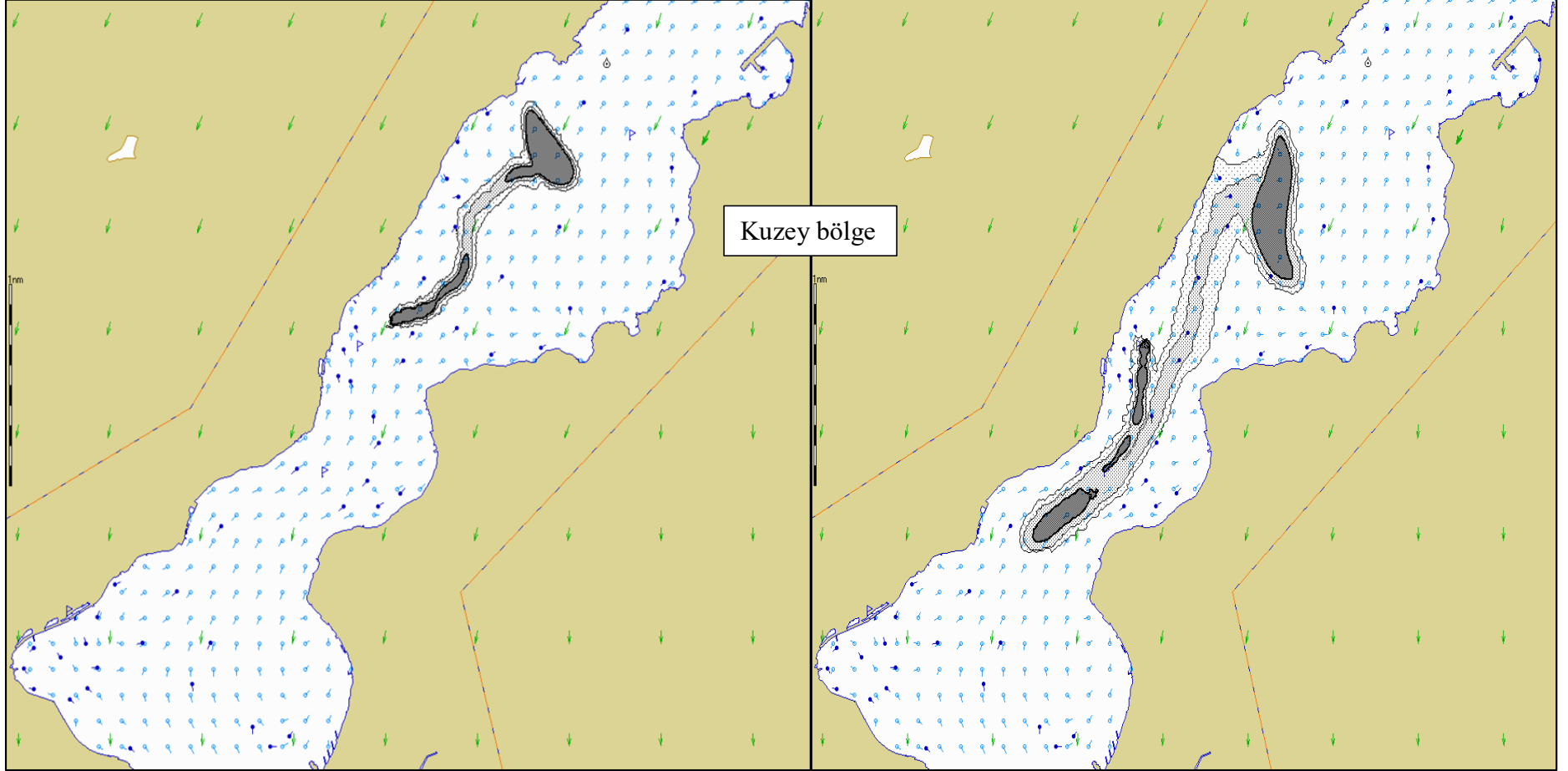
Çizelge C.4 (devam): PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
41°03.544'N	029°03.115'E	230	2.7	41°01.217'N	028°58.913'E	255	1.2
41°02.896'N	029°02.989'E	235	2.7	41°01.217'N	028°58.876'E	275	1.2
41°02.946'N	029°03.056'E	350	1.1	41°01.225'N	028°58.850'E	300	1.0
41°02.796'N	029°02.529'E	230	2.7	41°01.248'N	028°58.833'E	335	0.8
41°02.955'N	029°02.455'E	235	2.7	41°04.857'N	029°03.885'E	200	1.8
41°02.641'N	029°01.895'E	235	2.5	41°01.302'N	028°58.840'E	30	0.5
41°02.390'N	029°01.965'E	235	1.6	41°01.548'N	028°59.469'E	180	2.0
41°02.449'N	029°01.655'E	235	2.5	41°01.626'N	028°59.259'E	200	0.5
41°02.865'N	029°02.919'E	45	1.1	41°01.333'N	028°58.867'E	30	0.6
41°01.635'N	029°00.796'E	255	1.2	41°01.384'N	028°58.814'E	60	0.5
41°02.089'N	029°01.219'E	235	2.0	41°01.371'N	028°58.909'E	40	0.4
41°02.376'N	029°00.396'E	235	1.5	41°01.258'N	029°00.214'E	205	2.0
41°01.566'N	029°00.758'E	255	1.2	41°01.086'N	028°59.342'E	180	1.8
41°02.157'N	028°59.698'E	225	1.2	40°59.644'N	029°00.830'E	135	1.2
41°02.074'N	029°00.520'E	190	2.1	41°01.277'N	028°58.833'E	0	0.7
41°01.746'N	028°59.597'E	225	1.2	40°59.542'N	029°01.030'E	125	1.0
41°01.723'N	028°59.561'E	245	1.2	41°00.273'N	028°59.808'E	160	1.9
41°01.714'N	028°59.530'E	270	1.1	40°59.497'N	029°01.170'E	90	0.9
41°01.706'N	028°59.509'E	275	1.1	40°59.511'N	029°01.272'E	60	0.8
41°01.707'N	028°59.486'E	290	1.1	40°59.571'N	029°01.331'E	45	0.7
41°01.715'N	028°59.463'E	320	1.0	40°59.618'N	029°01.392'E	35	0.6
41°01.739'N	028°59.447'E	345	0.8	40°59.664'N	029°01.432'E	345	0.5
41°01.767'N	028°59.462'E	5	0.6	40°59.690'N	029°01.413'E	300	0.5

Çizelge C.4 (devam): PISCES-II Kış mevsimi İstanbul Boğazı yüzey akıntısı ortalamaları.

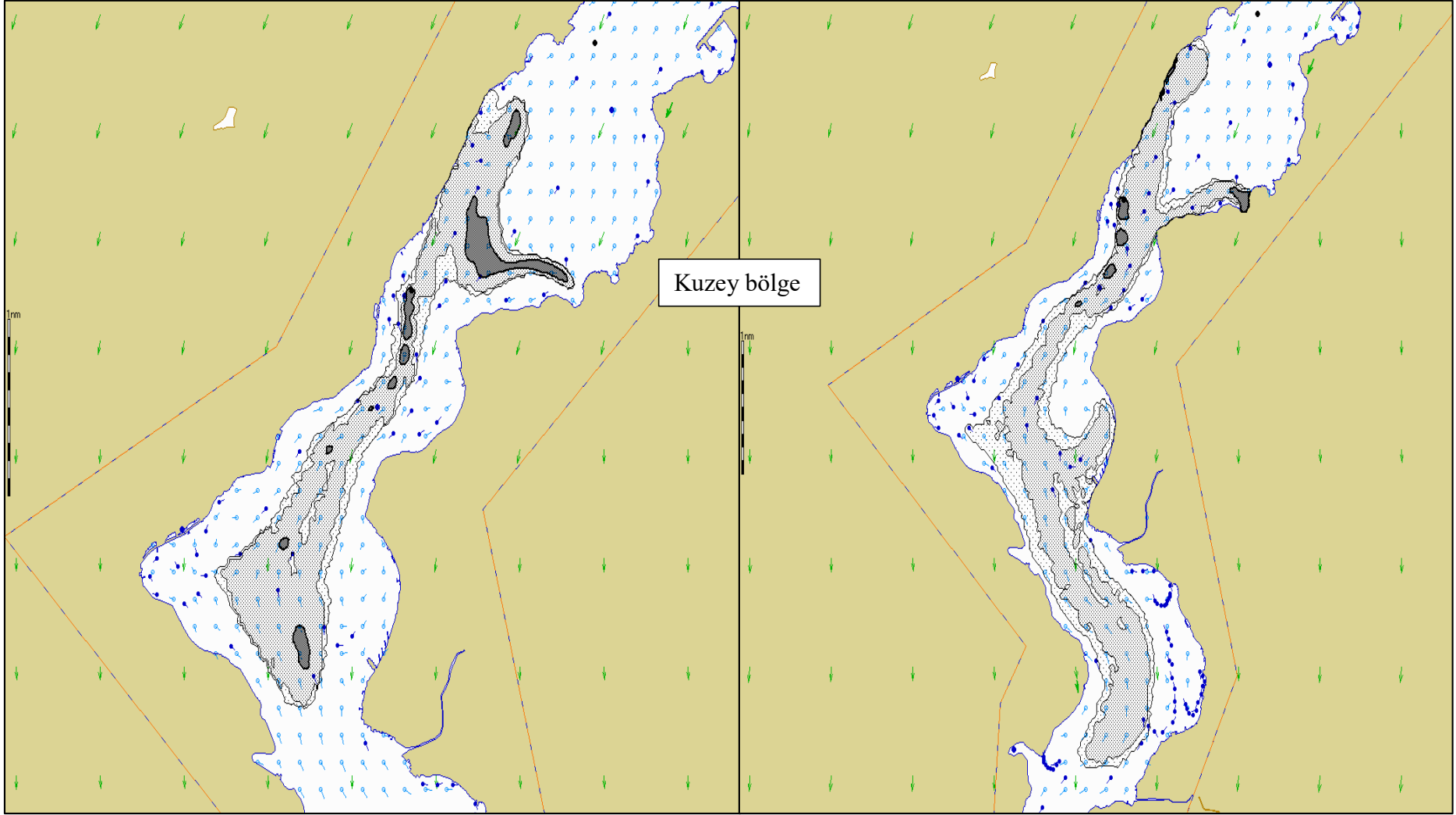
Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)	Latitude	Longitude	Set (°)	Drift (kts)
40°59.695'N	029°01.376'E	260	0.4	40°59.868'N	028°56.213'E	95	1.1
40°59.889'N	028°58.302'E	270	2.2	40°59.360'N	029°00.487'E	160	1.2
40°59.888'N	028°58.203'E	285	2.0	41°00.565'N	028°59.394'E	200	2.0
40°59.904'N	028°58.170'E	300	1.8	41°00.423'N	028°59.374'E	200	1.8
40°59.920'N	028°58.162'E	345	1.7	41°00.246'N	028°59.233'E	210	1.7
40°59.946'N	028°58.164'E	10	1.6	41°00.074'N	028°59.280'E	200	1.7
40°59.962'N	028°58.185'E	55	1.4	40°59.856'N	028°59.200'E	215	1.8
40°59.969'N	028°58.202'E	100	1.3	40°59.659'N	028°58.938'E	230	1.5
40°59.953'N	028°57.998'E	285	0.5	40°59.324'N	029°00.236'E	160	1.2
40°59.778'N	028°56.411'E	240	2.1	40°59.646'N	028°59.066'E	235	1.5
41°01.787'N	028°59.462'E	20	0.5	40°59.956'N	028°58.168'E	50	1.4
40°59.756'N	028°56.273'E	300	1.6	40°59.882'N	028°58.249'E	285	2.0
40°59.783'N	028°56.226'E	350	1.5	40°59.971'N	028°58.213'E	115	1.2
40°59.814'N	028°56.209'E	40	1.4	40°59.146'N	029°00.371'E	155	1.2
40°59.844'N	028°56.206'E	65	1.2	40°58.643'N	029°00.728'E	160	1.1
40°59.754'N	028°56.334'E	275	1.8	40°59.433'N	028°58.627'E	235	1.5
41°00.568'N	028°59.889'E	170	1.9	40°57.614'N	029°01.854'E	135	1.0
40°59.952'N	029°00.096'E	160	1.8	41°01.388'N	028°57.953'E	330	0.9
40°59.644'N	029°00.331'E	155	1.7	40°59.522'N	029°00.293'E	165	1.4
40°59.765'N	029°00.179'E	160	1.7	40°59.708'N	029°01.348'E	235	0.4

EK D: İstanbul Boğazı Yaz mevsimi Kuzey, orta ve Güney bölgesi için PISCES-II sisteminde oluşturulan senaryoların yakıt yayılımı ve müdahale sonuçları.



Şekil D.1: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.2: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

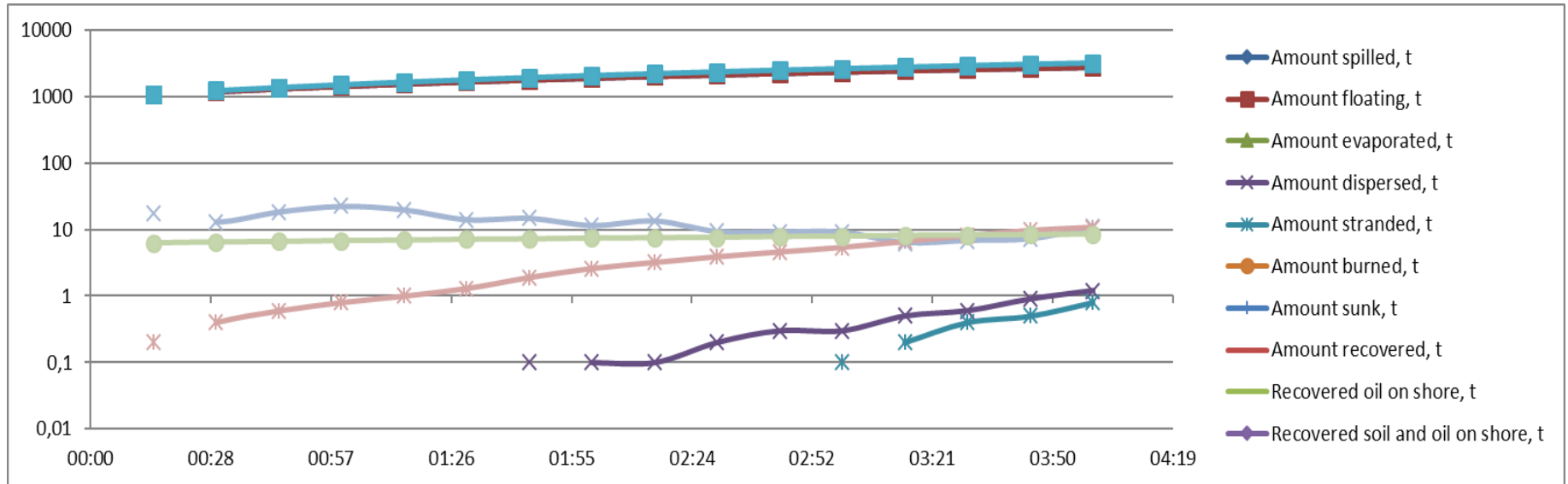


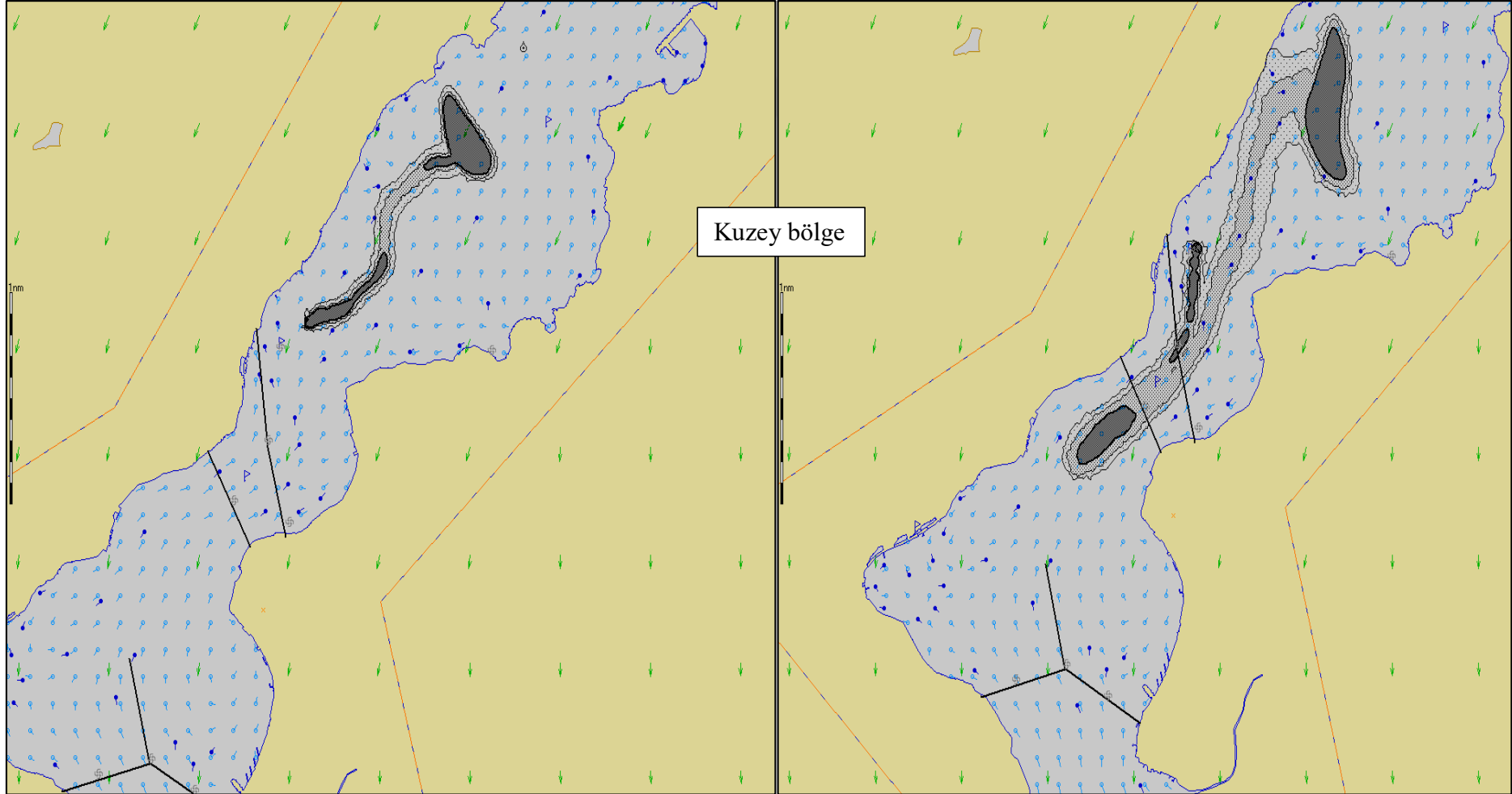
Şekil D.3: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.4: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge D.1: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).

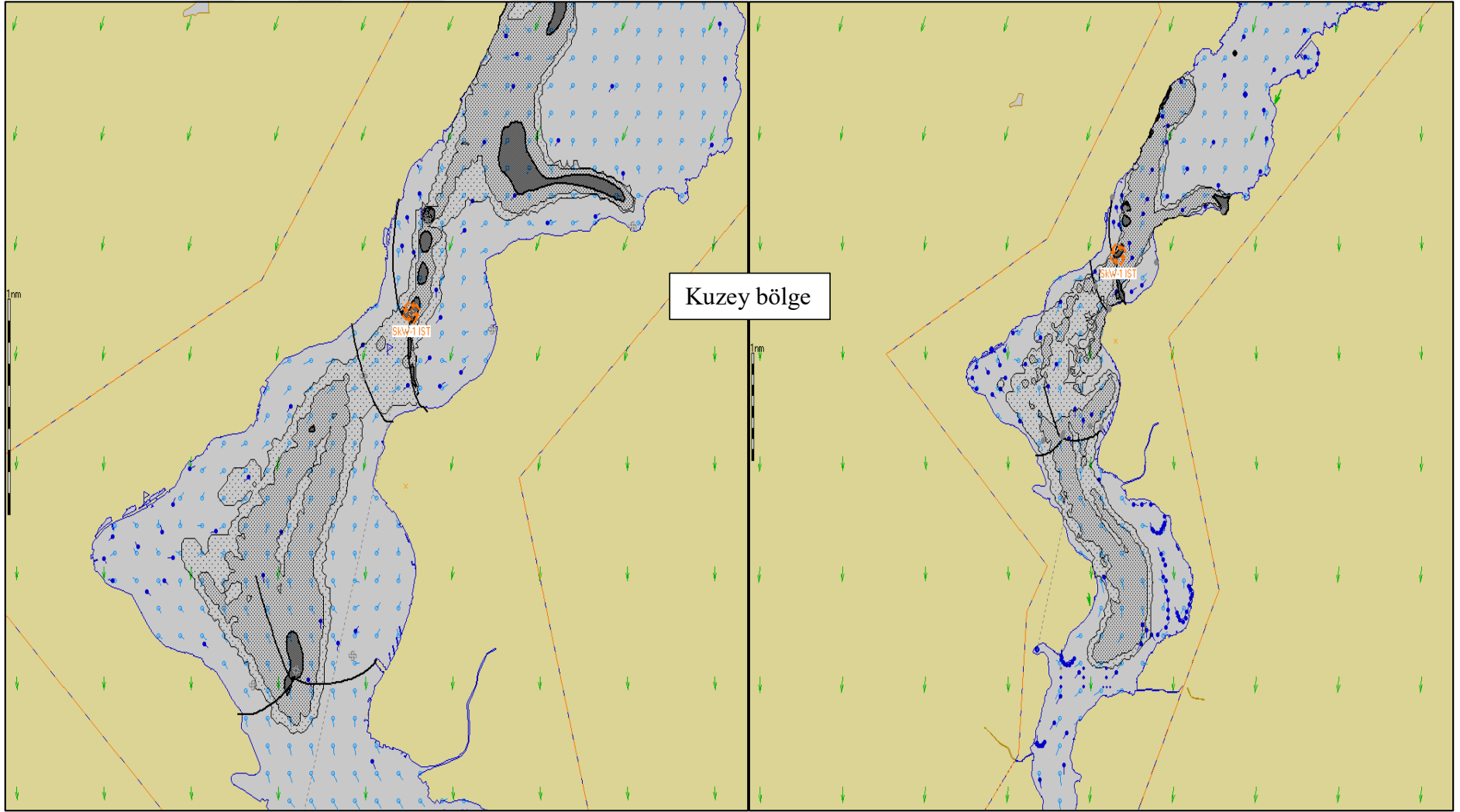
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0	1226	0	13	0,4	6,5
01:00	1444	1444	0	0	1504	0	22,5	0,8	6,8
01:30	1680	1679	0	0	1781	0	14,1	1,3	7,1
02:00	1909	1909	0,1	0	2060	0	11,5	2,6	7,4
02:30	2132	2132	0,2	0	2338	0	9,3	3,9	7,6
03:00	2349	2348	0,3	0,1	2617	0	9,1	5,4	7,9
03:30	2559	2558	0,6	0,4	2895	0	6,8	8,1	8,2
04:00	2763	2761	1,2	0,8	3173	0	11	10,8	8,5





Şekil D.5: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.6: T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

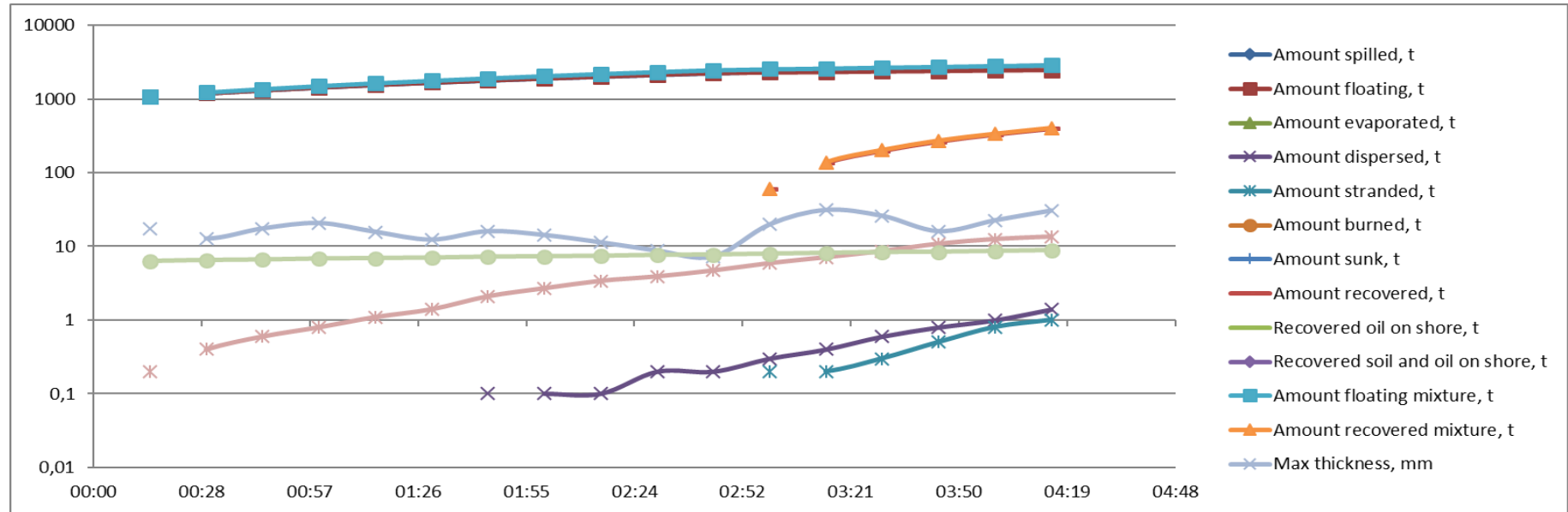


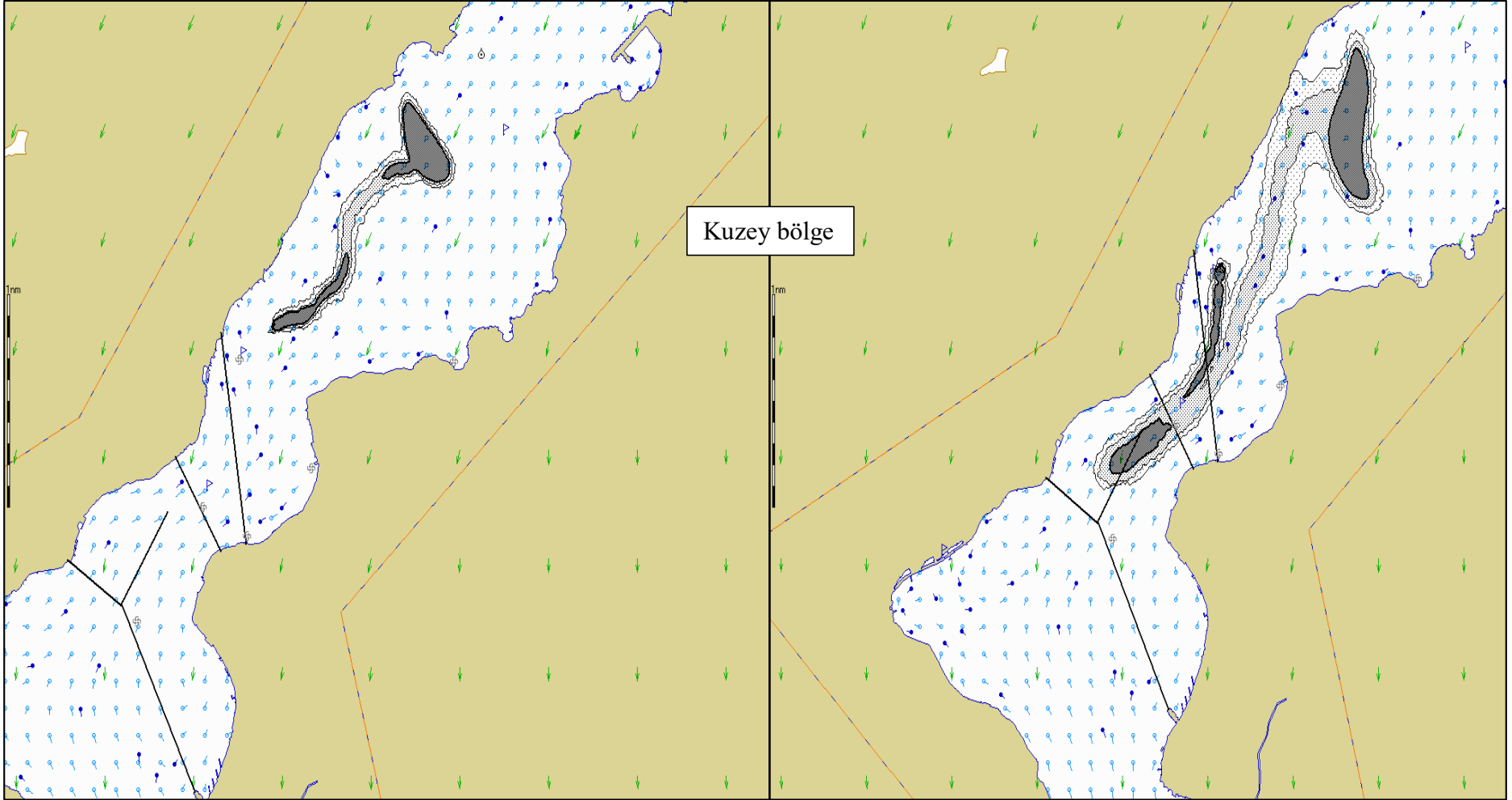
Şekil D.7: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.8: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

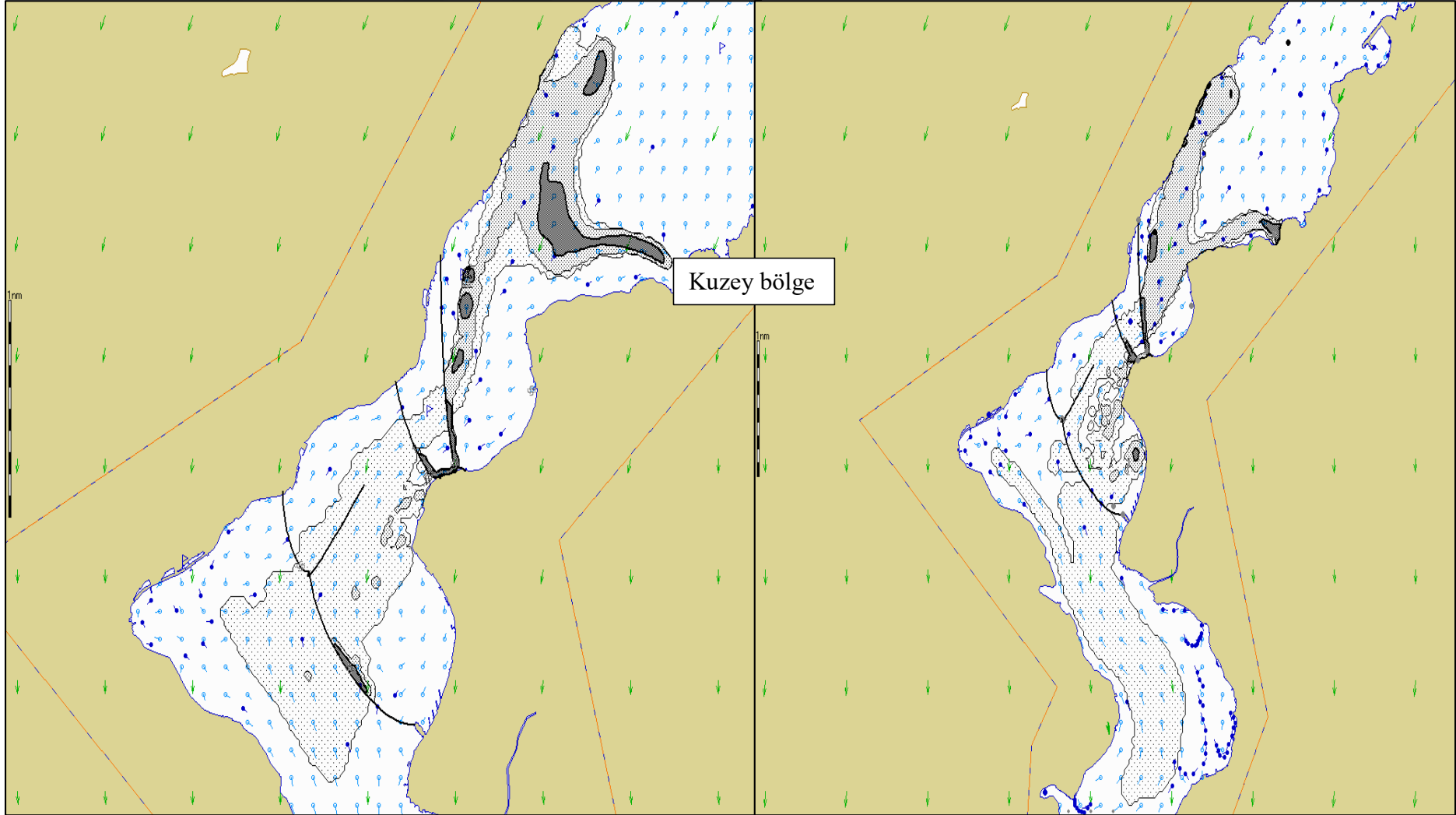
Çizelge D.2: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0	0	1226	0	12,7	0,4	6,5
01:00	1444	1444	0	0	0	1502	0	20,7	0,8	6,8
01:30	1680	1679	0	0	0	1779	0	12,3	1,4	7
02:00	1909	1909	0,1	0	0	2056	0	14,2	2,7	7,3
02:30	2132	2132	0,2	0	0	2333	0	8,7	3,9	7,6
03:00	2349	2288	0,3	0,2	59,6	2549	60,6	19,8	5,9	7,9
03:30	2559	2360	0,6	0,3	198	2681	201	25,9	8,6	8,3
04:00	2763	2433	1	0,8	329	2818	334	22,5	12,5	8,6





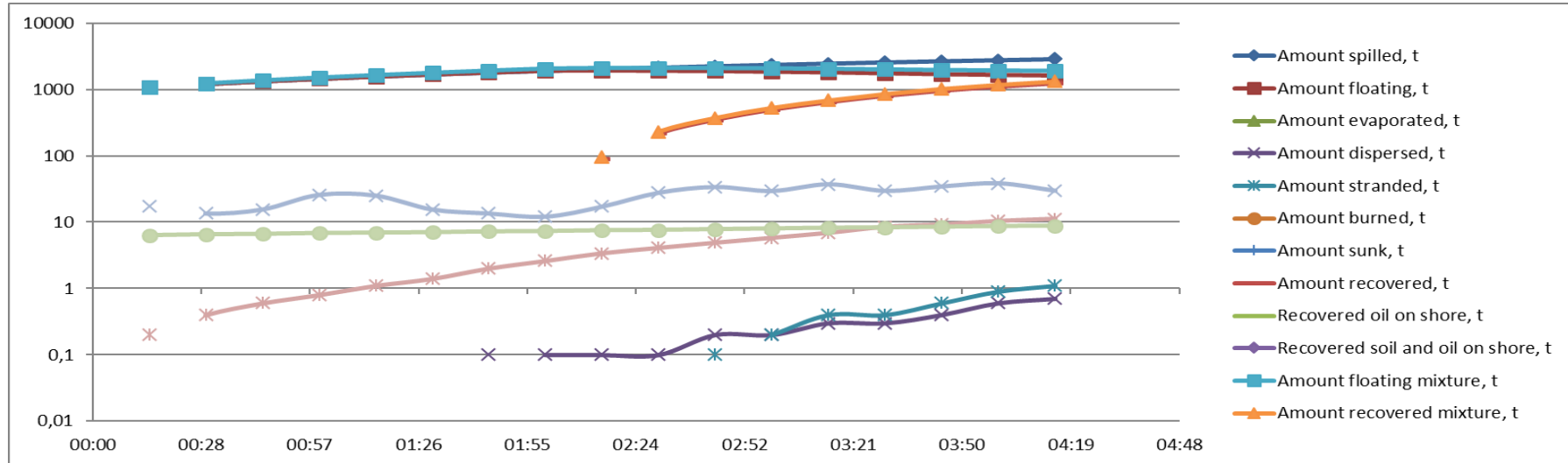
Şekil D.9: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.10: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

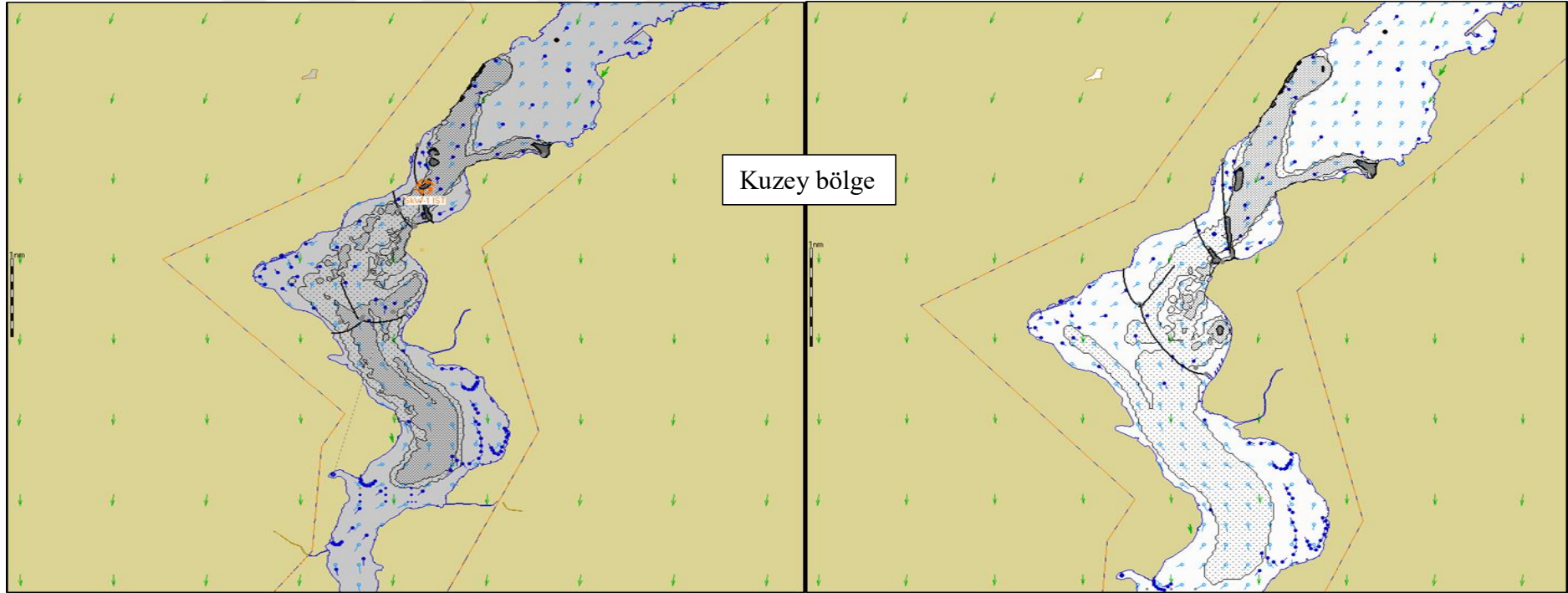


Şekil D.11: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.12: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge D.3: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0	0	1226	0	13,6	0,4	6,5
01:00	1444	1444	0	0	0	1502	0	25,7	0,8	6,8
01:30	1680	1679	0	0	0	1778	0	15,6	1,4	7
02:00	1909	1909	0,1	0	0	2054	0	12,2	2,6	7,3
02:30	2132	1913	0,1	0	218	2100	228	27,7	4,1	7,6
03:00	2349	1850	0,2	0,2	498	2071	525	29,4	5,8	8
03:30	2559	1754	0,3	0,4	805	2000	855	29,5	8,5	8,3
04:00	2763	1658	0,6	0,9	1104	1923	1181	38,3	10,4	8,7

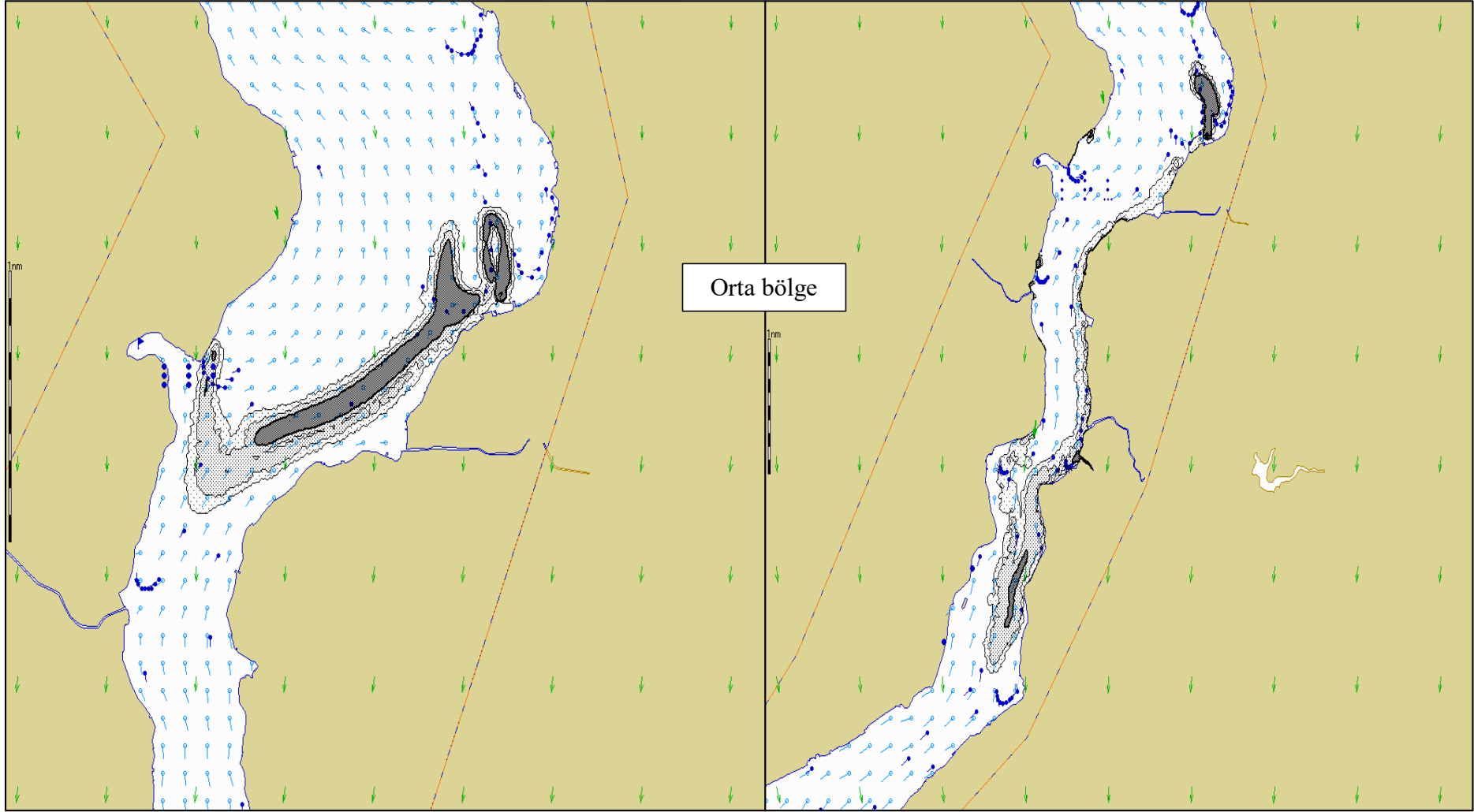




Şekil D.13: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil D.14: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

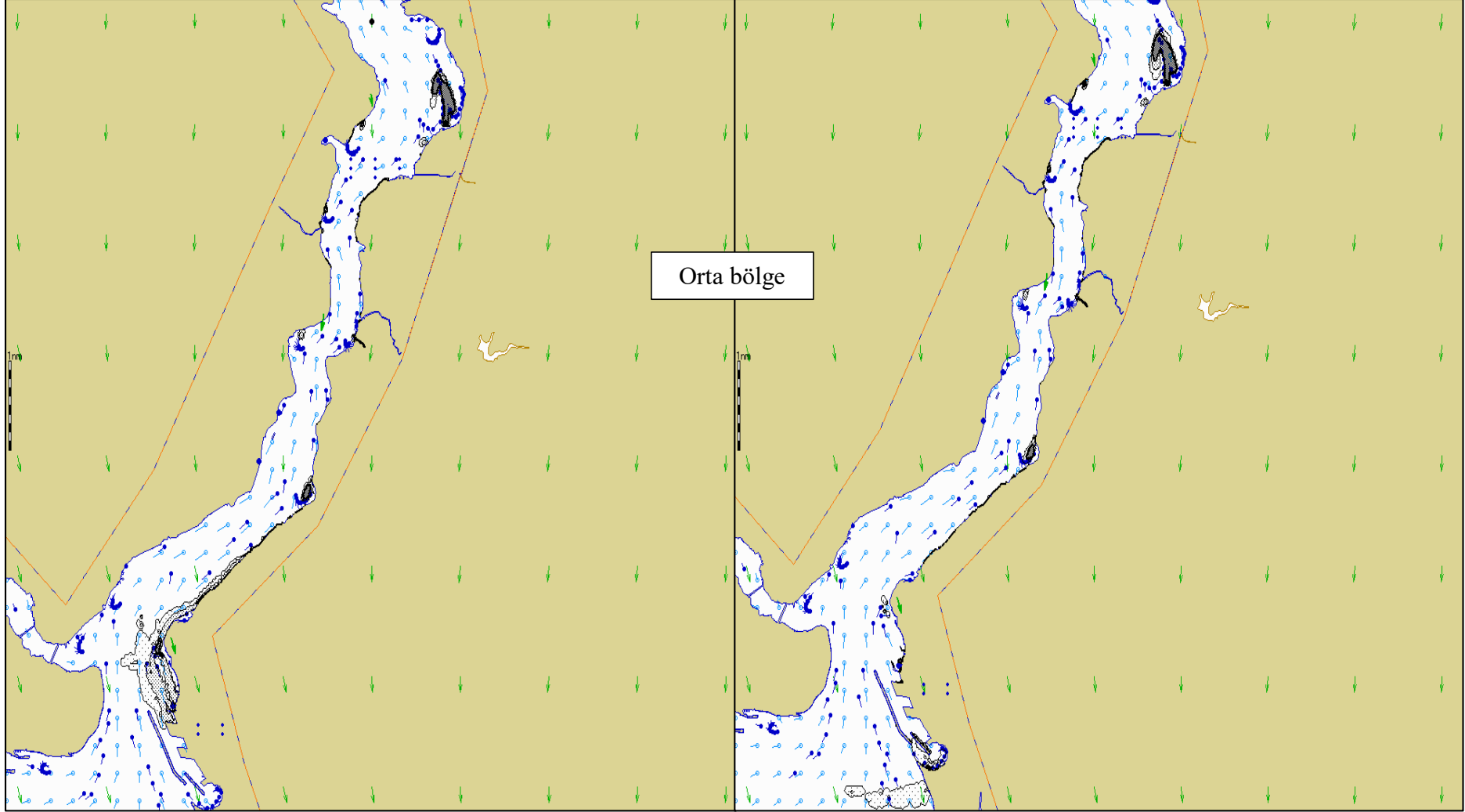
Çizelge D.4: İstanbul Boğazı Kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2433	1	0,8	329	22,5	12,5	8,6
Modifiye	2763	1658	0,6	0,9	1104	38,3	10,4	8,7



Şekil D.15: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.16: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

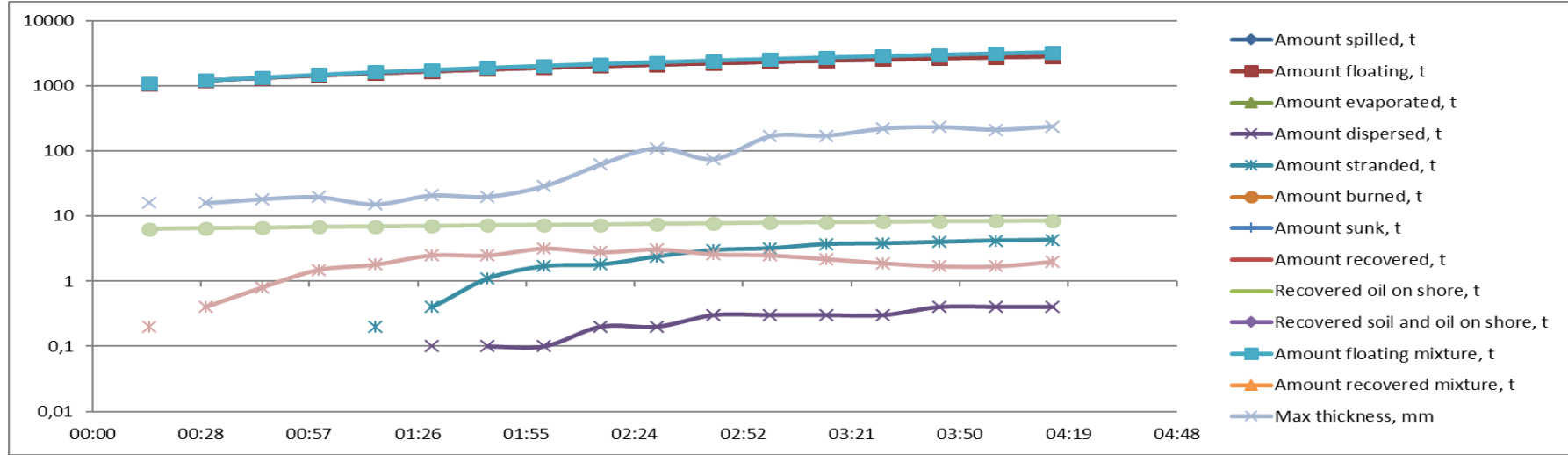


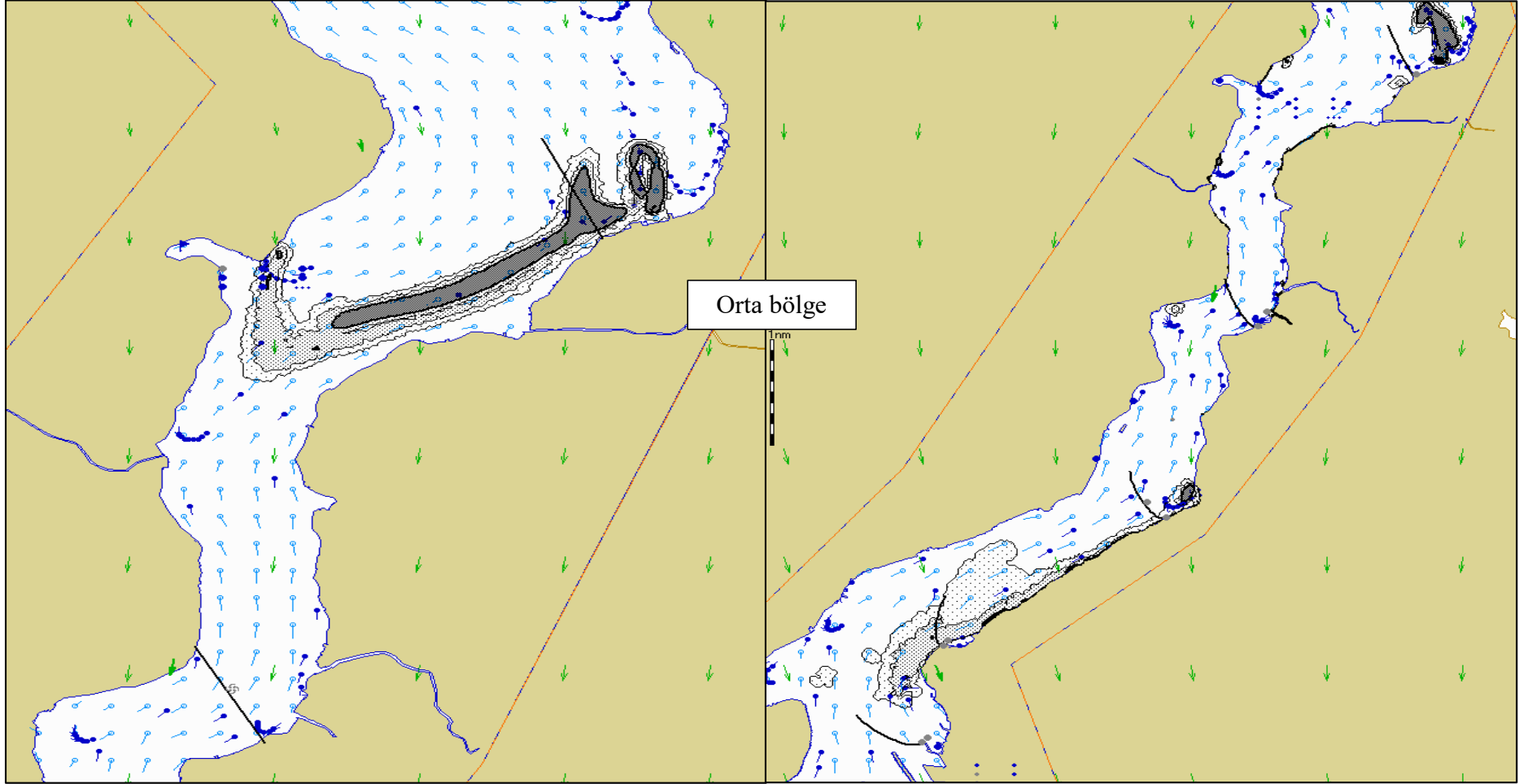
Şekil D.17: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.18: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge D.5: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

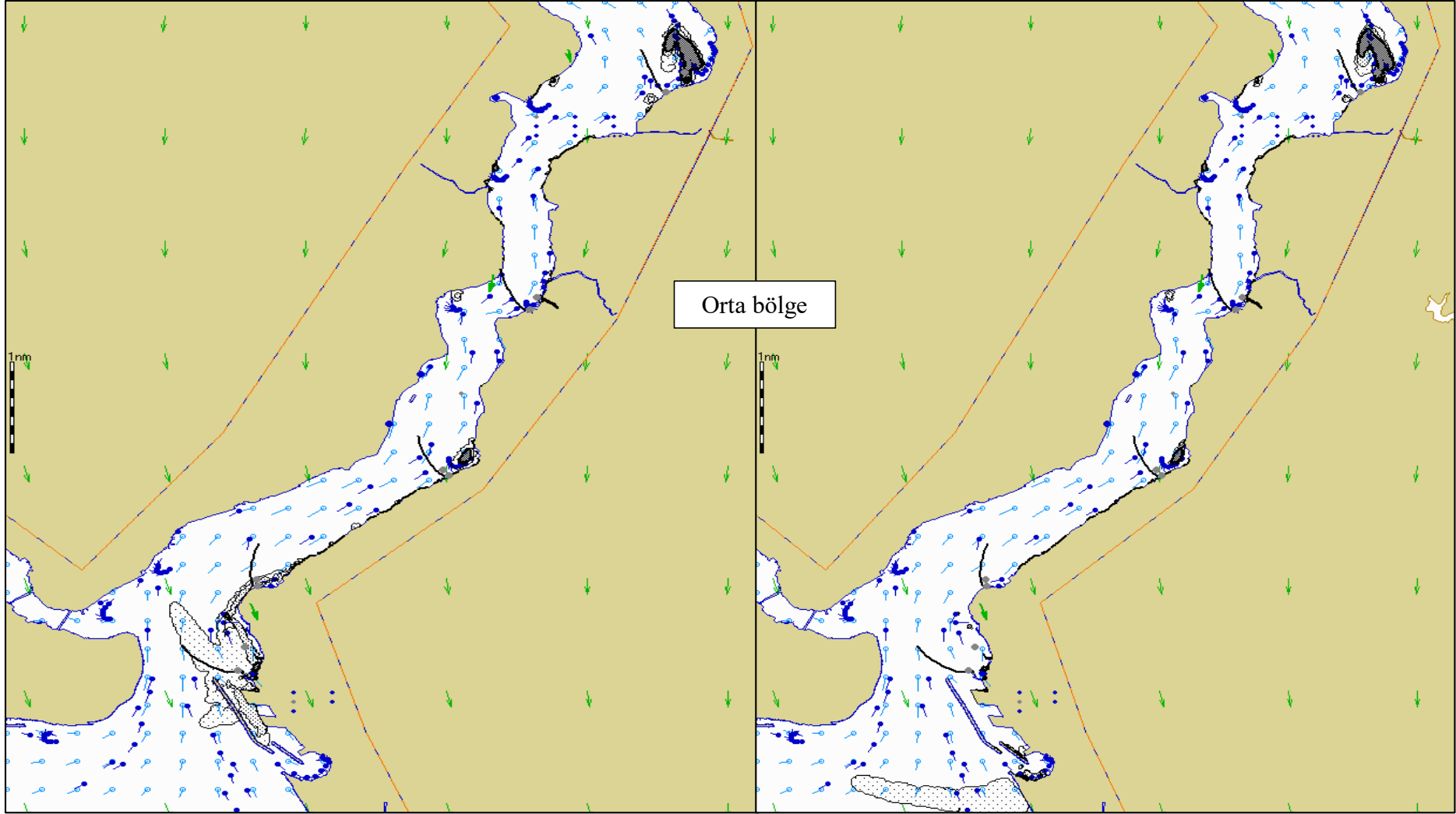
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0	1226	16	0,4	6,5
01:00	1444	1444	0	0	1502	19,6	1,5	6,8
01:30	1680	1679	0,1	0,4	1777	20,8	2,5	7
02:00	1909	1907	0,1	1,7	2053	28,9	3,2	7,3
02:30	2132	2129	0,2	2,4	2328	111	3,1	7,6
03:00	2349	2345	0,3	3,2	2604	170	2,5	7,9
03:30	2559	2555	0,3	3,8	2880	222	1,9	8,1
04:00	2763	2759	0,4	4,2	3155	213	1,7	8,4





Şekil D.19: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.20: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

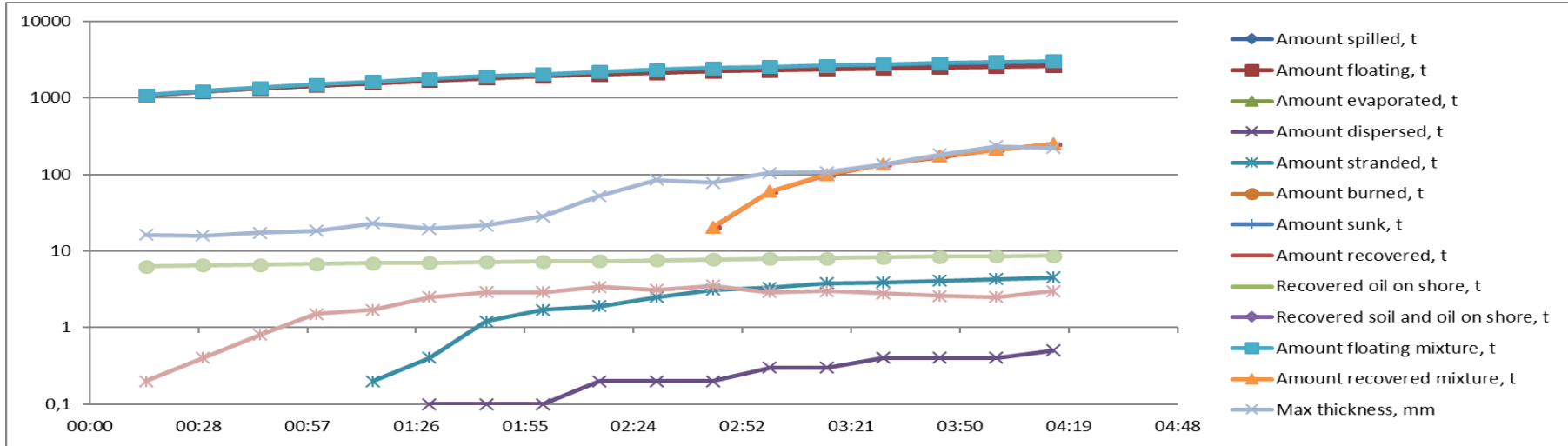


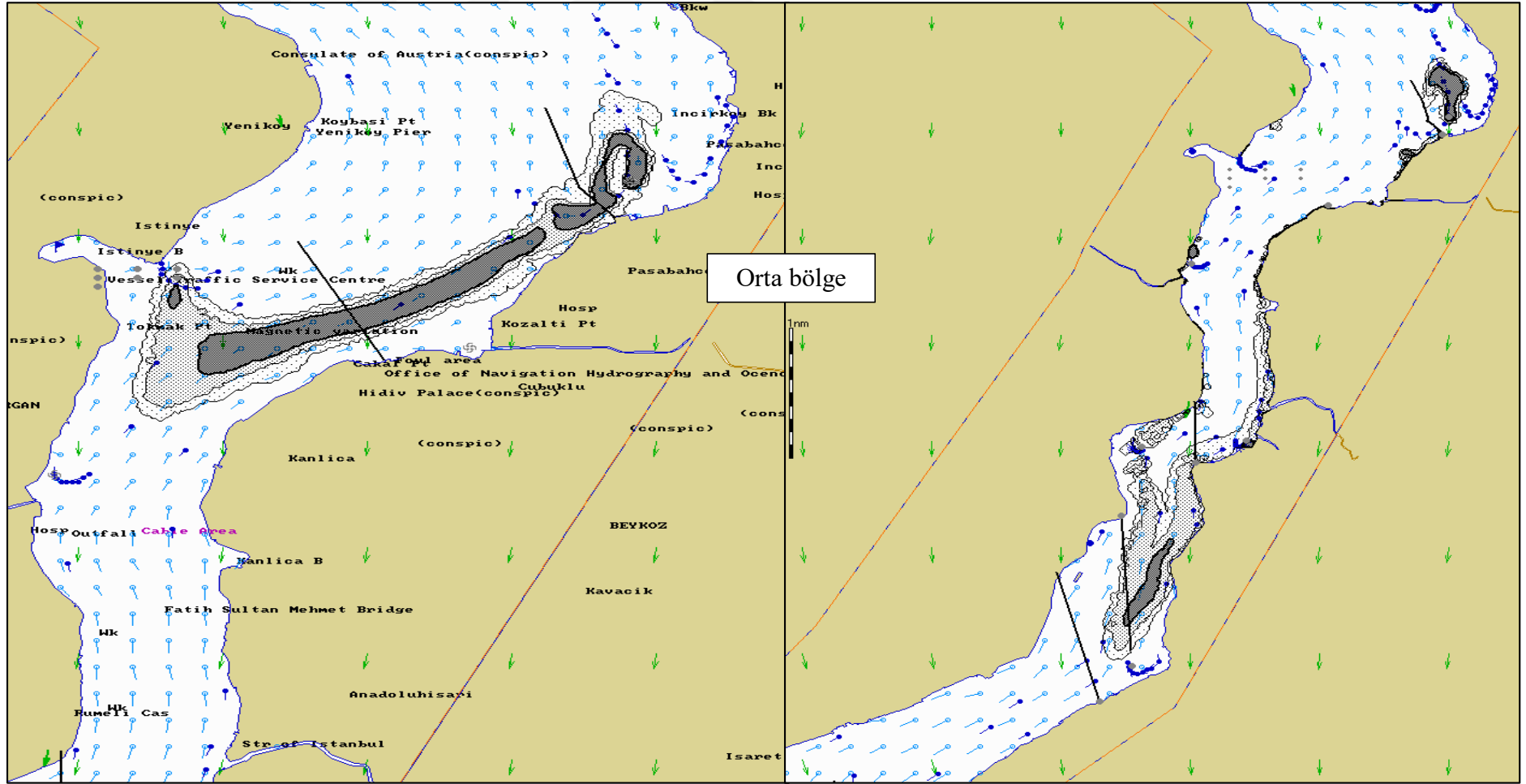
Şekil D.21: T+210 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.22: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

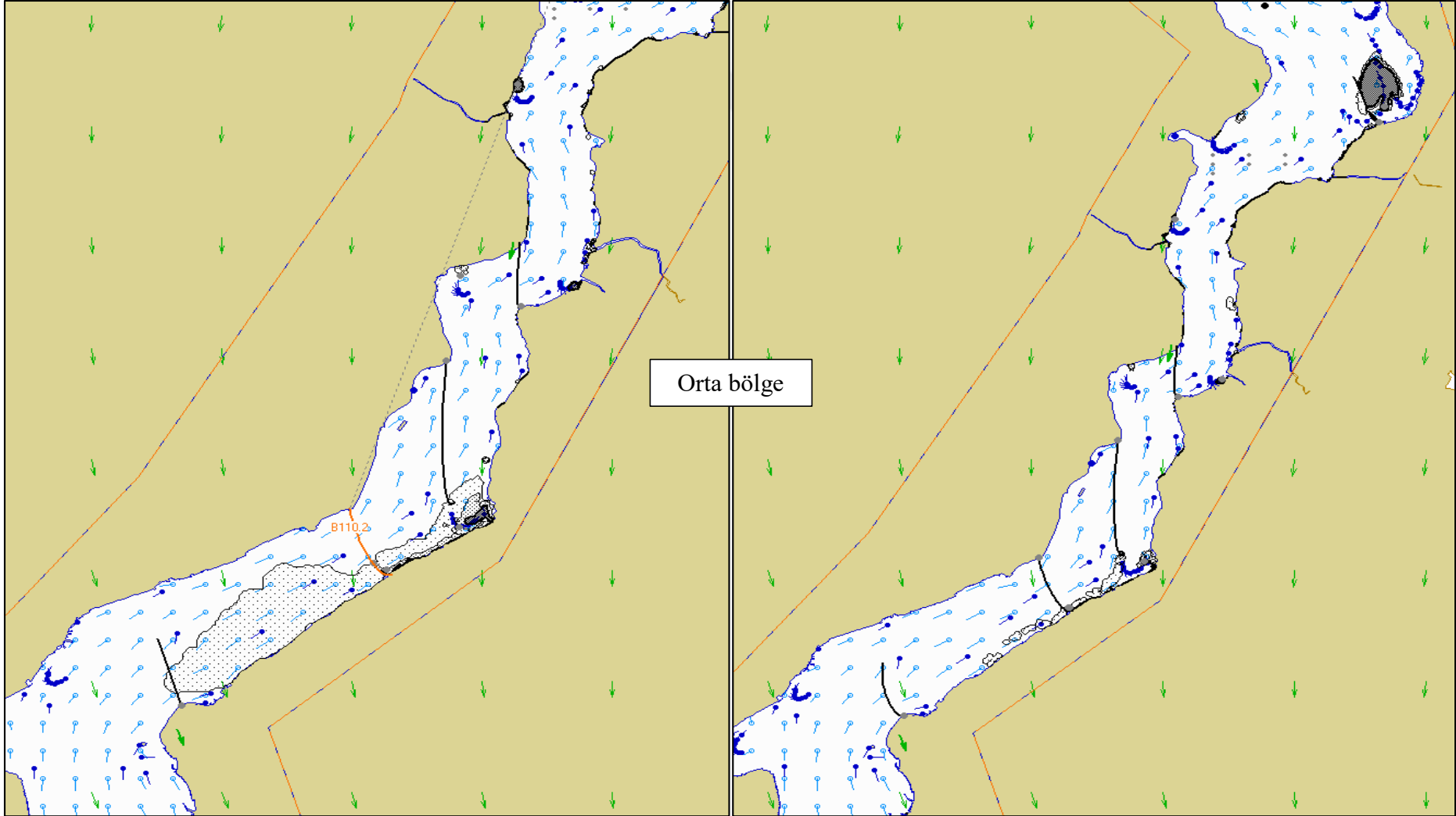
Çizelge D.6: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0	0	1226	0	15,8	0,4	6,5
01:00	1444	1444	0	0	0	1502	0	18,3	1,5	6,8
01:30	1680	1679	0,1	0,4	0	1777	0	19,5	2,5	7
02:00	1909	1907	0,1	1,7	0	2052	0	28,2	2,9	7,3
02:30	2132	2129	0,2	2,5	0	2328	0	84,8	3,1	7,6
03:00	2349	2286	0,3	3,3	58,9	2543	59,9	105	2,9	7,9
03:30	2559	2422	0,4	3,9	133	2741	135	135	2,8	8,2
04:00	2763	2550	0,4	4,3	208	2935	212	233	2,5	8,5





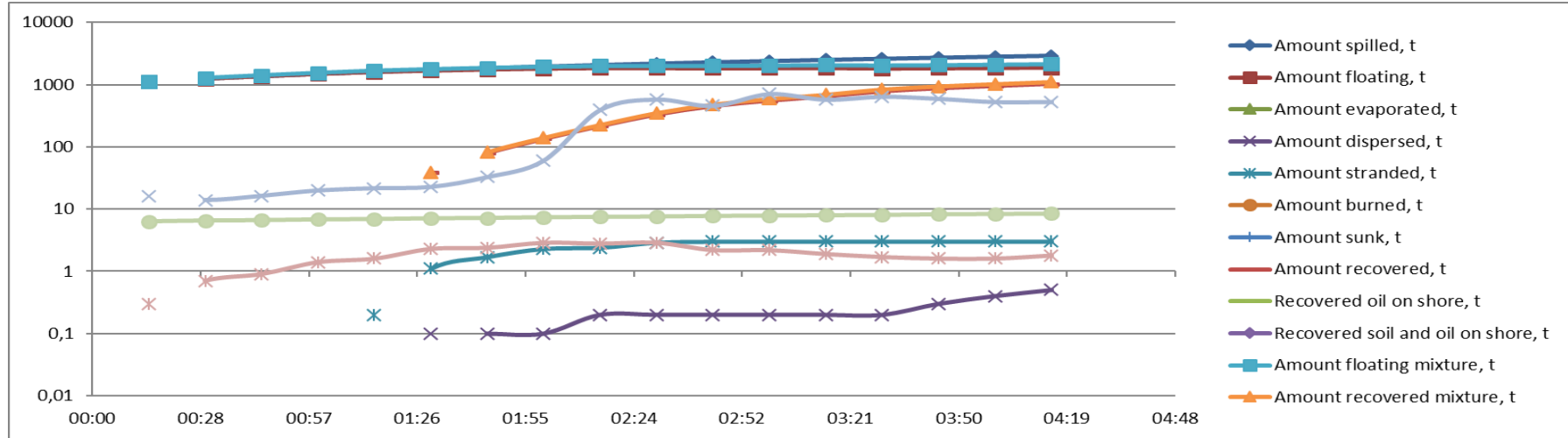
Şekil D.23: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.24: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

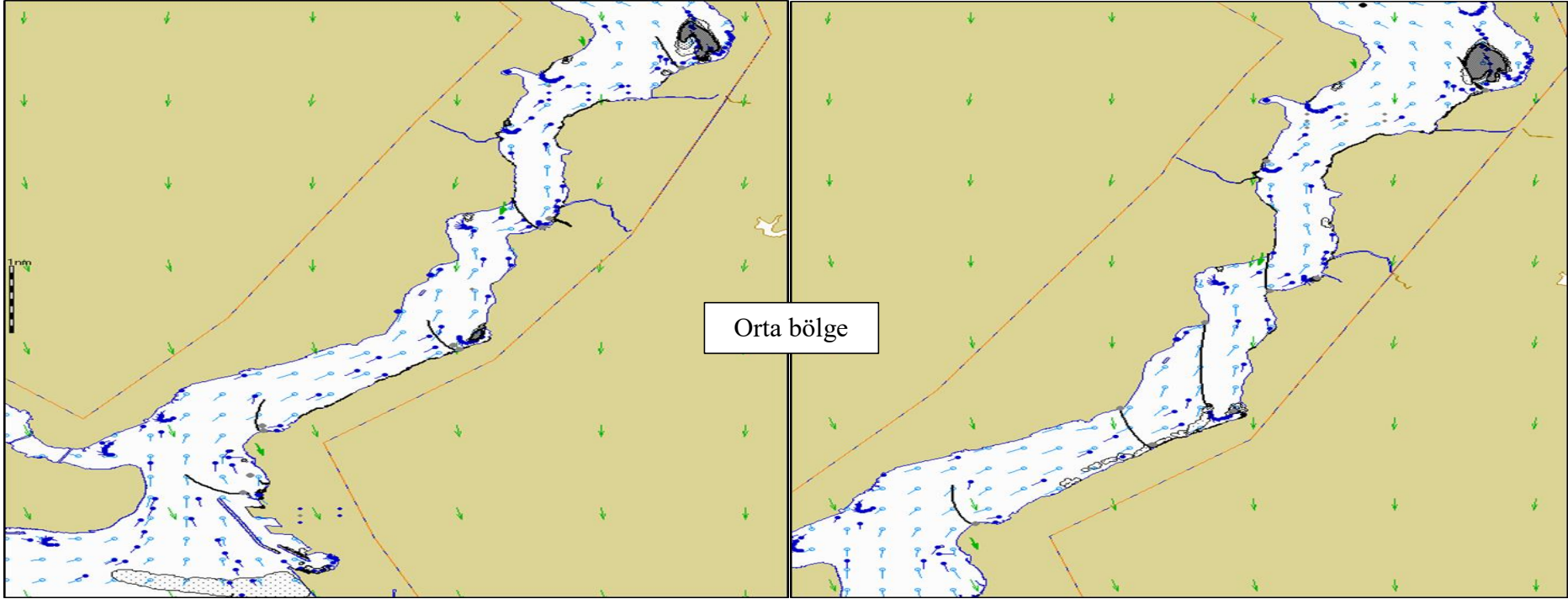


Şekil D.25: T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.26: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge D.7: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1243	1243	0	0	0	1267	0	13,9	0,7	6,5
01:00	1484	1484	0	0	0	1543	0	19,9	1,4	6,8
01:30	1718	1679	0,1	1,1	38,3	1779	39,3	22,7	2,3	7,1
02:00	1946	1809	0,1	2,3	135	1952	139	60	2,9	7,4
02:30	2168	1835	0,2	2,9	330	2013	348	580	2,9	7,6
03:00	2384	1831	0,2	3	550	2039	587	711	2,2	7,9
03:30	2594	1815	0,2	3	775	2047	837	644	1,7	8,1
04:00	2763	1850	0,4	3	943	2114	1023	529	1,6	8,4

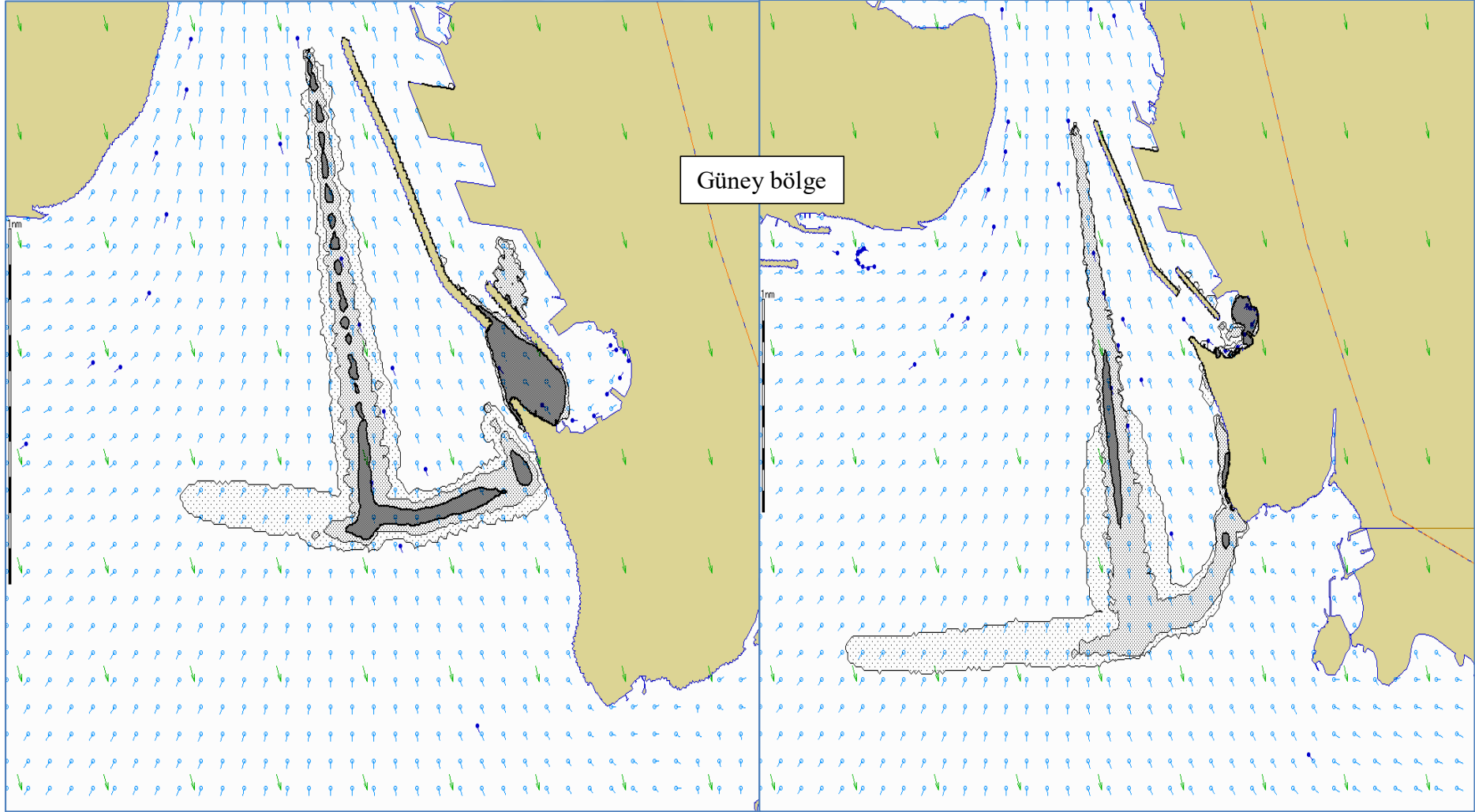




Şekil D.27: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil D.28: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

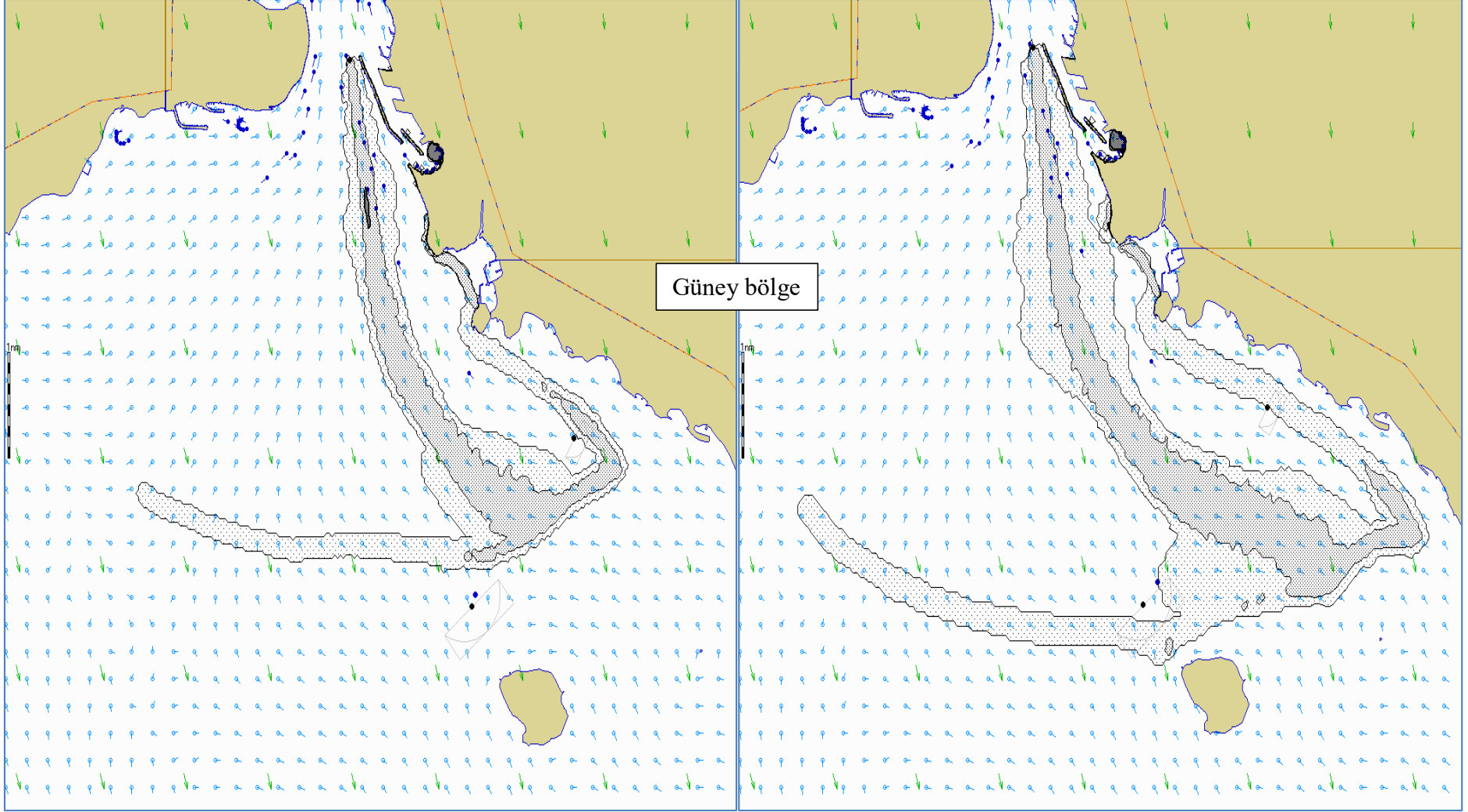
Çizelge D.8: İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2550	0,4	4,3	208	233	2,5	8,5
Modifiye	2763	1850	0,4	3	943	529	1,6	8,4



Şekil D.29: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.30: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

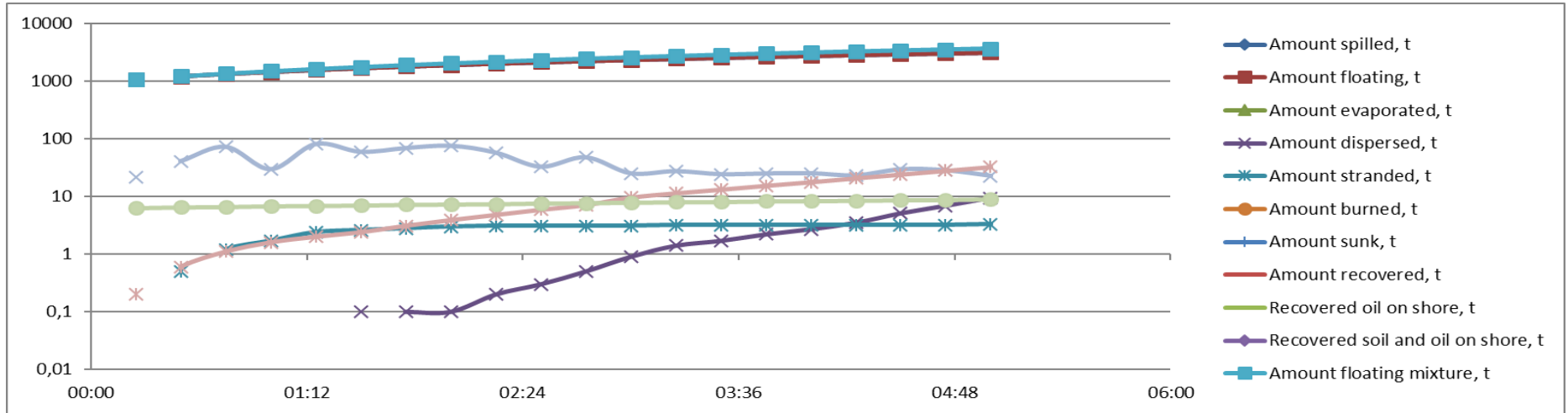


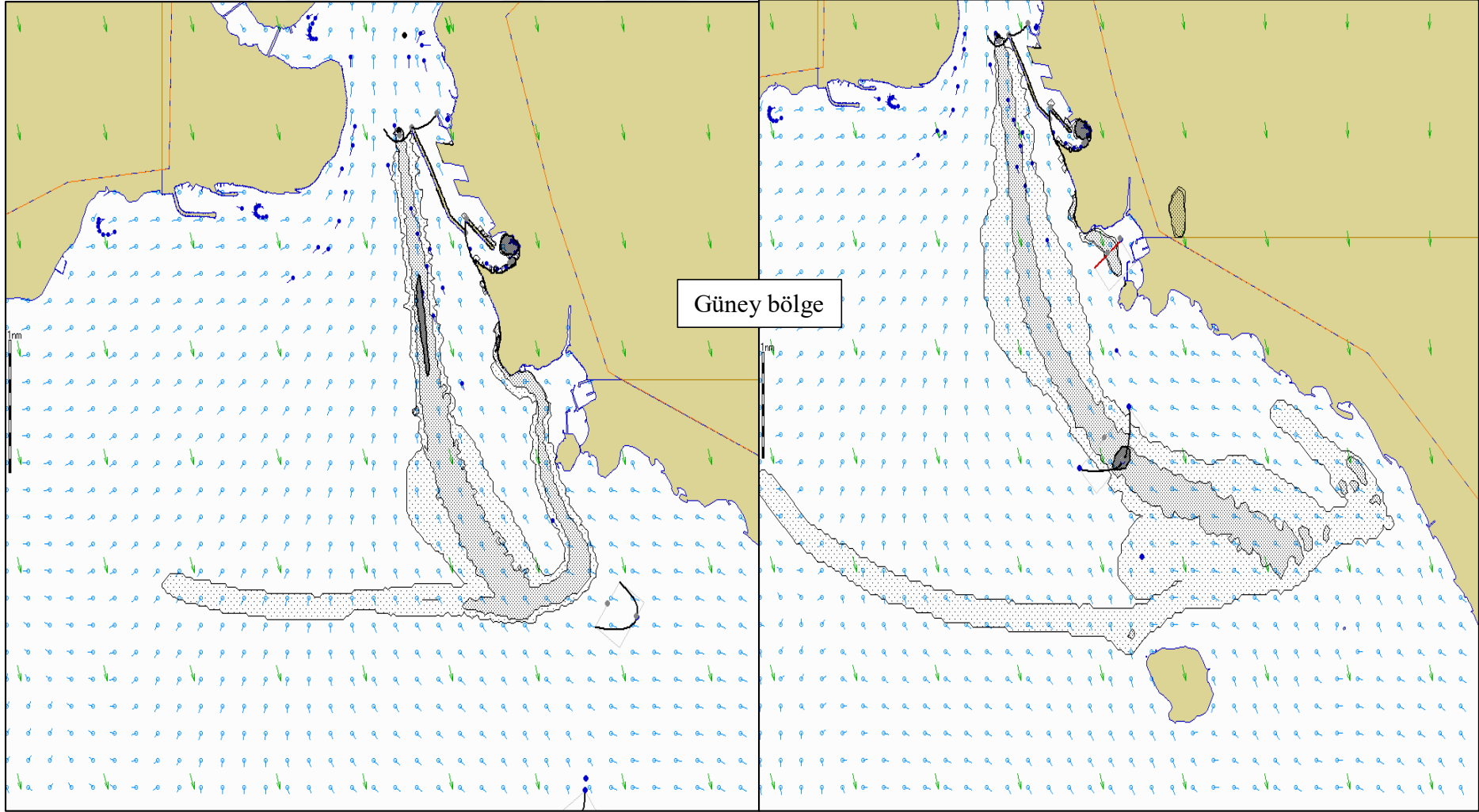
Şekil D.31: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil D.32: T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge D.9: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

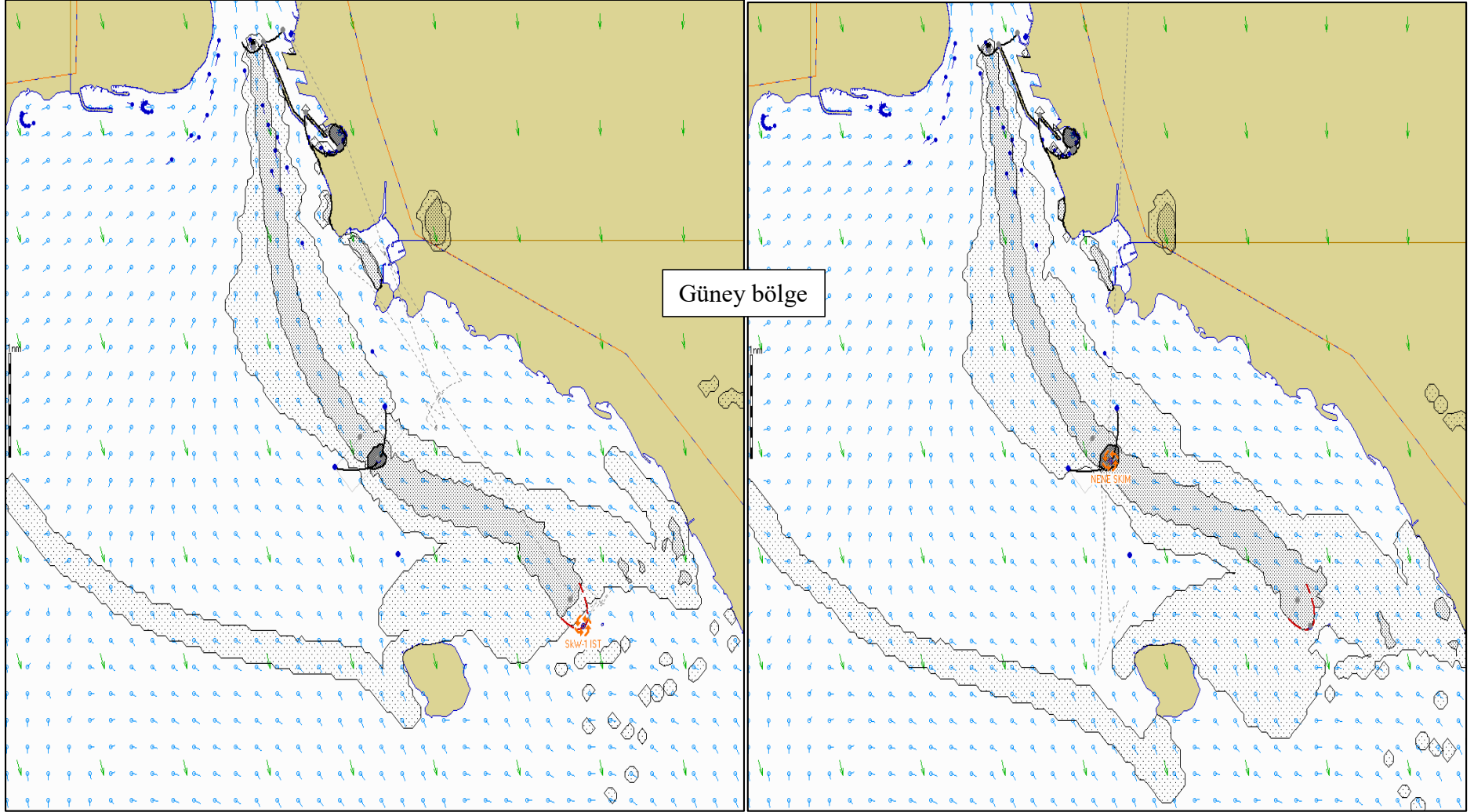
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0,5	1225	0	40,7	0,6	6,5
01:00	1444	1442	0	1,7	1500	0	29,6	1,6	6,8
01:30	1680	1677	0,1	2,6	1775	0	59,5	2,4	7
02:00	1909	1906	0,1	3	2051	0	75,8	3,9	7,3
02:30	2132	2128	0,3	3,1	2327	0	32,7	5,9	7,6
03:00	2349	2345	0,9	3,1	2603	0	25,1	9,6	7,9
03:30	2559	2554	1,7	3,2	2879	0	24,2	13,2	8,1
04:00	2763	2757	2,7	3,2	3154	0	25,2	17,8	8,4
04:30	2961	2953	5,1	3,2	3427	0	29,5	24,2	8,7
05:00	3153	3140	9,5	3,3	3697	0	22,7	32,6	9





Şekil D.33: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.34: T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

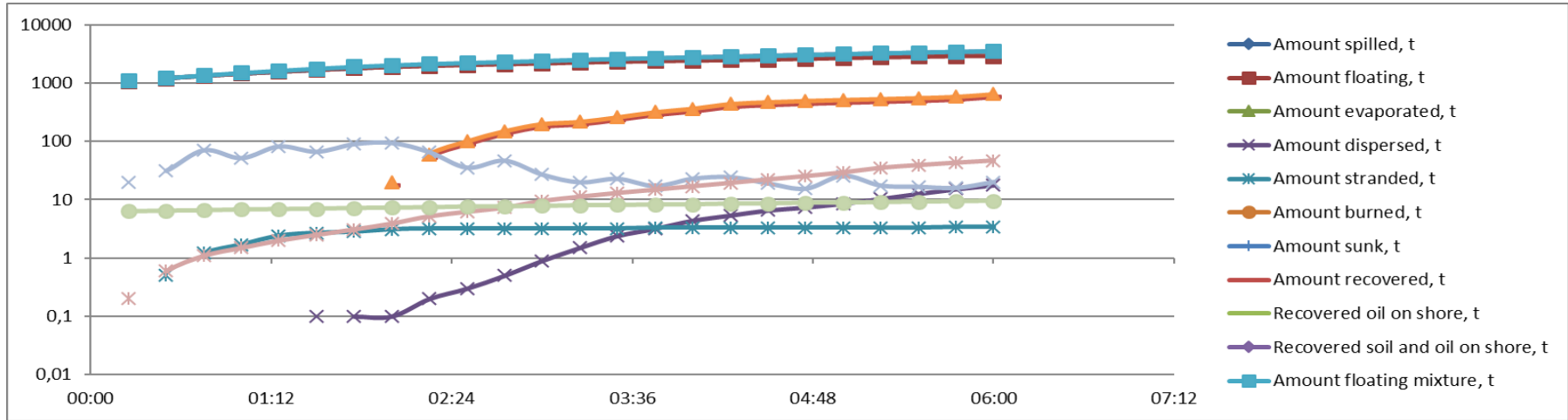


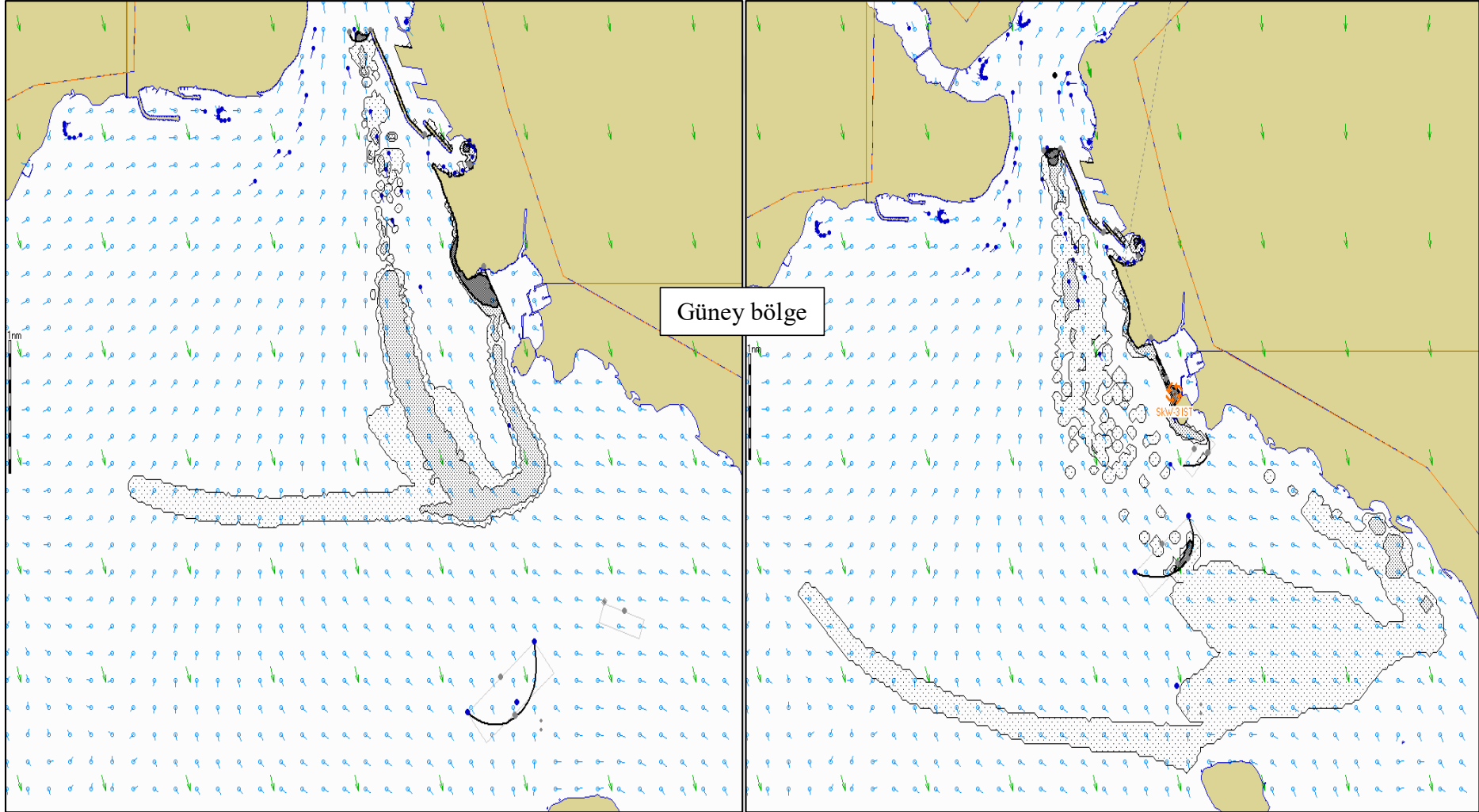
Şekil D.35: T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil D.36: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

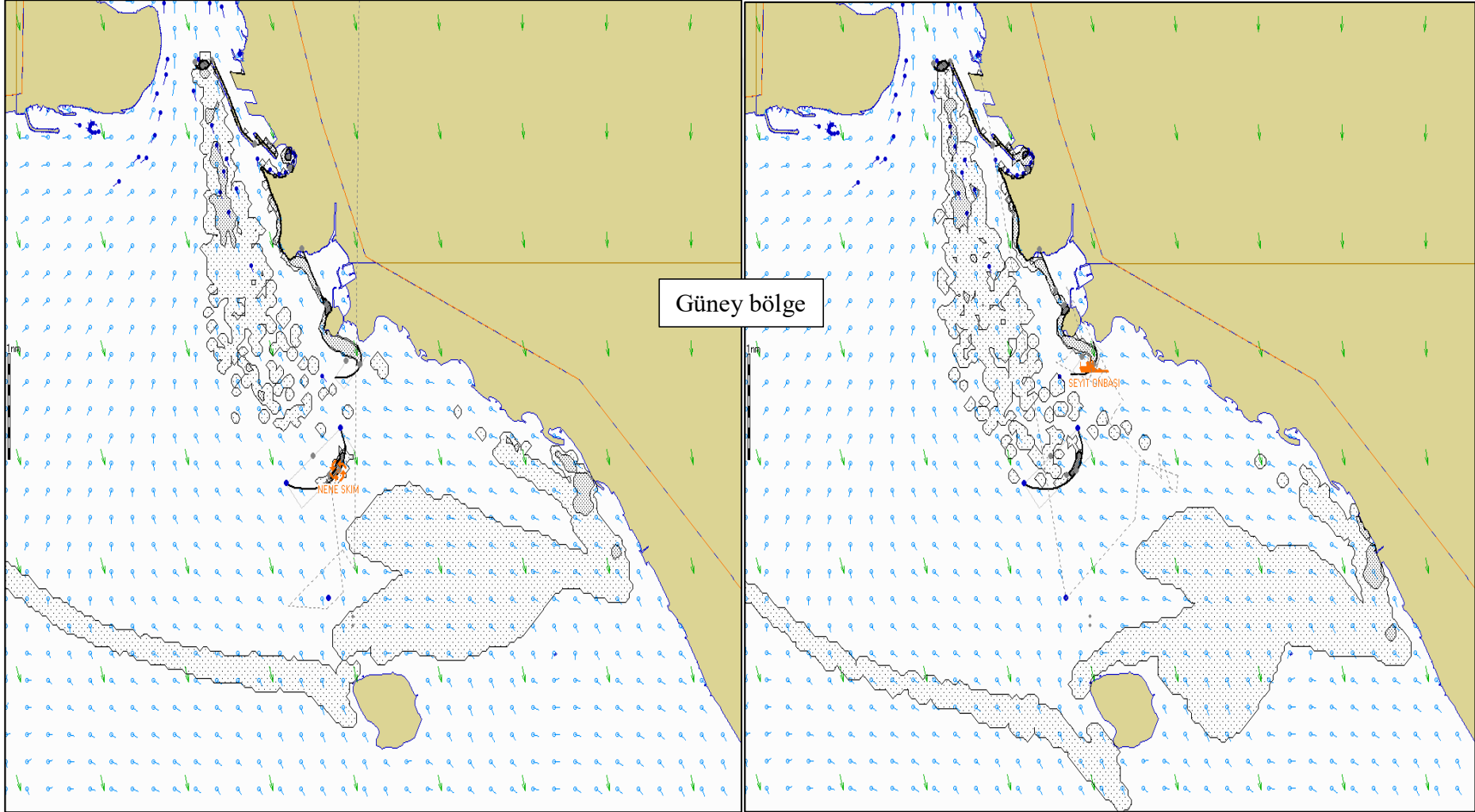
Çizelge D.10: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0,5	0	1225	0	31,2	0,6	6,5
01:00	1444	1442	0	1,7	0	1500	0	51,3	1,5	6,8
01:30	1680	1677	0,1	2,7	0	1775	0	65,9	2,5	7
02:00	1909	1887	0,1	3,1	18,1	2031	19,9	92,9	3,9	7,3
02:30	2132	2039	0,3	3,2	89,6	2226	99,4	35,3	6,2	7,6
03:00	2349	2166	0,9	3,2	178	2401	197	26,9	9,5	7,8
03:30	2559	2319	2,4	3,2	234	2609	258	22,8	13	8,1
04:00	2763	2429	4,4	3,3	326	2769	364	22,9	16,9	8,3
04:30	2961	2532	6,6	3,3	420	2925	471	19,1	22,1	8,6
05:00	3153	2680	8,6	3,3	461	3141	516	25,8	29,1	8,9
05:30	3339	2825	12,7	3,3	497	3357	555	16,7	38,8	9,2
06:00	3518	2917	17,8	3,4	580	3517	648	20,1	46,4	9,5





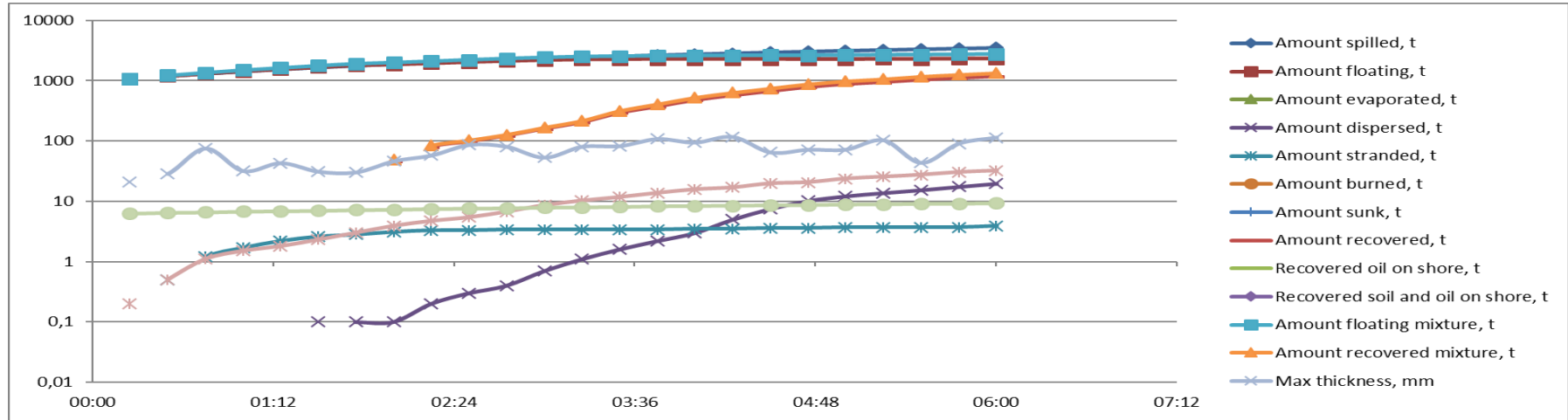
Şekil D.37: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.38: T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

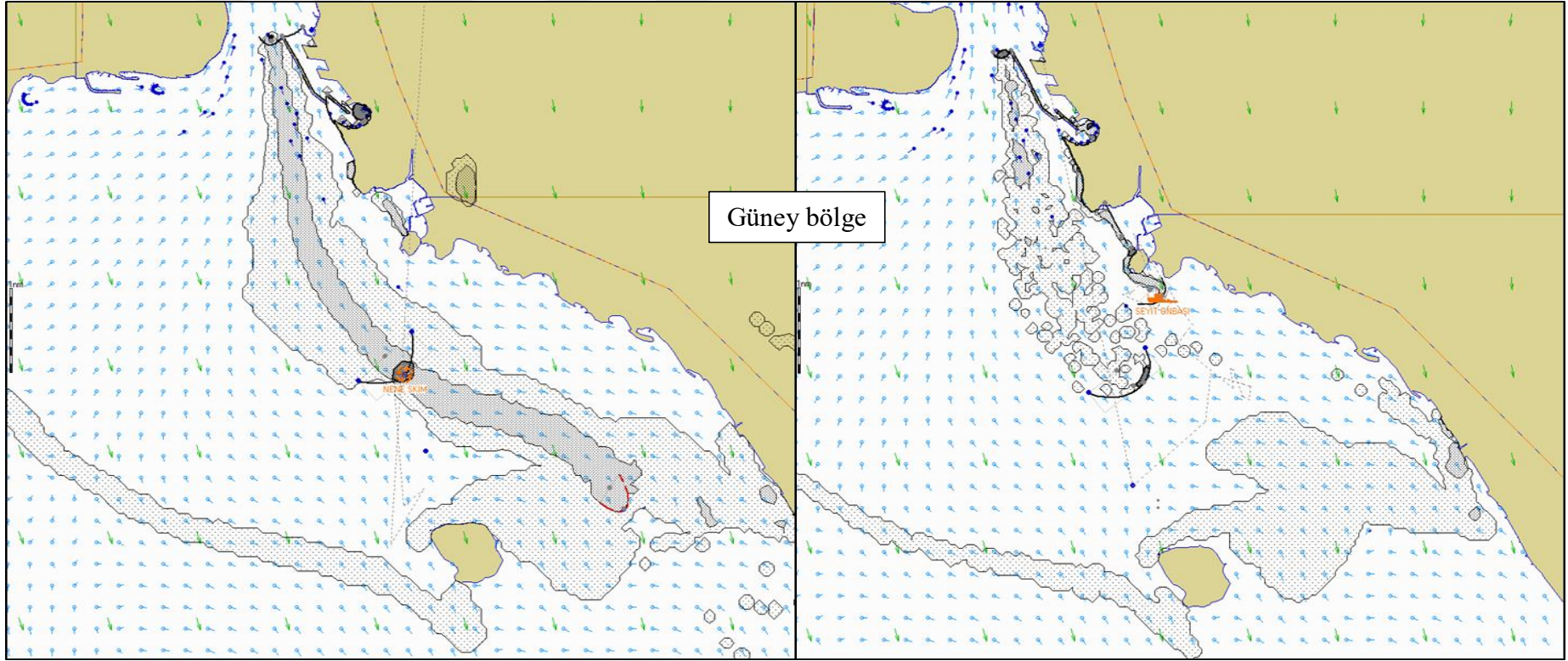


Şekil D.39: T+330 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil D.40: T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge D.11: Yaz mevsimi İstanbul Boğazı güney bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0	0,5	0	1225	0	28,6	0,5	6,5
01:00	1444	1442	0	1,7	0	1500	0	31,9	1,5	6,8
01:30	1680	1677	0,1	2,6	0	1775	0	31,1	2,3	7
02:00	1909	1859	0,1	3,1	46,8	2002	48,9	46,4	3,9	7,3
02:30	2132	2030	0,3	3,3	98,4	2222	103	86,2	5,4	7,6
03:00	2349	2185	0,7	3,4	160	2430	168	53,1	8,6	7,9
03:30	2559	2261	1,6	3,4	293	2550	317	82,5	11,7	8,1
04:00	2763	2281	3	3,5	476	2606	526	94,4	15,7	8,4
04:30	2961	2281	7,5	3,6	669	2639	748	64,7	19,7	8,6
05:00	3153	2263	12,2	3,7	875	2649	986	72,1	23,7	8,9
05:30	3339	2285	15,4	3,7	1034	2703	1176	43,6	27,4	9,1
06:00	3518	2320	19,7	3,9	1174	2770	1346	114	32,1	9,3

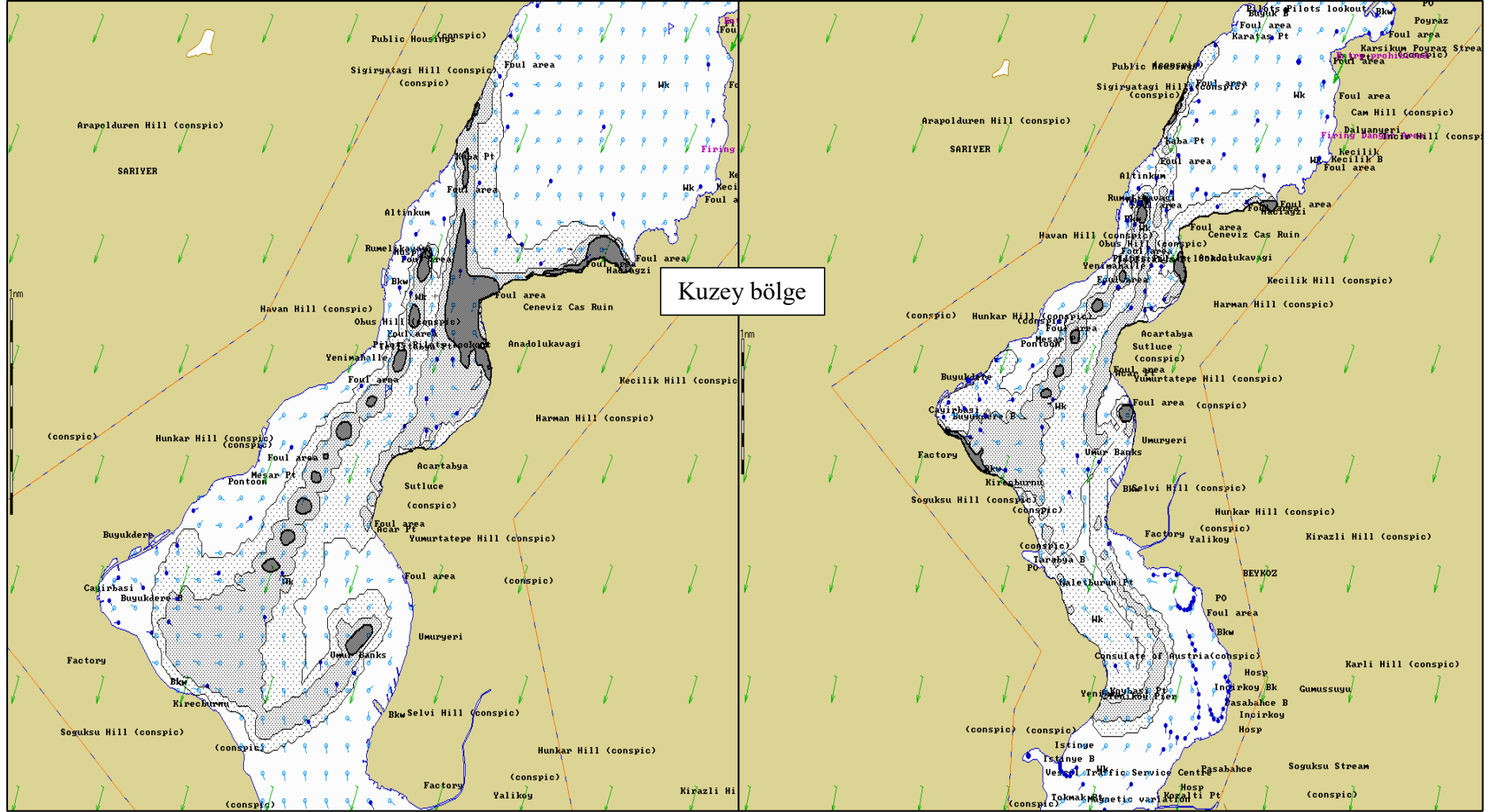




Şekil D.41: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil D.42: T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge D.12: İstanbul Boğazı güney bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Yaz).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	3518	2917	17,8	3,4	580	20,1	46,4	9,5
Modifiye	3518	2320	19,7	3,9	1174	114	32,1	9,3

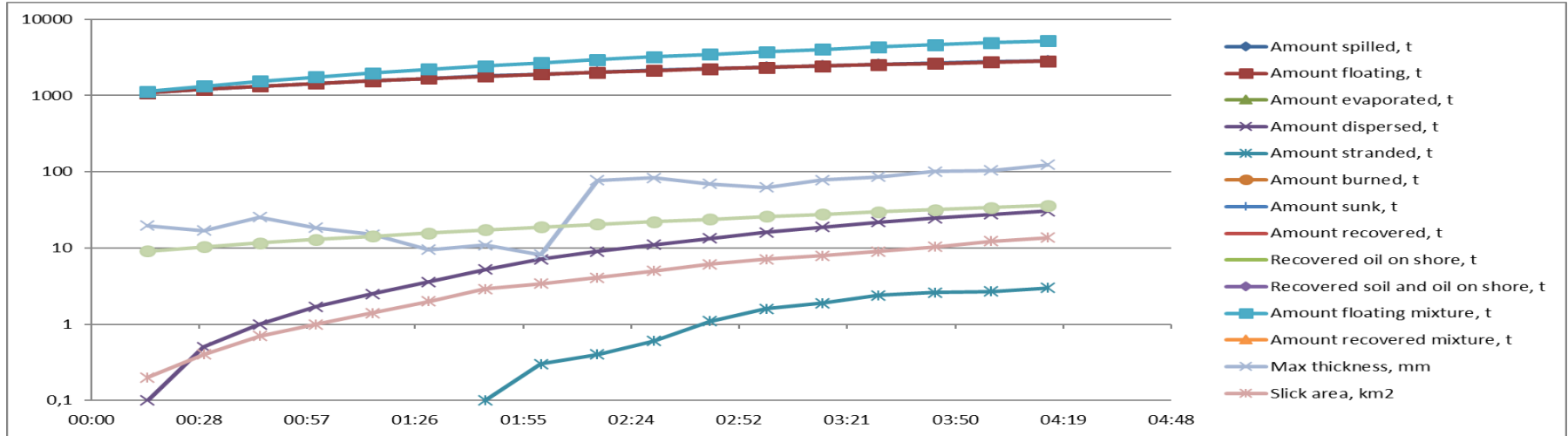


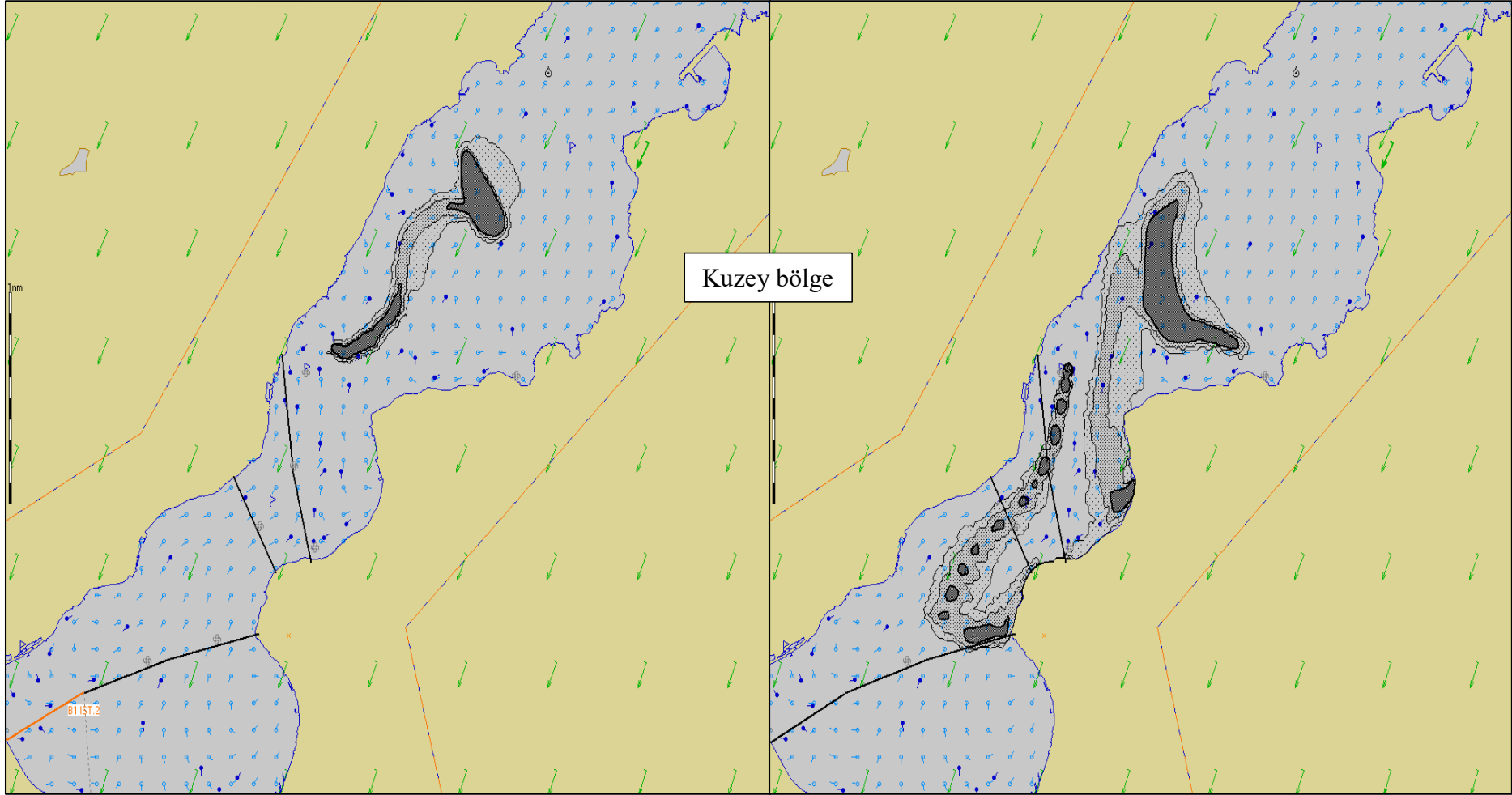
Şekil E.3: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil E.4: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge E.1: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).

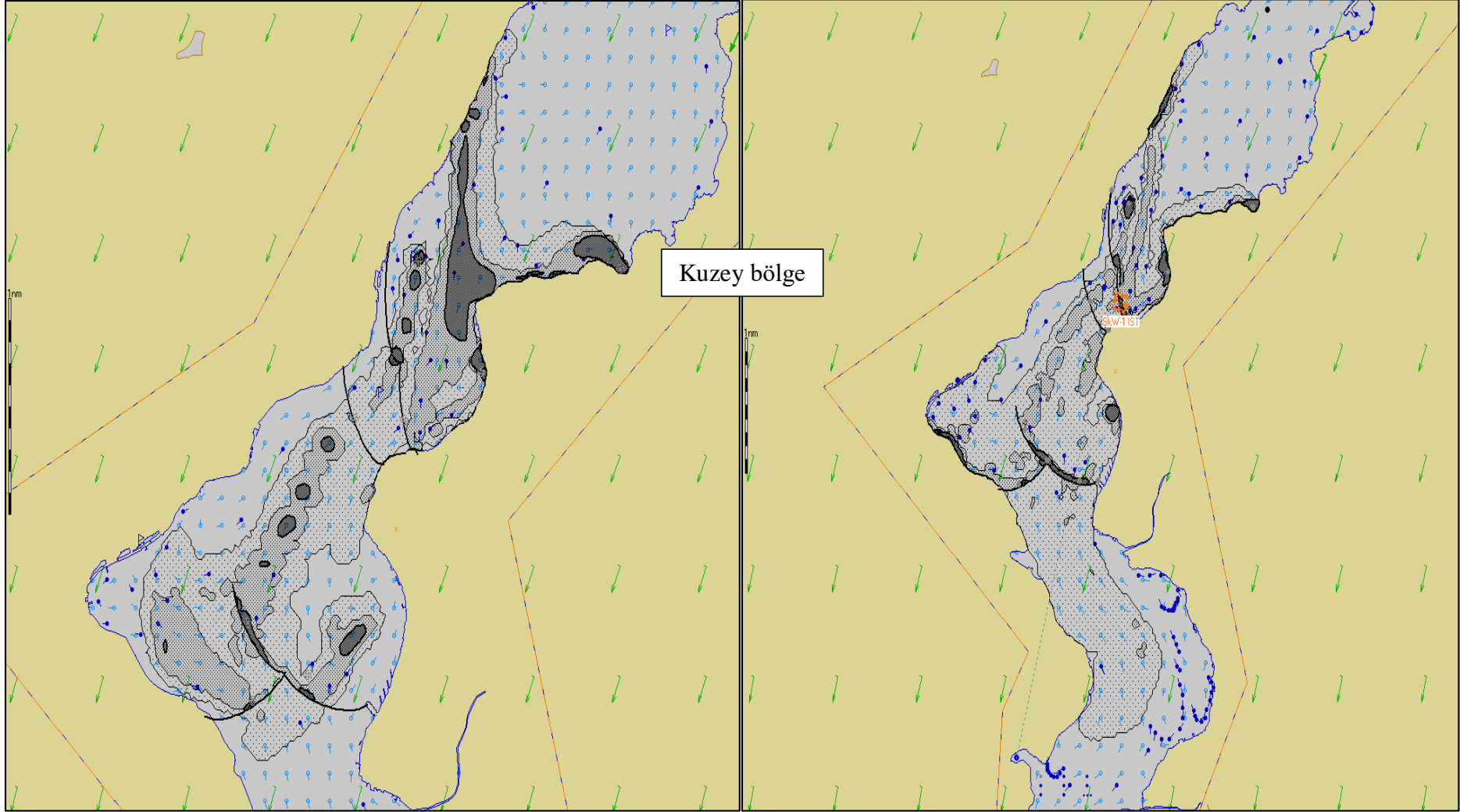
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,5	0	1322	16,9	0,4	10,3
01:00	1444	1442	1,7	0	1746	18,5	1	12,9
01:30	1680	1676	3,6	0	2203	9,5	2	15,7
02:00	1909	1901	7,1	0,3	2690	8,2	3,4	18,8
02:30	2132	2120	11	0,6	3206	82,8	5	22,1
03:00	2349	2331	16,1	1,6	3747	62,2	7,1	25,8
03:30	2559	2535	21,8	2,4	4313	85,7	9	29,7
04:00	2763	2733	27,5	2,7	4900	104	12,3	34





Şekil E.5: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil E.6: T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

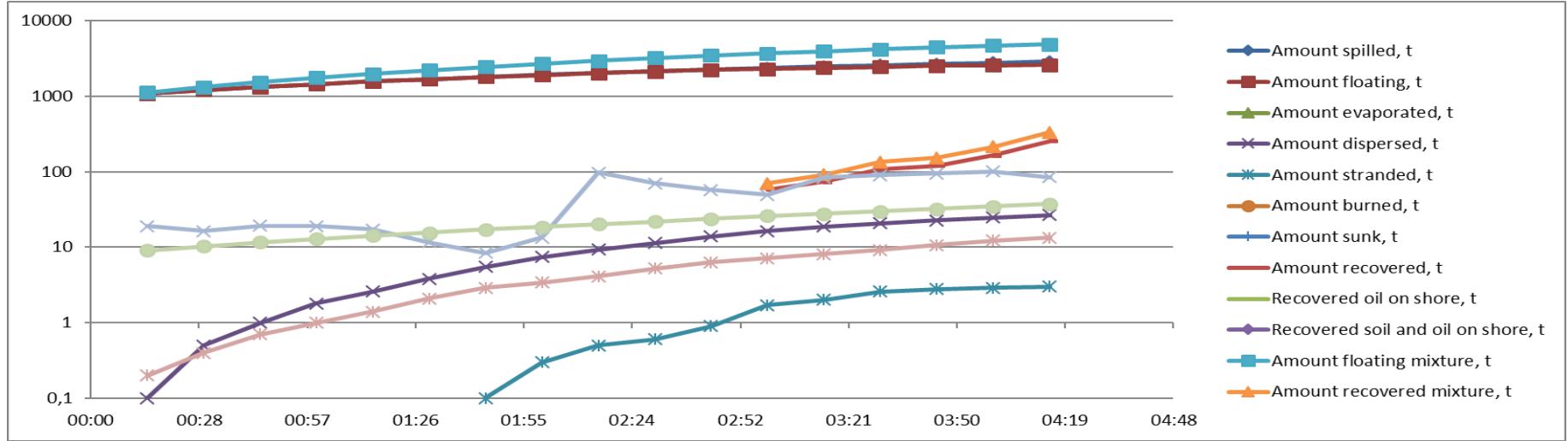


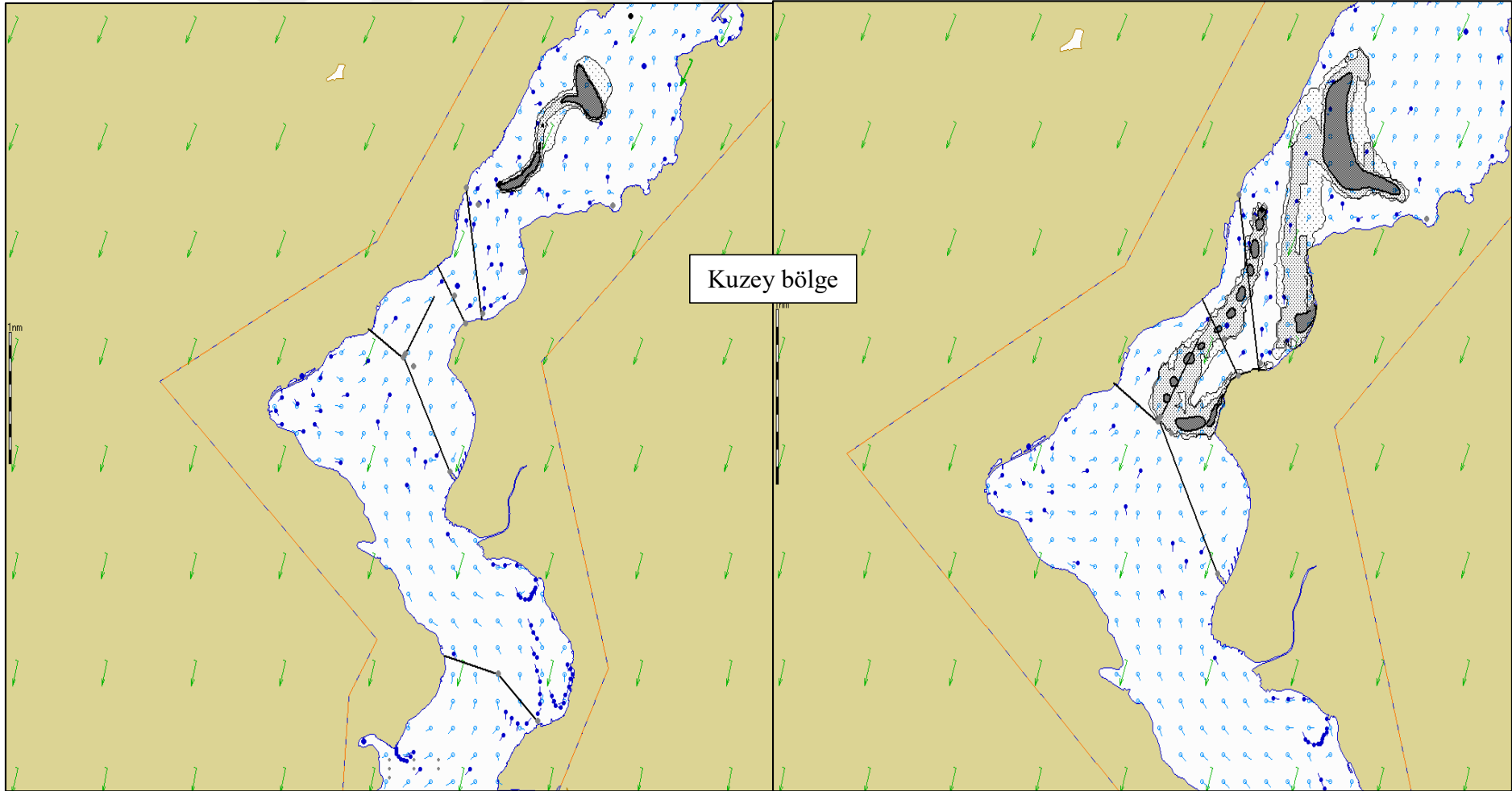
Şekil E.7: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil E.8: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

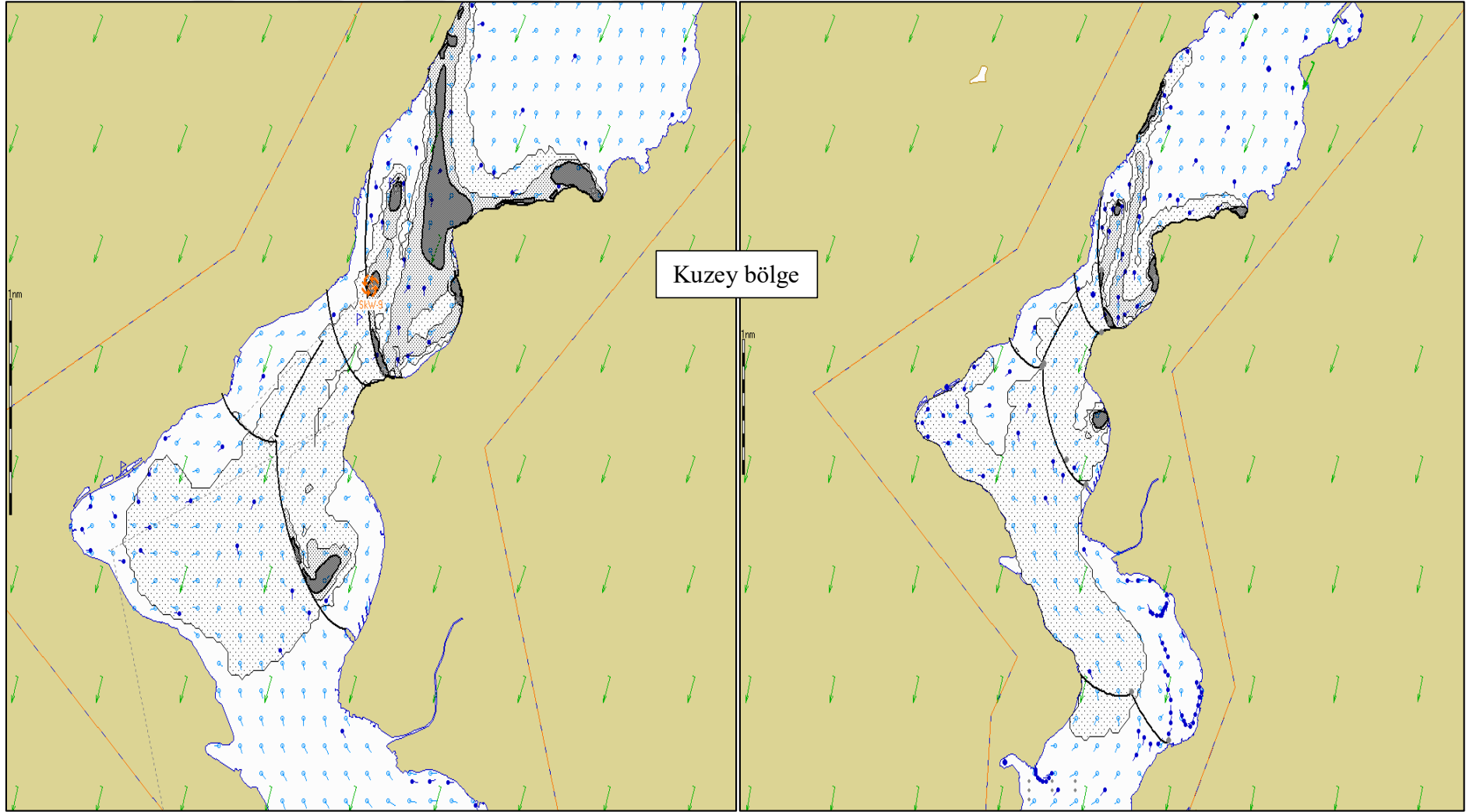
Çizelge E.2: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,5	0	0	1322	0	16,4	0,4	10,3
01:00	1444	1442	1,8	0	0	1745	0	18,9	1	12,8
01:30	1680	1676	3,8	0	0	2202	0	11,6	2,1	15,6
02:00	1909	1901	7,4	0,3	0	2688	0	13,3	3,4	18,6
02:30	2132	2120	11,4	0,6	0	3203	0	69,9	5,2	21,9
03:00	2349	2273	16,3	1,7	57,7	3672	69,8	49,5	7,1	25,9
03:30	2559	2428	20,7	2,6	108	4163	134	90	9,2	30
04:00	2763	2570	24,6	2,9	165	4655	213	101	12,2	34,5





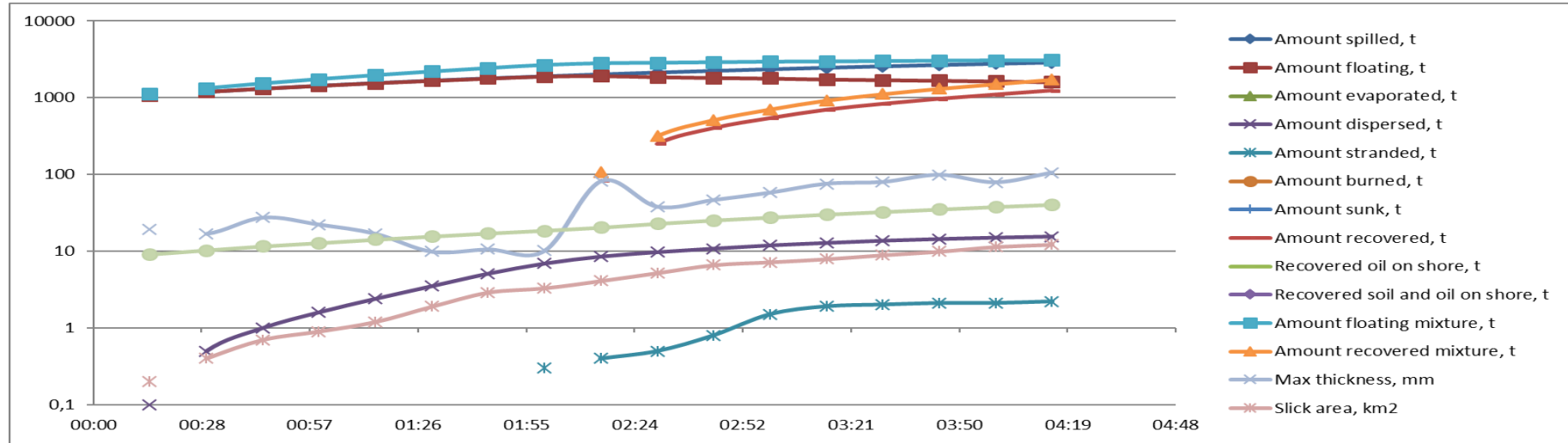
Şekil E.9: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil E.10: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

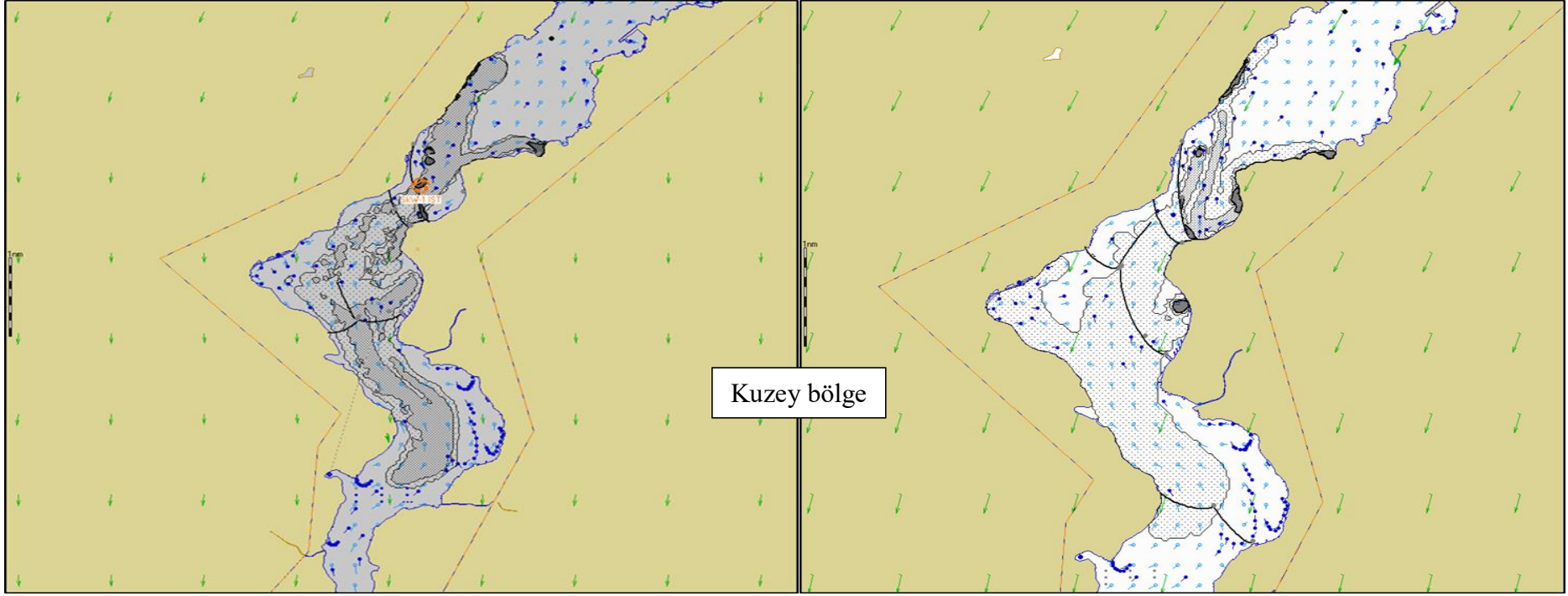


Şekil E.11: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil E.12: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge E.3: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,5	0	0	1321	0	16,9	0,4	10,3
01:00	1444	1442	1,6	0	0	1743	0	22,2	0,9	12,8
01:30	1680	1676	3,5	0	0	2197	0	9,9	1,9	15,6
02:00	1909	1902	6,9	0,3	0	2681	0	10,2	3,3	18,6
02:30	2132	1868	9,7	0,5	253	2864	317	37,8	5,2	22,9
03:00	2349	1790	11,9	1,5	545	2958	705	57,7	7,2	27,6
03:30	2559	1708	13,7	2	835	3015	1114	79,4	8,9	32,6
04:00	2763	1645	15	2,1	1101	3078	1500	78,6	11,4	37,9



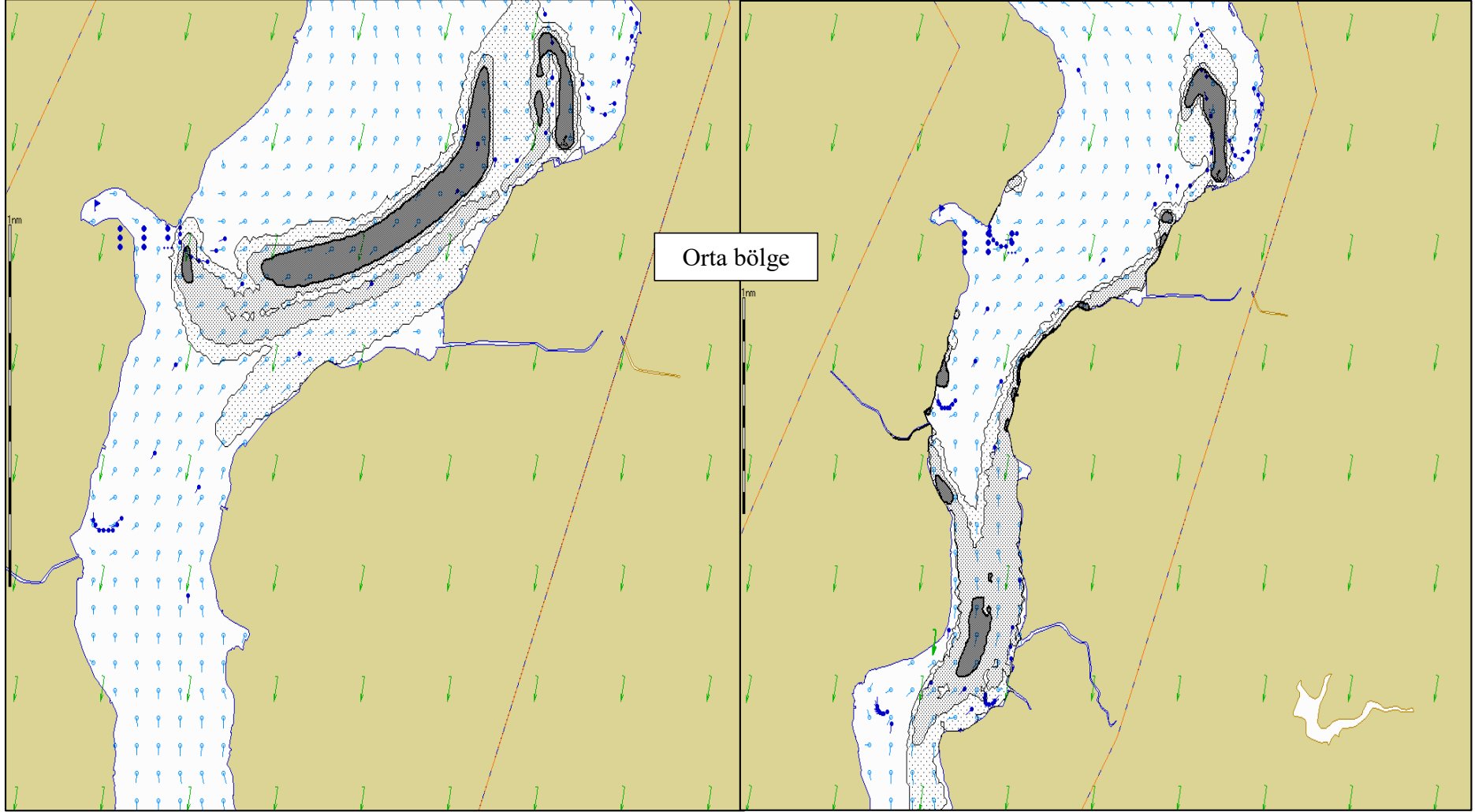


Şekil E.13: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil E.14: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

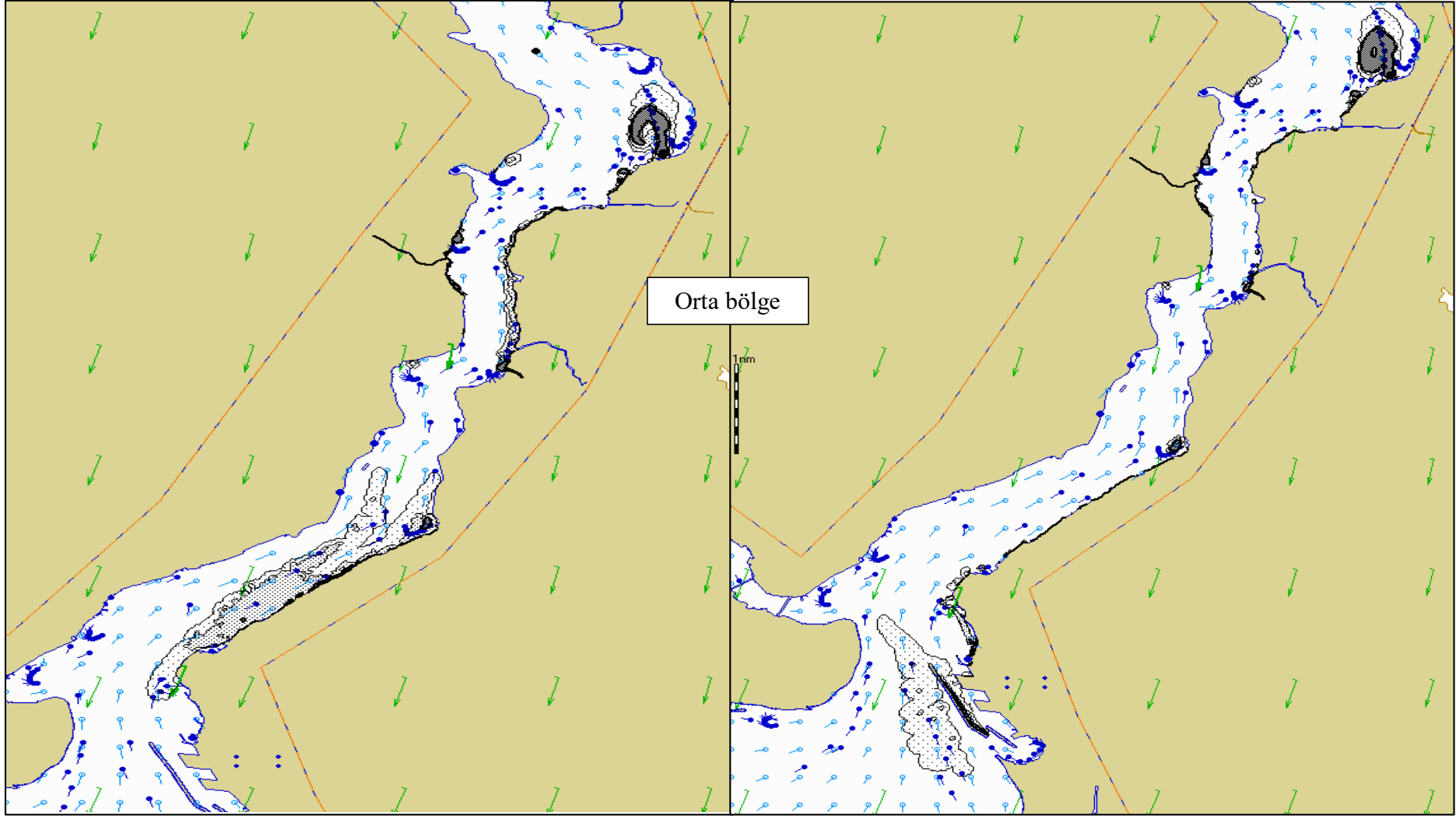
Çizelge E.4: İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2570	24,6	2,9	165	101	12,2	34,5
Modifiye	2763	1645	15	2,1	1101	78,6	11,4	37,9



Şekil E.15: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil E.16: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

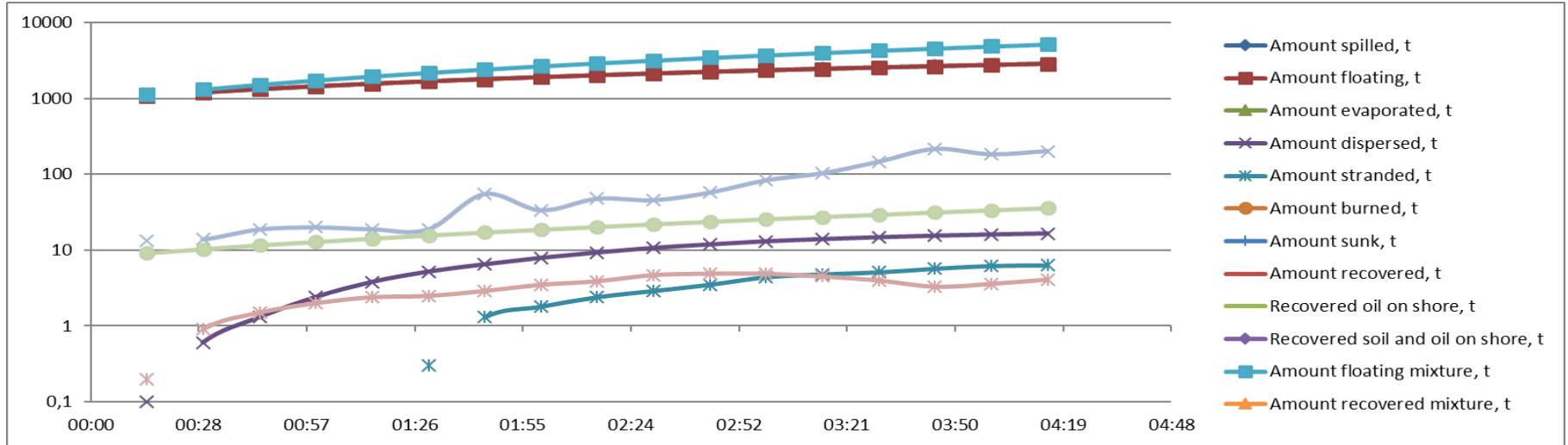


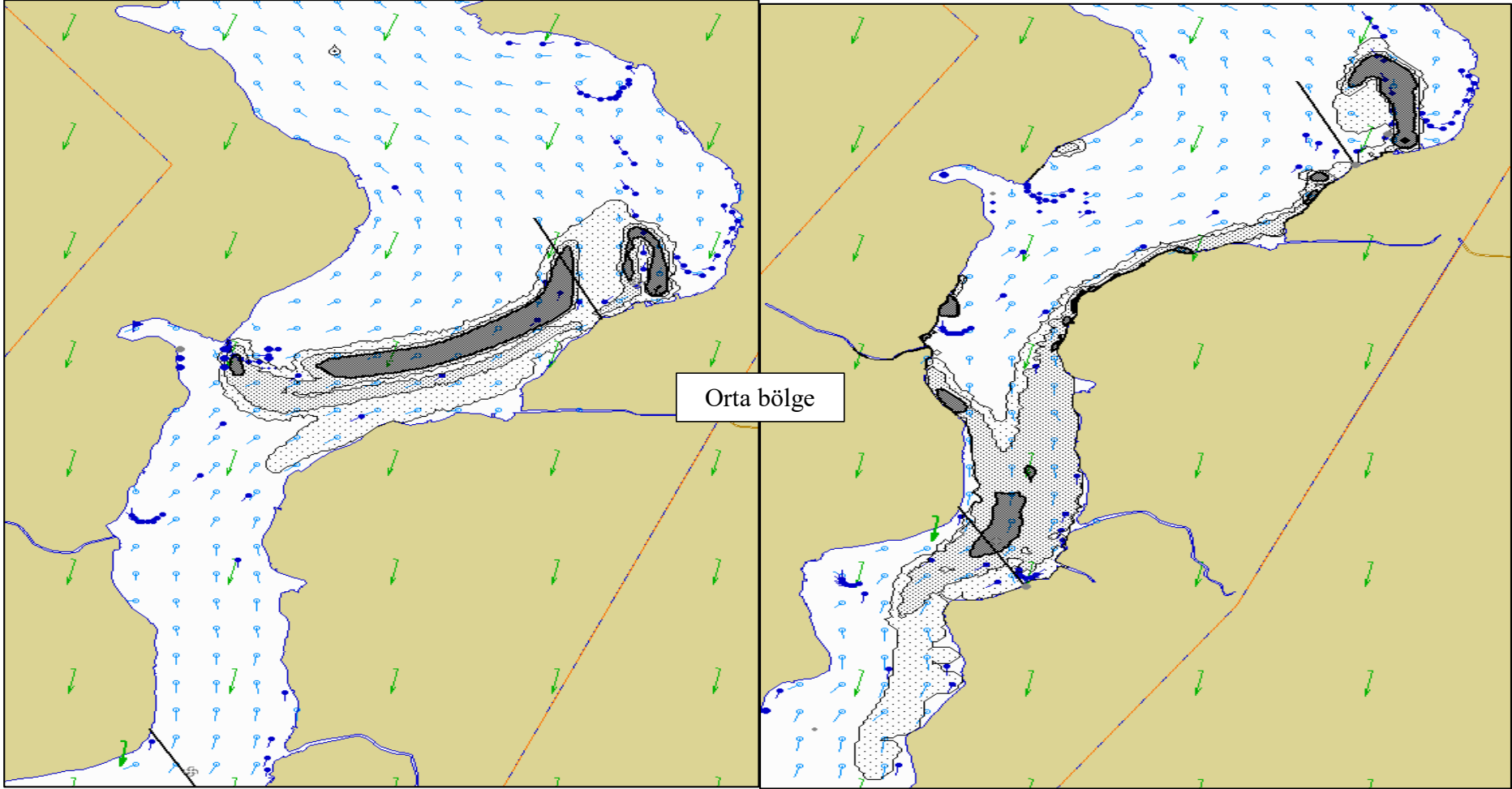
Şekil E.17: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil E.18: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge E.5: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

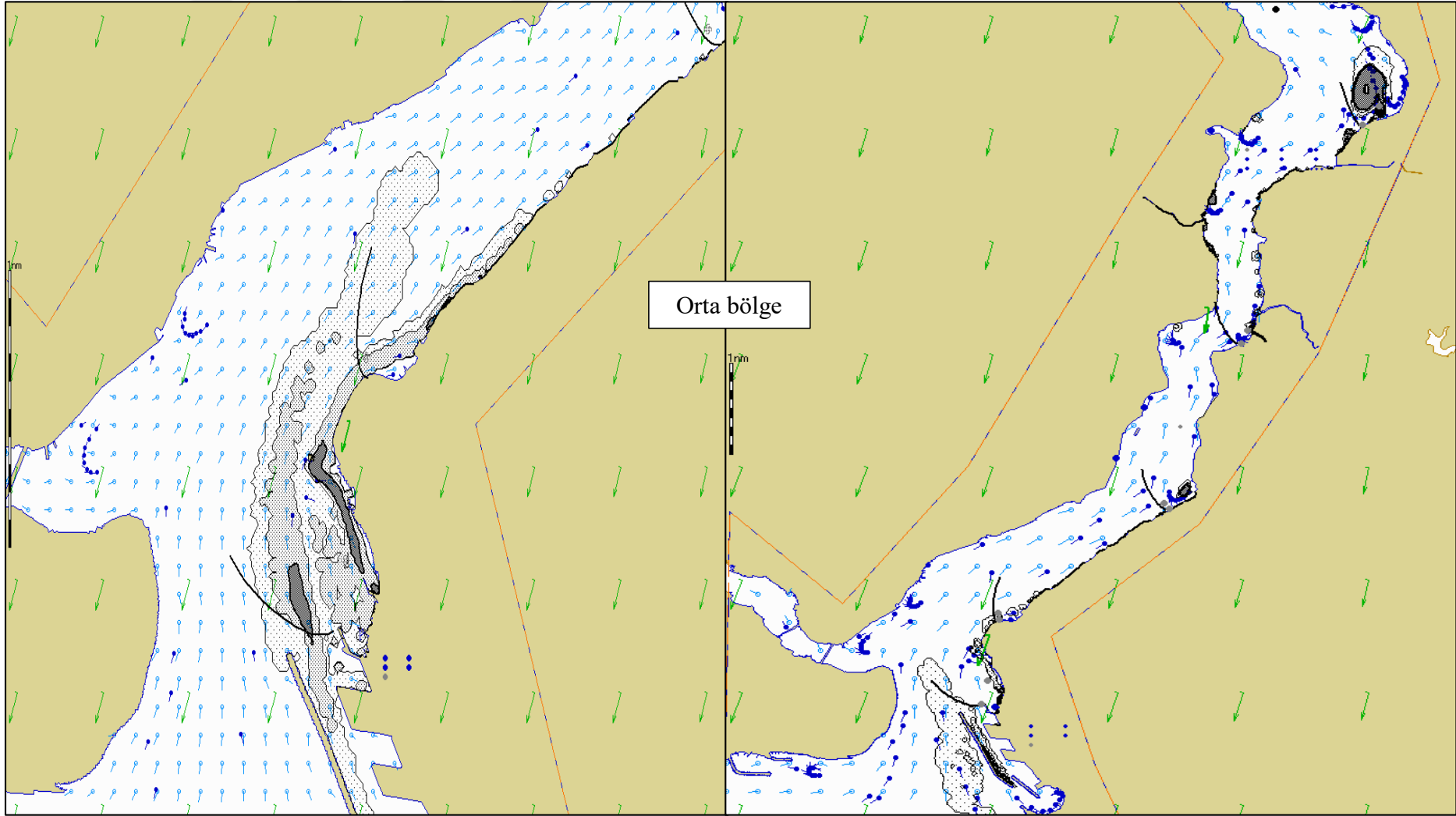
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,6	0	1321	0	13,9	0,9	10,3
01:00	1444	1442	2,4	0	1742	0	20	2	12,8
01:30	1680	1674	5,2	0,3	2194	0	18,8	2,5	15,6
02:00	1909	1899	7,9	1,8	2676	0	33,6	3,5	18,6
02:30	2132	2118	10,7	2,9	3189	0	45,6	4,7	21,9
03:00	2349	2331	13,1	4,4	3730	0	83,3	4,9	25,5
03:30	2559	2539	14,8	5,1	4297	0	146	4	29,3
04:00	2763	2741	16,1	6,2	4887	0	183	3,6	33,5





Şekil E.19: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

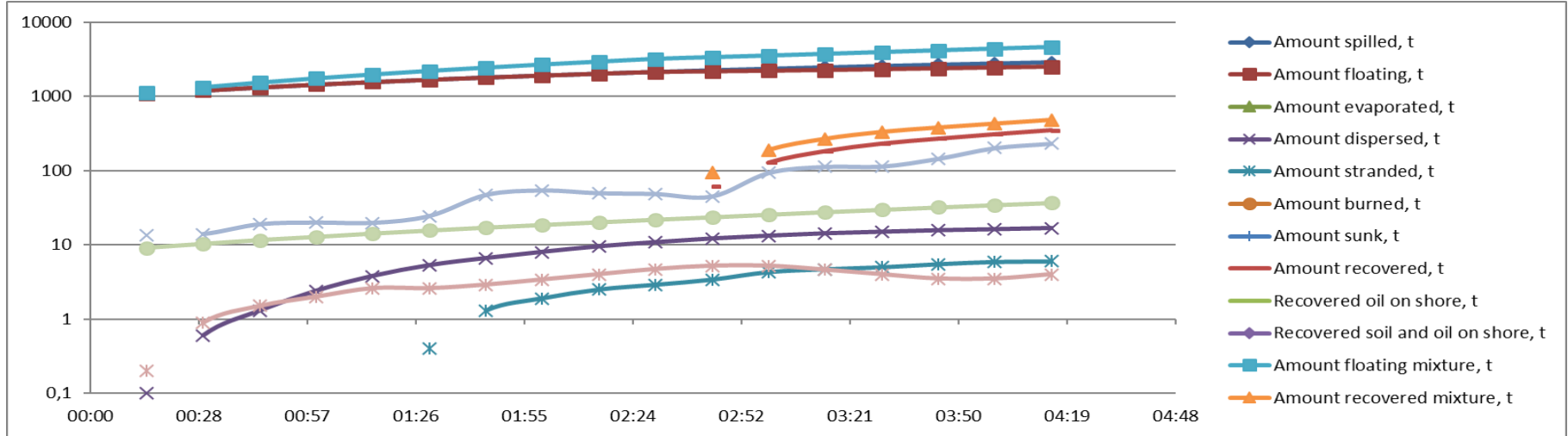
Şekil E.20: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

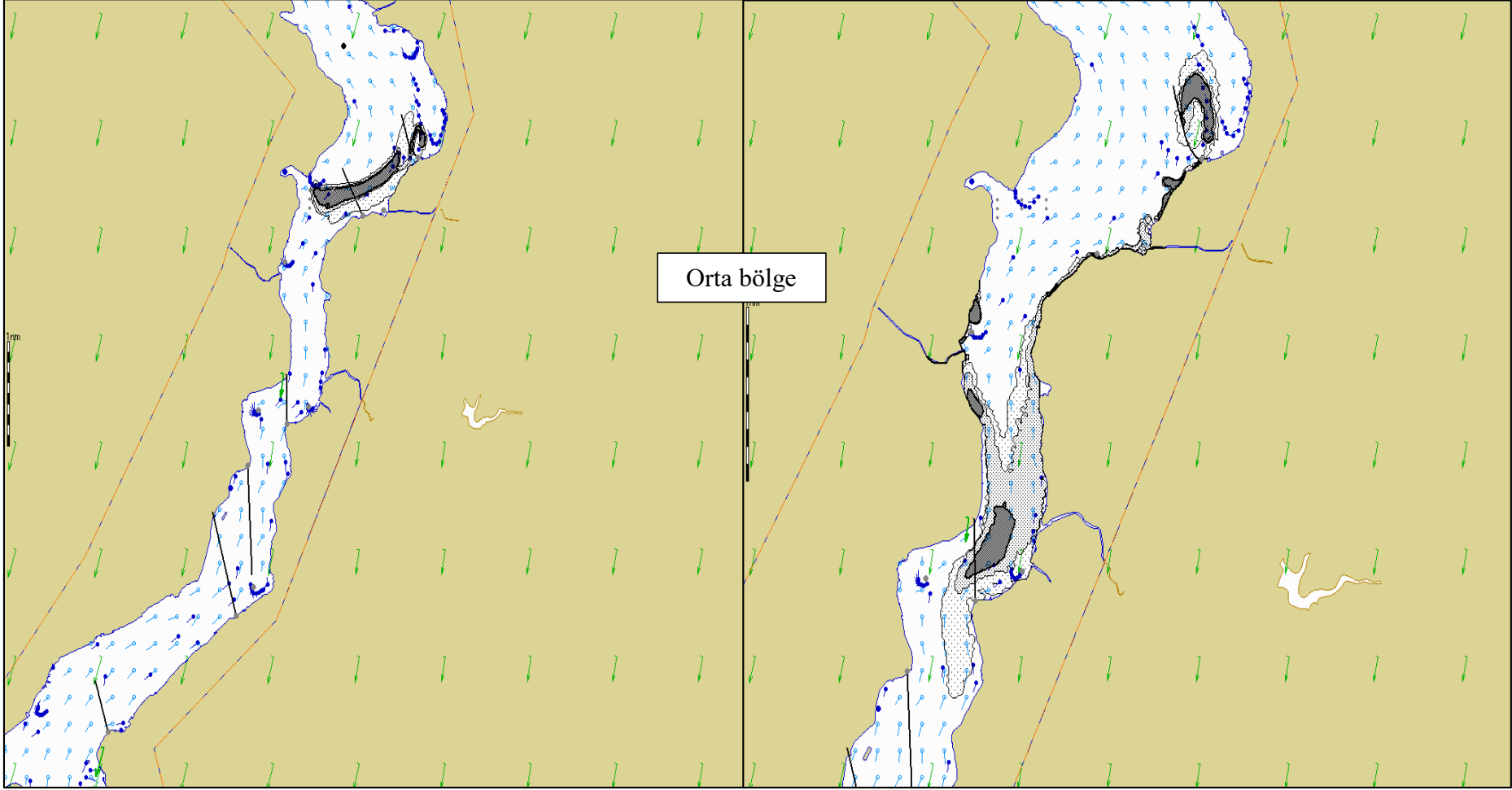


Şekil E.21: T+210 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). **Şekil E.22:** T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

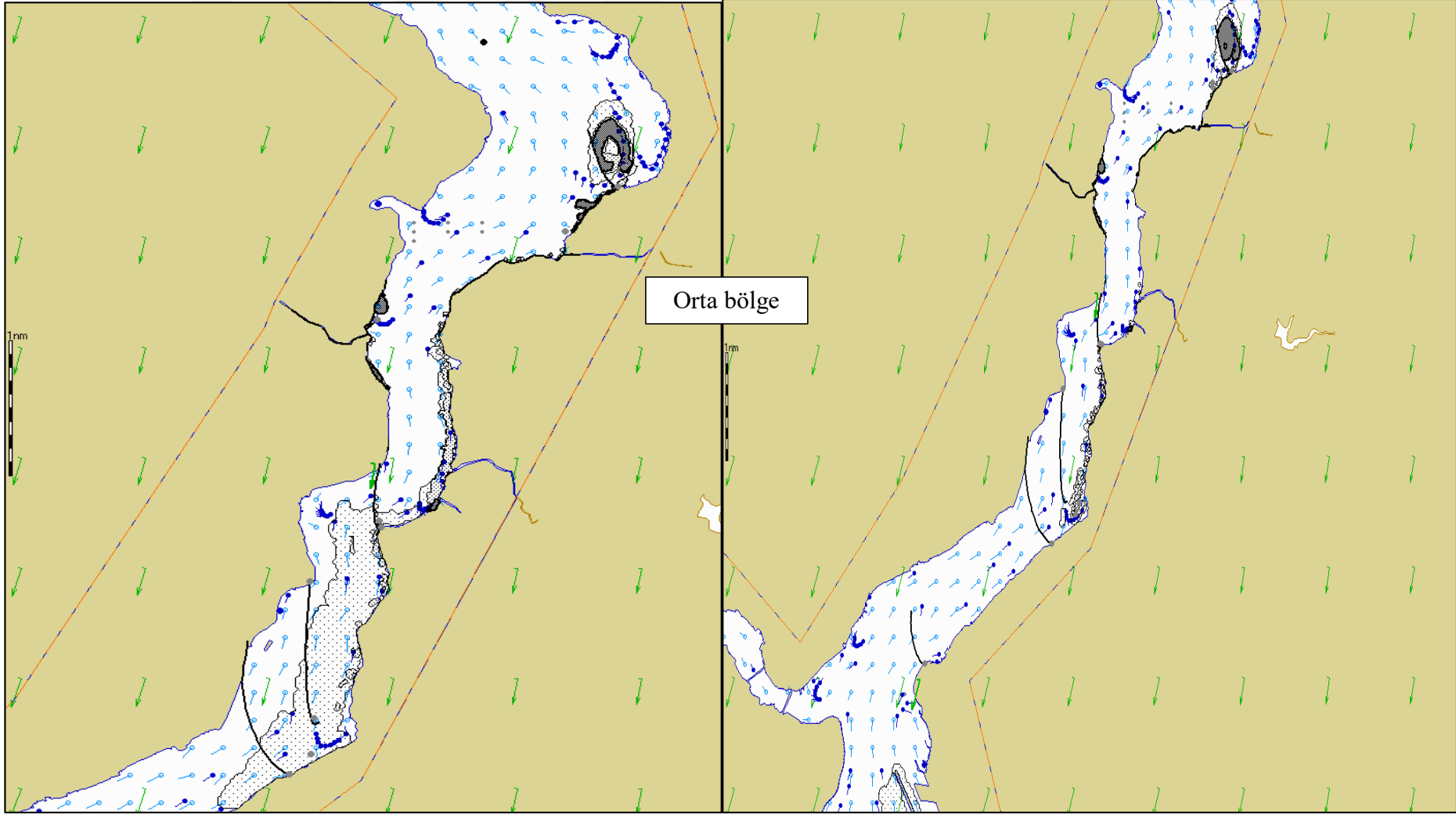
Çizelge E.6: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,6	0	0	1321	0	14	0,9	10,3
01:00	1444	1442	2,4	0	0	1742	0	20	2	12,8
01:30	1680	1674	5,3	0,4	0	2194	0	24,5	2,6	15,6
02:00	1909	1899	8	1,9	0	2676	0	54,3	3,4	18,6
02:30	2132	2118	10,8	2,9	0	3189	0	48,6	4,7	21,9
03:00	2349	2203	13,2	4,3	128	3532	188	93,4	5,2	25,6
03:30	2559	2309	14,9	5	231	3933	329	114	4	29,8
04:00	2763	2432	16,1	5,9	309	4386	426	202	3,5	34,5





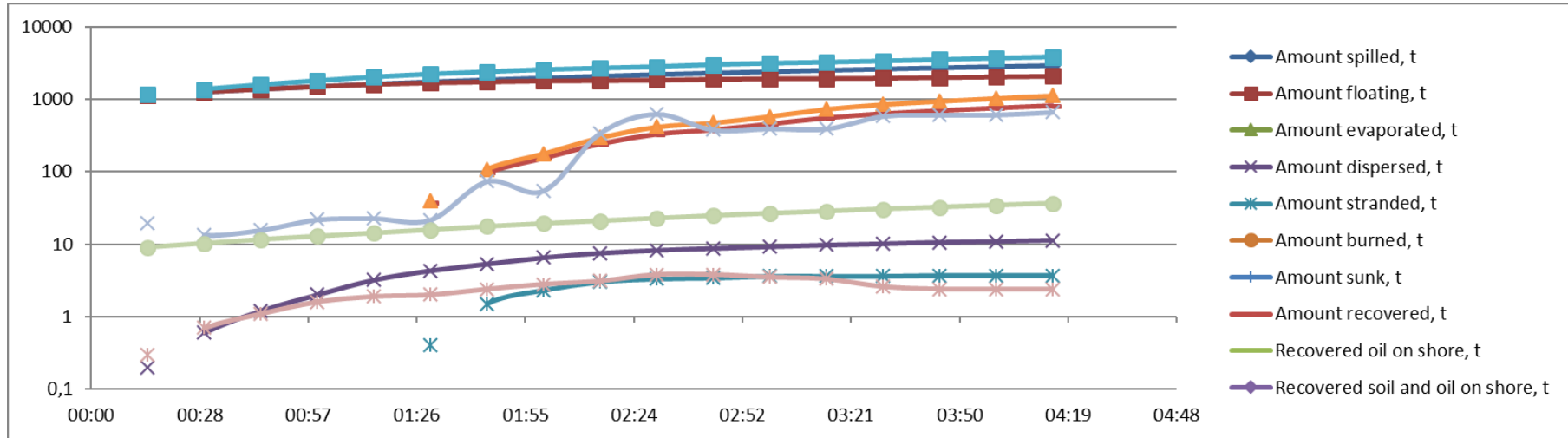
Şekil E.23: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil E.24: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

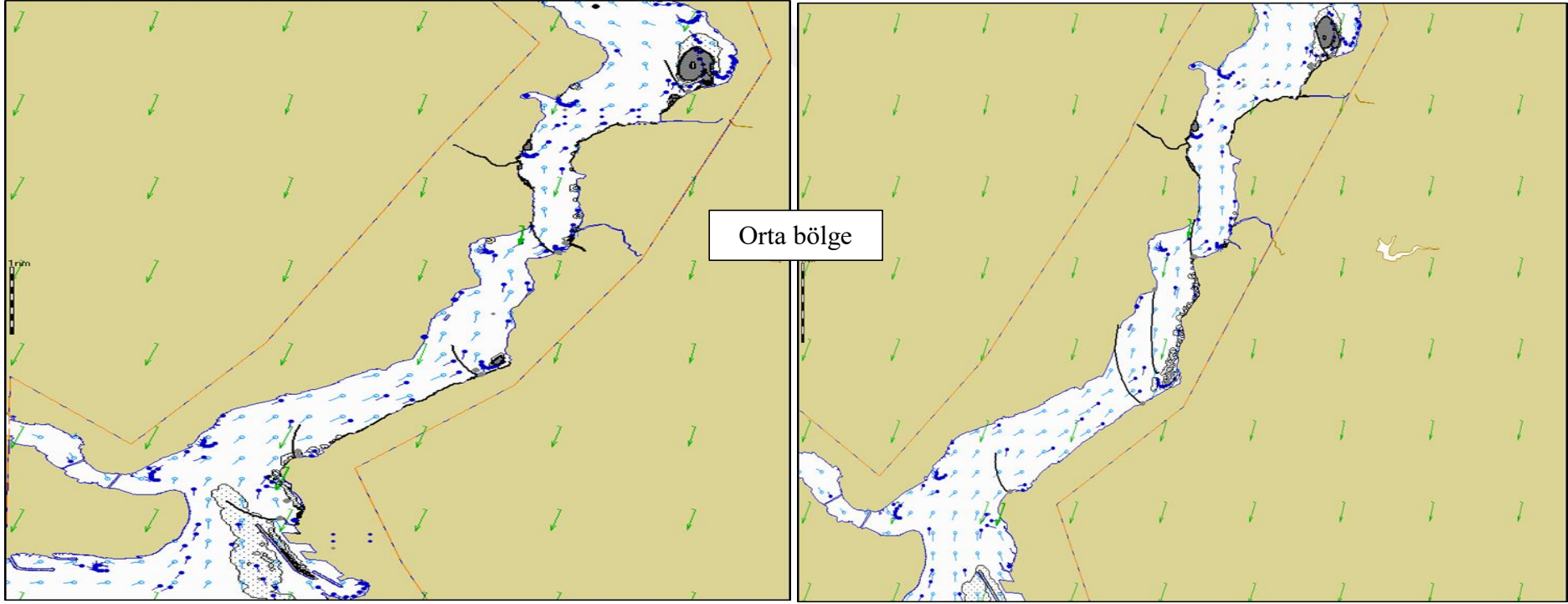


Şekil E.25: T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil E.26: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge E.7: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1243	1242	0,6	0	0	1366	0	13,4	0,7	10,3
01:00	1484	1482	2	0	0	1792	0	21,8	1,6	12,9
01:30	1718	1676	4,3	0,4	37,8	2209	39,4	21,6	2	15,8
02:00	1946	1784	6,5	2,3	154	2547	176	54,6	2,8	19,2
02:30	2168	1830	8,2	3,3	327	2795	412	625	3,8	22,7
03:00	2384	1921	9,2	3,6	450	3124	577	393	3,5	26,5
03:30	2594	1956	10,1	3,6	623	3351	845	585	2,6	30,3
04:00	2763	2038	10,9	3,7	744	3664	1029	610	2,4	34,2

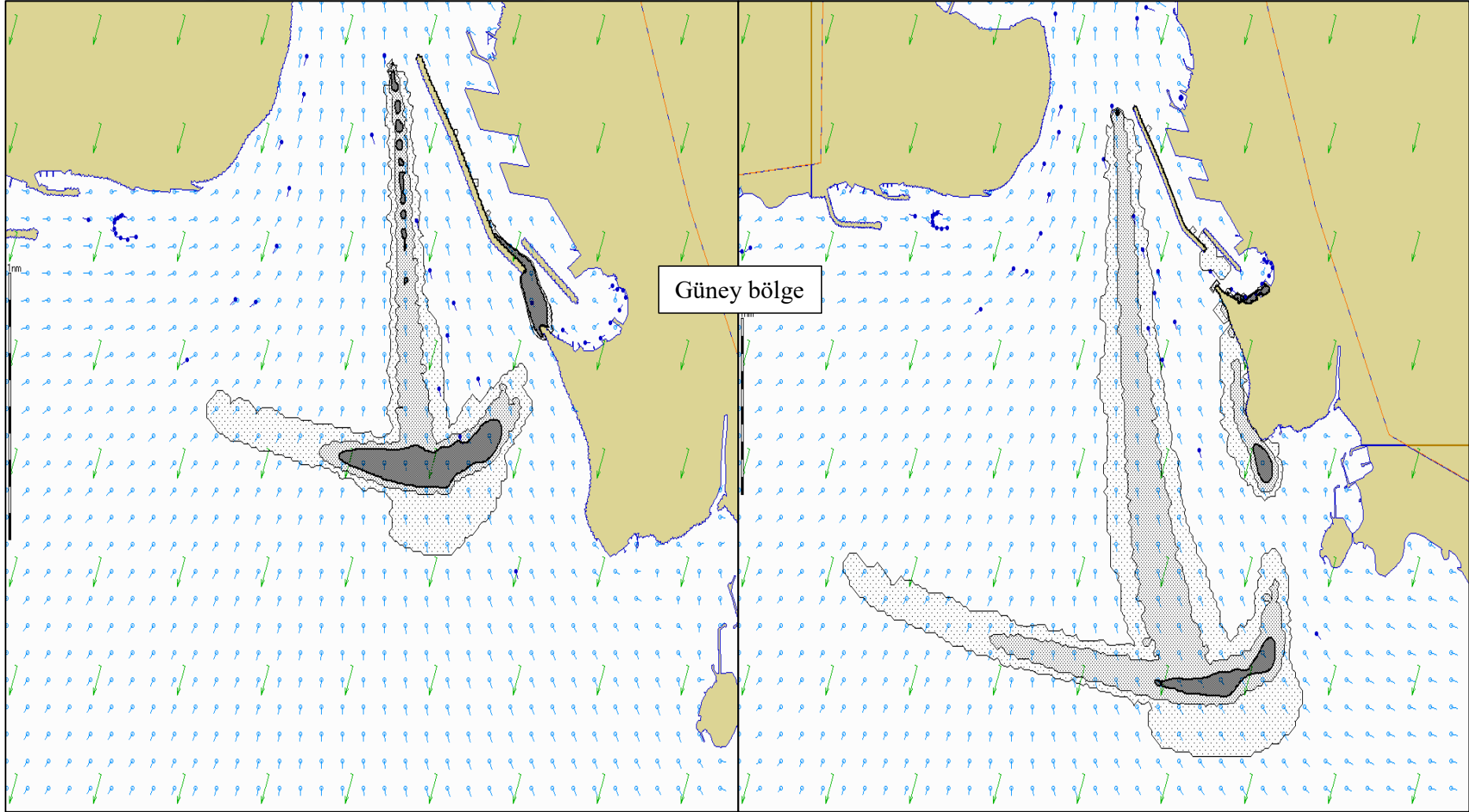




Şekil E.27: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil E.28: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

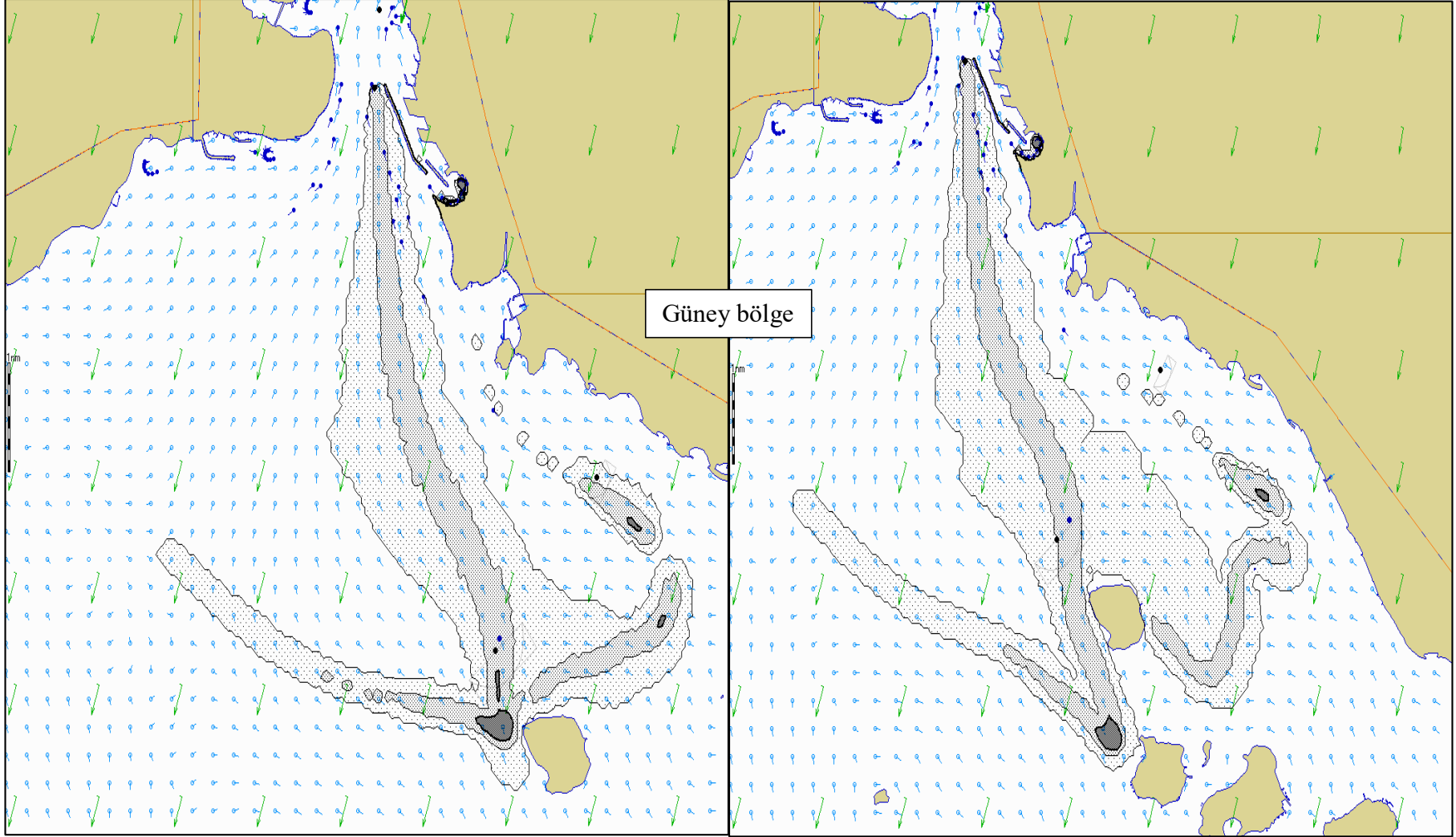
Çizelge E.8: İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).

Müdahale Vasitaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2432	16,1	5,9	309	202	3,5	34,5
Modifiye	2763	2038	10,9	3,7	1101	610	2,4	34,2



Şekil E.29: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil E.30: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

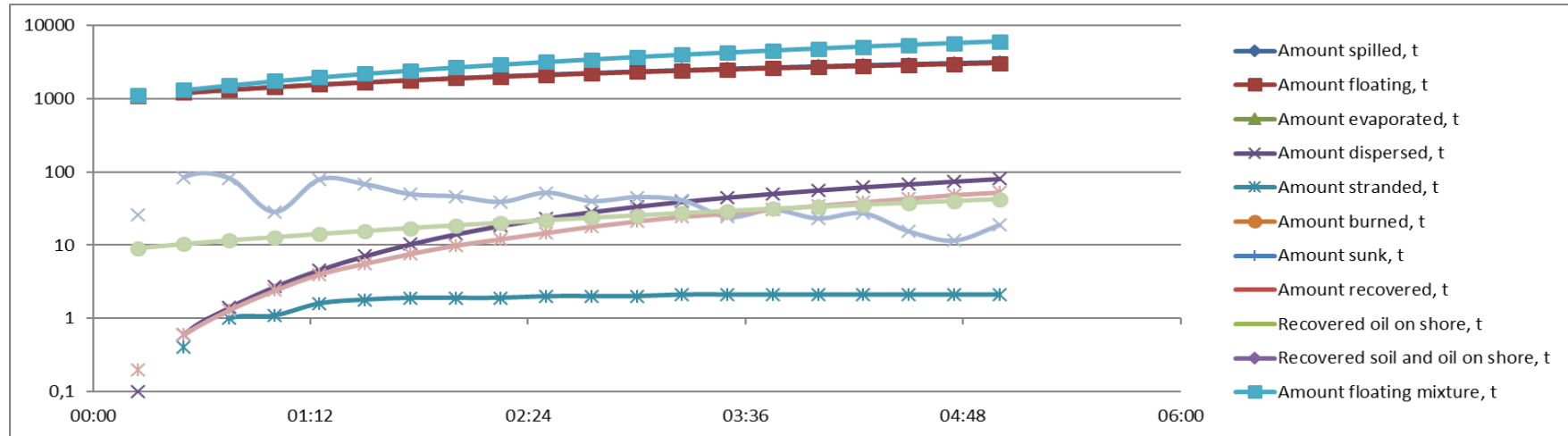


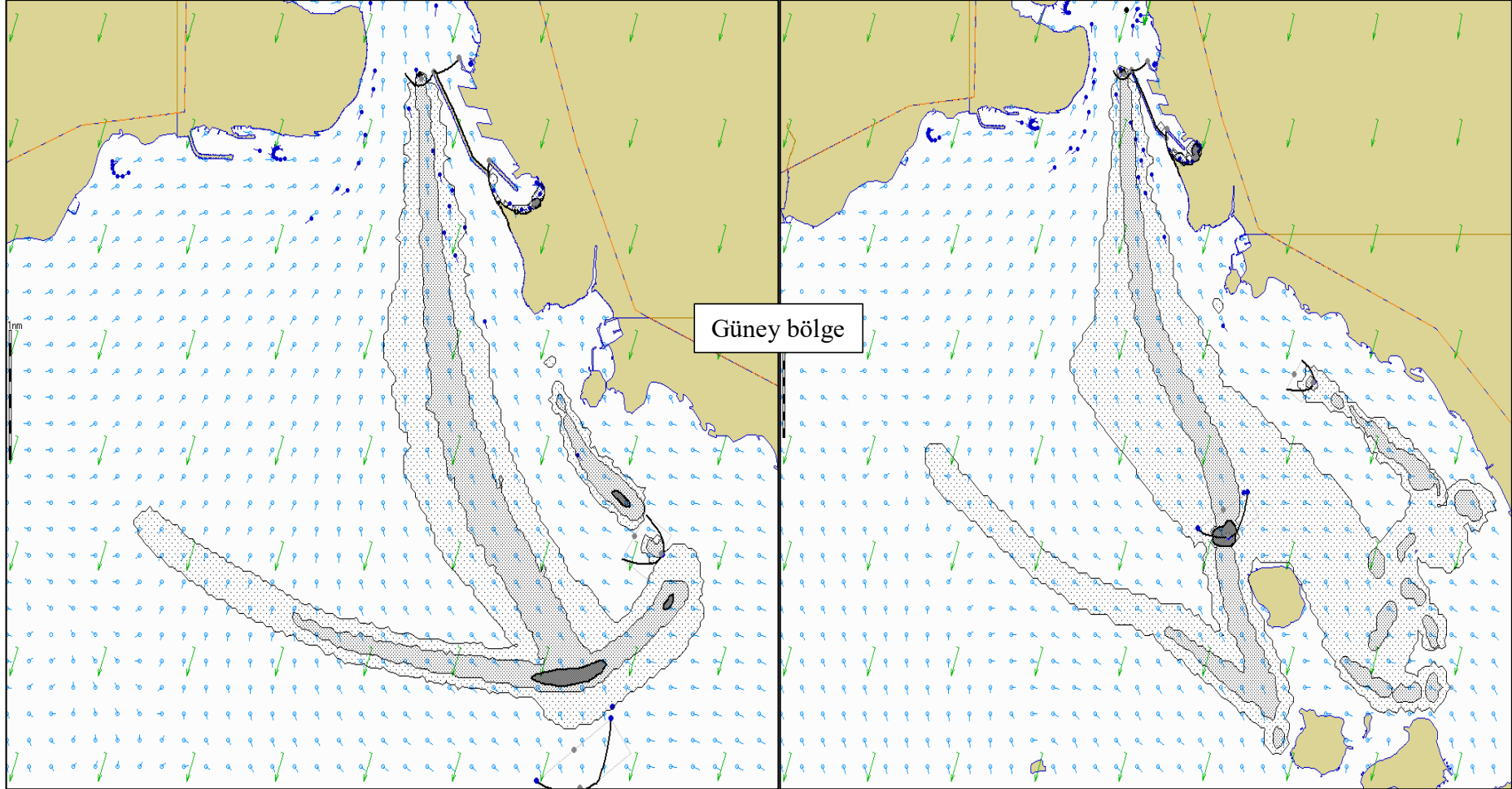
Şekil E.31: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil E.32: T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge E.9: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

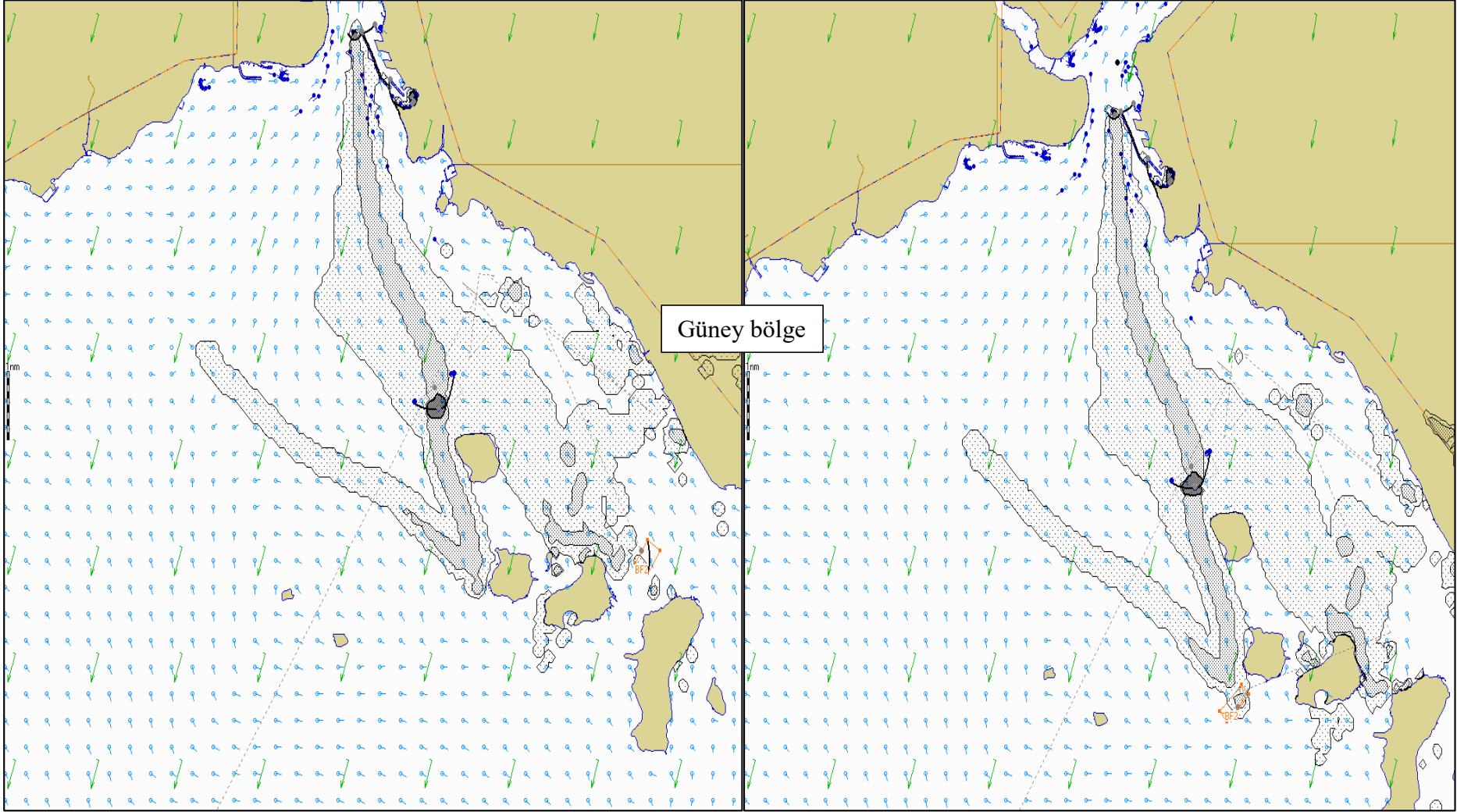
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1201	0,6	0,4	1320	84,5	0,6	10,3
01:00	1444	1440	2,7	1,1	1740	28,4	2,4	12,8
01:30	1680	1671	7,1	1,8	2190	67,6	5,6	15,6
02:00	1909	1893	14,1	1,9	2668	46,2	9,9	18,6
02:30	2132	2107	23,2	2	3173	51,9	14,7	21,9
03:00	2349	2313	33,7	2	3702	45,1	21,1	25,5
03:30	2559	2512	44,8	2,1	4254	24,2	26,9	29,4
04:00	2763	2705	56,2	2,1	4825	23,2	34,5	33,5
04:30	2961	2891	68	2,1	5413	15,5	43,3	37,9
05:00	3153	3071	80,4	2,1	6012	18,8	52,2	42,6





Şekil E.33: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil E.34: T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

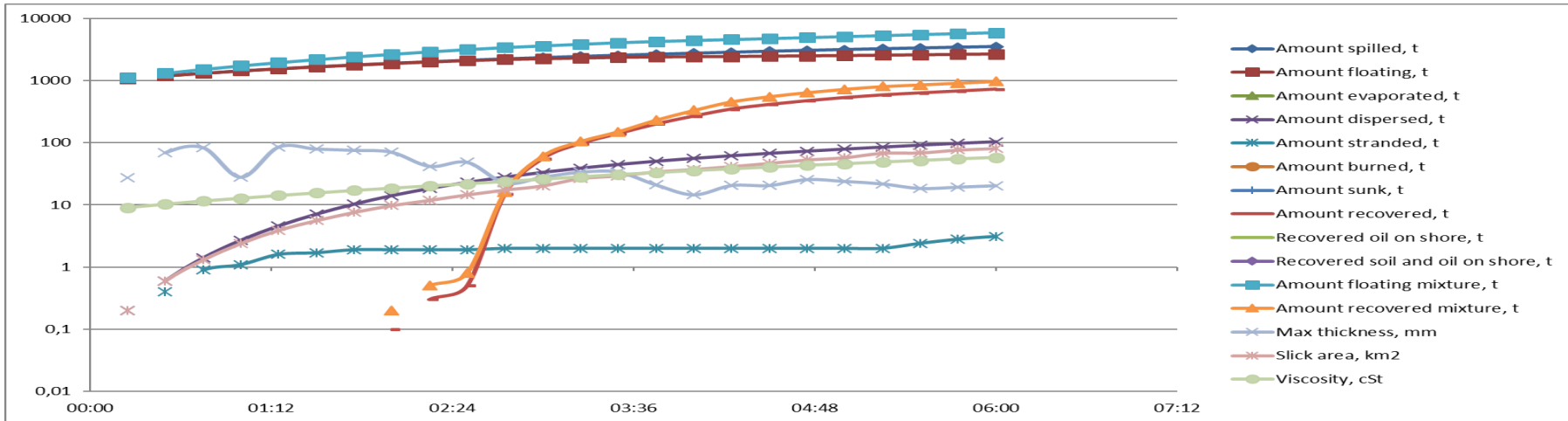


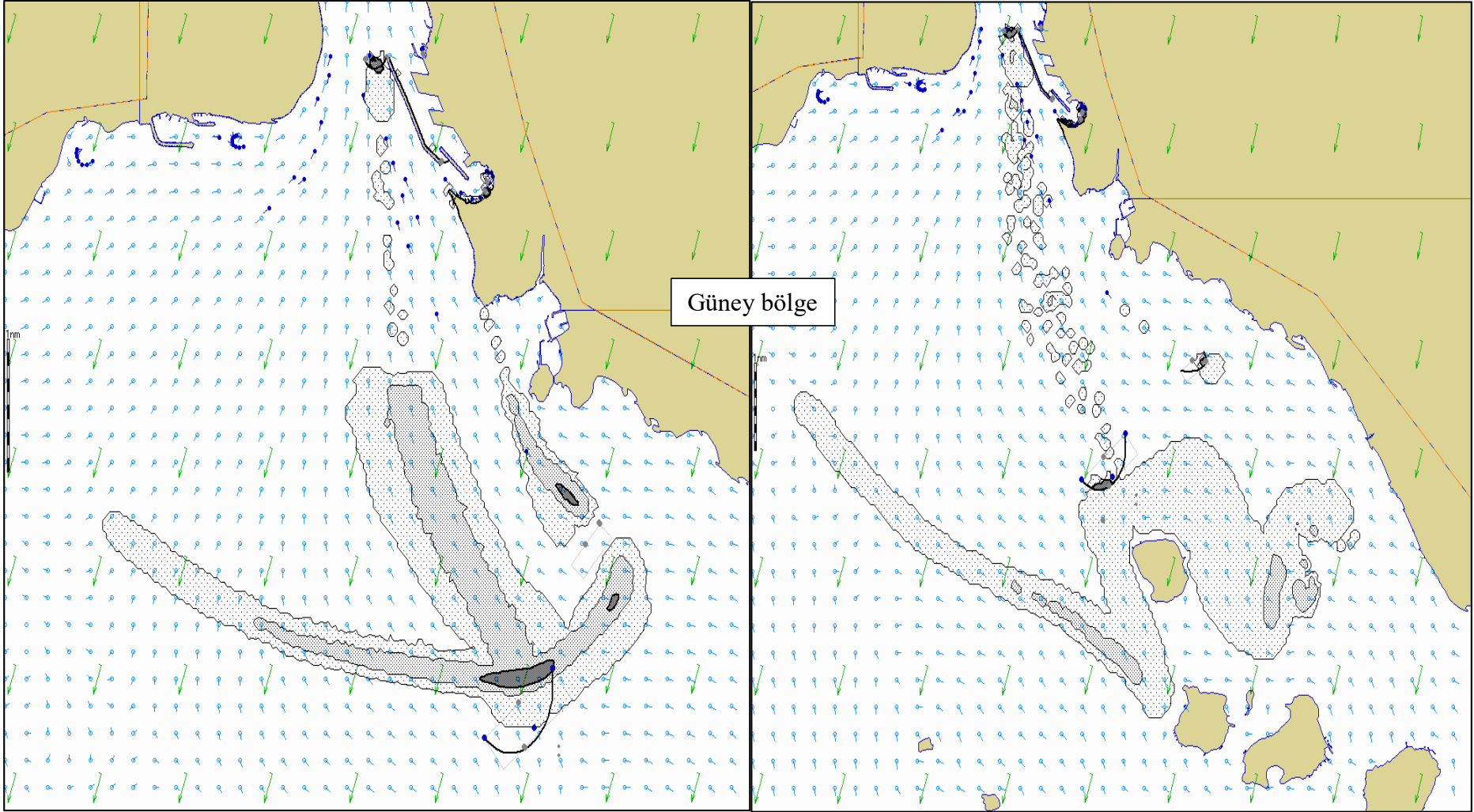
Şekil E.35: T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil E.36: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Çizelge E.10: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazi güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1201	0,6	0,4	0	1320	0	69,4	0,6	10,3
01:00	1444	1440	2,7	1,1	0	1740	0	28	2,4	12,8
01:30	1680	1671	7,1	1,7	0	2190	0	79,6	5,6	15,6
02:00	1909	1893	14,1	1,9	0,1	2668	0,2	70,7	9,8	18,6
02:30	2132	2106	23,1	1,9	0,5	3172	0,8	48,7	14,6	21,9
03:00	2349	2258	33,4	2	55,6	3638	61,1	28	20,4	25,9
03:30	2559	2373	44,8	2	140	4087	151	33,9	29,5	30,7
04:00	2763	2437	56,2	2	268	4448	333	14,6	37,5	35,6
04:30	2961	2480	67,6	2	412	4767	554	20,6	47	40,6
05:00	3153	2539	79,2	2	533	5123	732	24	58,1	46
05:30	3339	2611	91,7	2,4	633	5519	861	18,5	69,4	51,8
06:00	3518	2684	104	3,1	727	5922	976	20,5	81,7	57,9

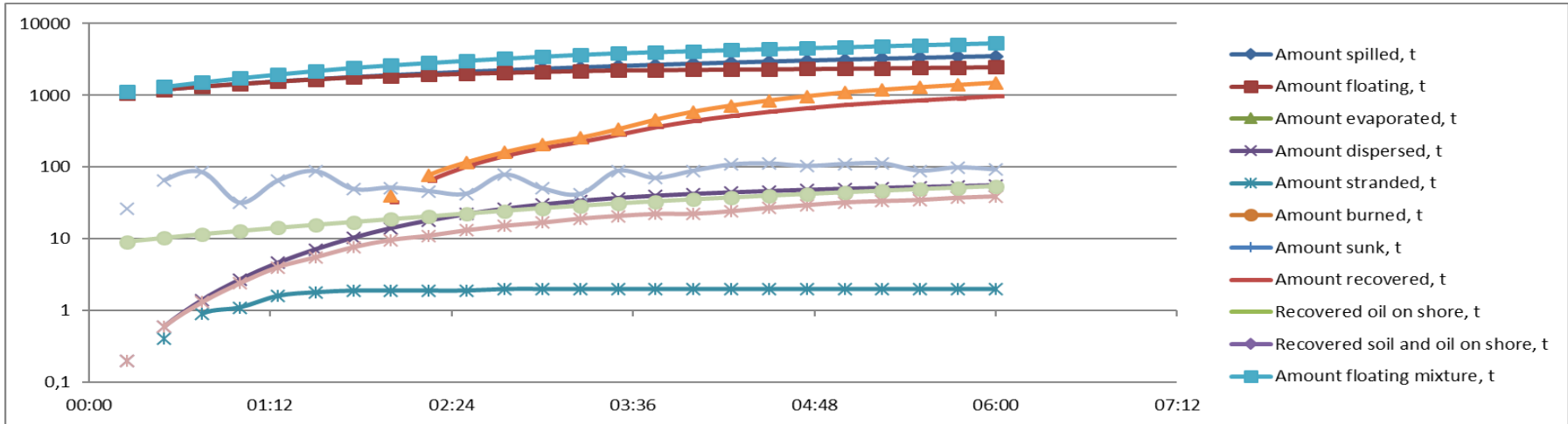


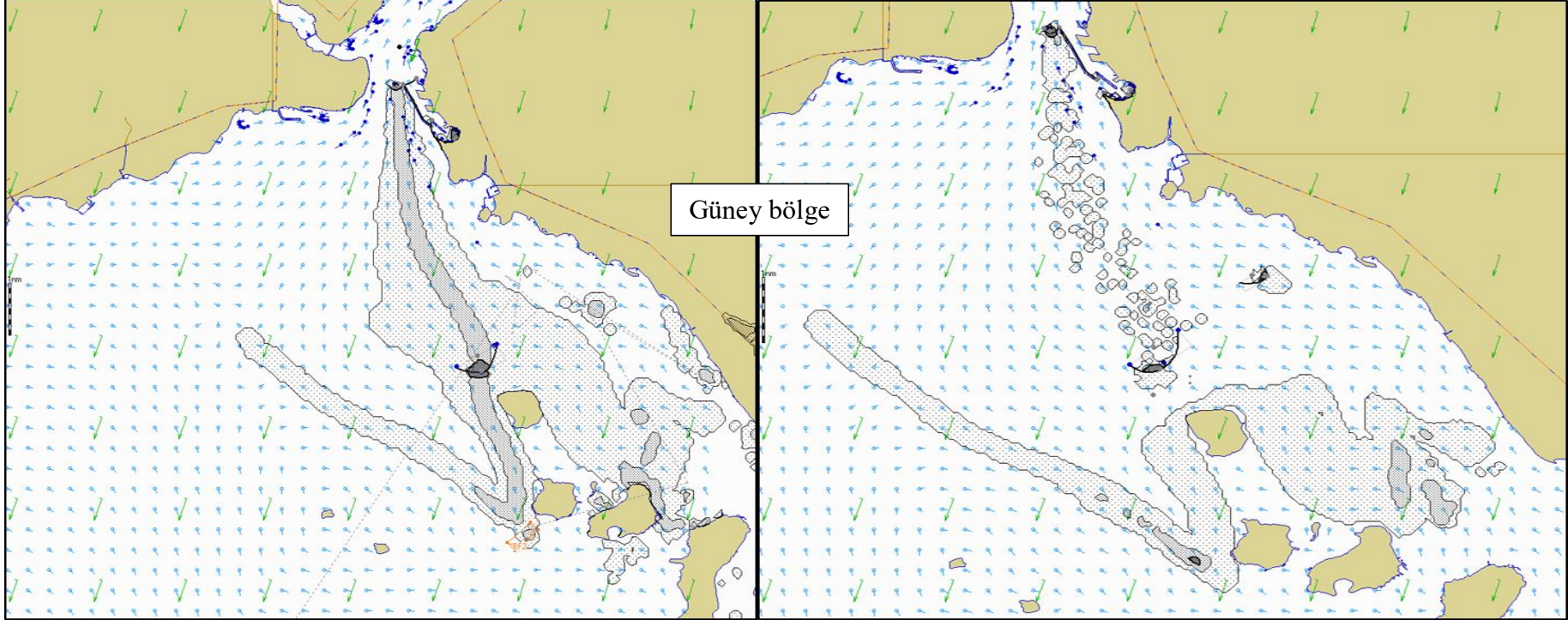


Şekil E.37: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil E.38: T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge E.11: Sonbahar mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1201	0,6	0,4	0	1320	0	65,3	0,6	10,3
01:00	1444	1440	2,7	1,1	0	1740	0	31,6	2,4	12,8
01:30	1680	1671	7,1	1,8	0	2190	0	87,4	5,5	15,6
02:00	1909	1860	14	1,9	33,1	2627	40	51,4	9,6	18,7
02:30	2132	2004	22	1,9	103	3046	117	42,3	13,1	22,4
03:00	2349	2131	29,8	2	185	3468	208	50,4	16,7	26,6
03:30	2559	2237	36,8	2	283	3866	335	88,1	20,7	30,9
04:00	2763	2278	41,9	2	442	4142	589	88,4	22,2	35,2
04:30	2961	2320	45,9	2	594	4415	843	112	26,8	39,6
05:00	3153	2362	49,3	2	740	4689	1090	110	32	44,1
05:30	3339	2426	52,2	2	859	5009	1287	88,7	34,6	48,8
06:00	3518	2484	55,2	2	977	5318	1488	92	38,8	53,6



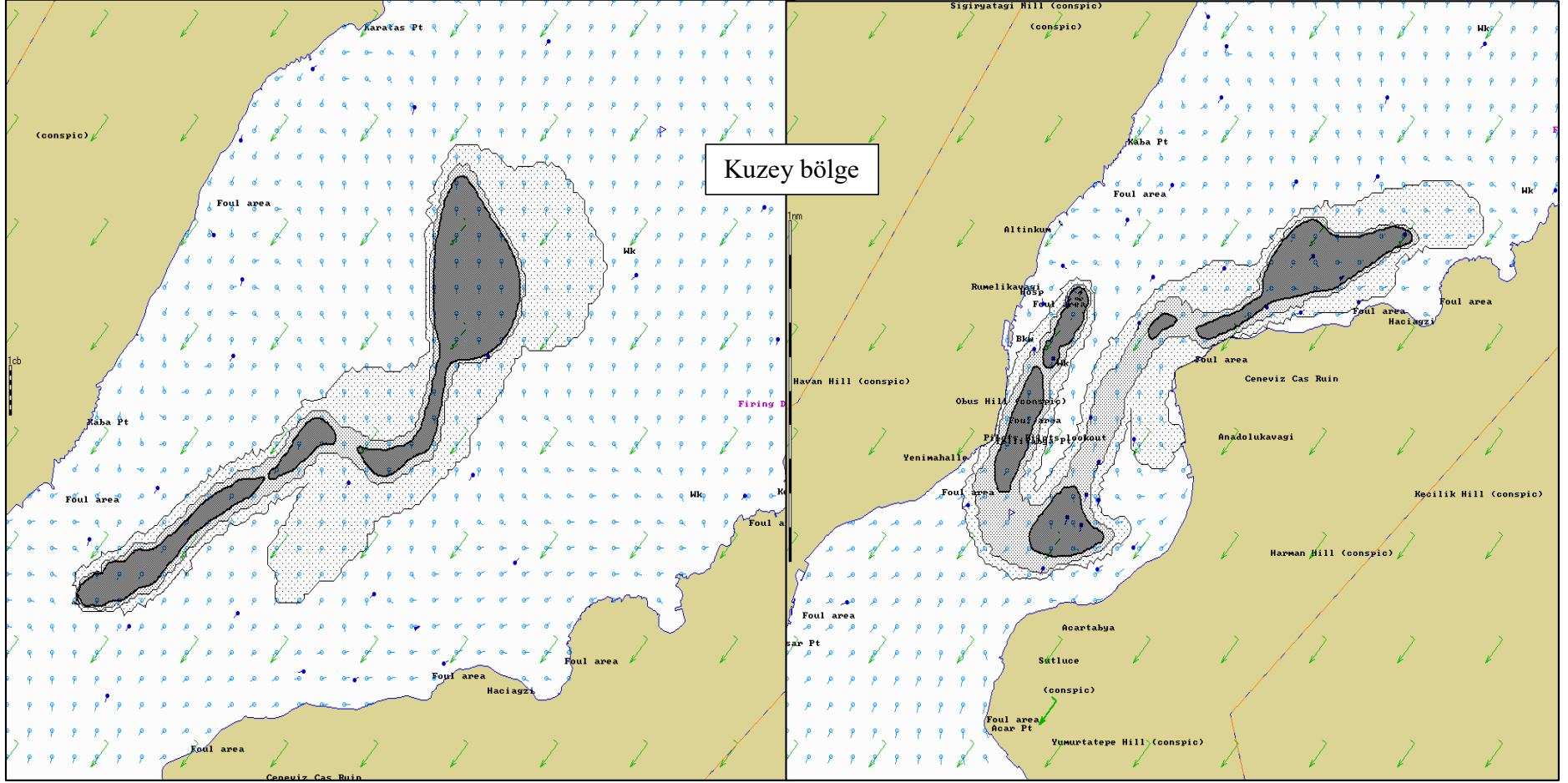


Şekil E.41: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil E.42: T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge E.12: İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Sonbahar).

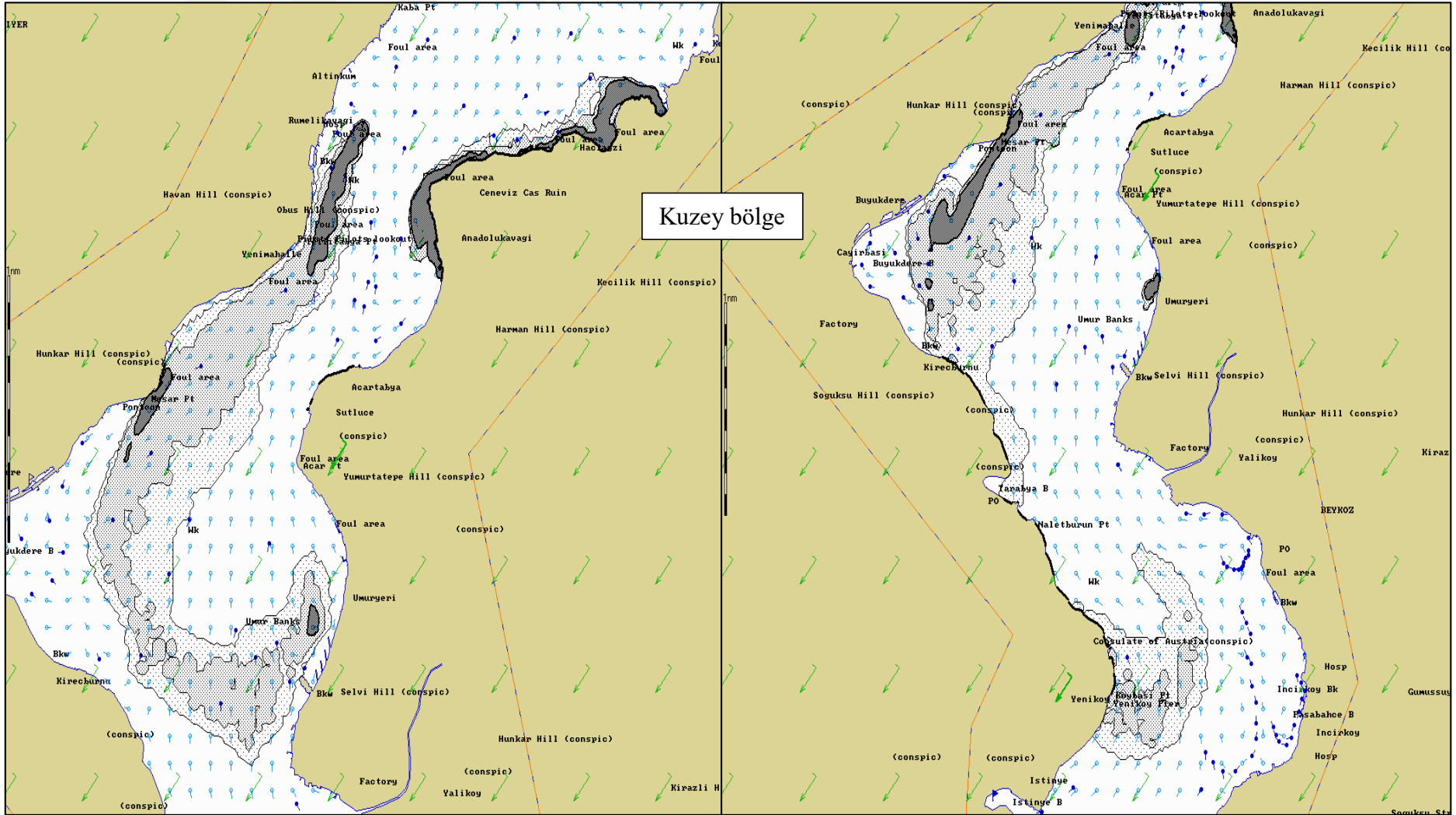
Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	3518	2684	104	3,1	727	20,5	81,7	57,9
Modifiye	3518	2484	55,2	2	977	92	38,8	53,6

EK F: İstanbul Boğazı Kış mevsimi Kuzey, orta ve Güney bölgesi için PISCES-II sisteminde oluşturulan senaryoların yakıt yayılımı ve müdahale sonuçları.



Şekil F.1: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.2: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

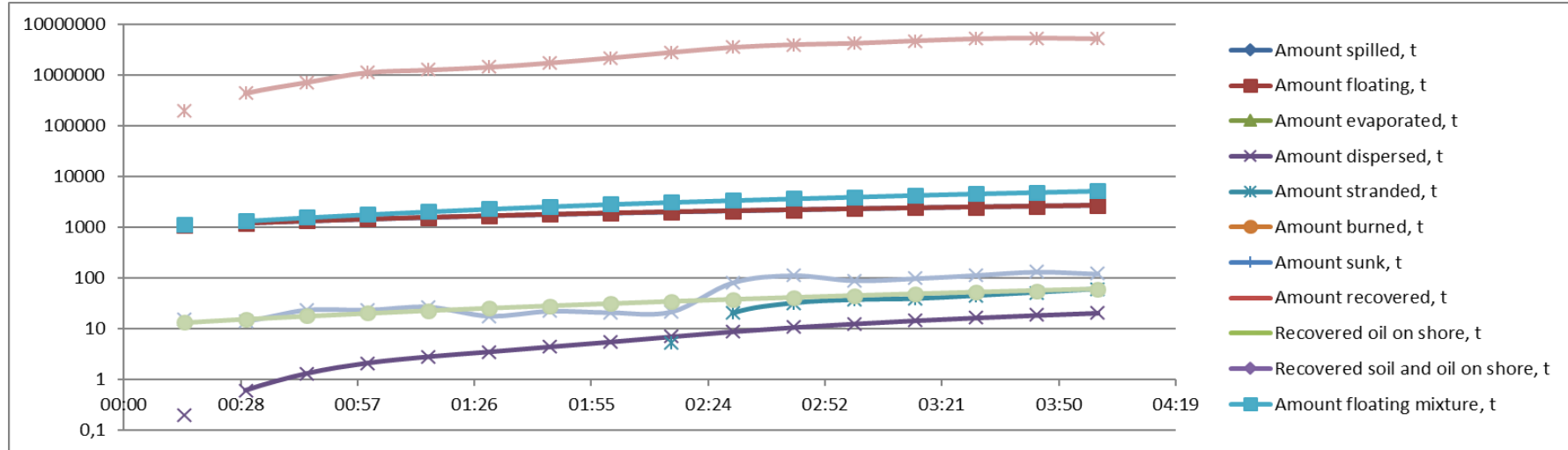


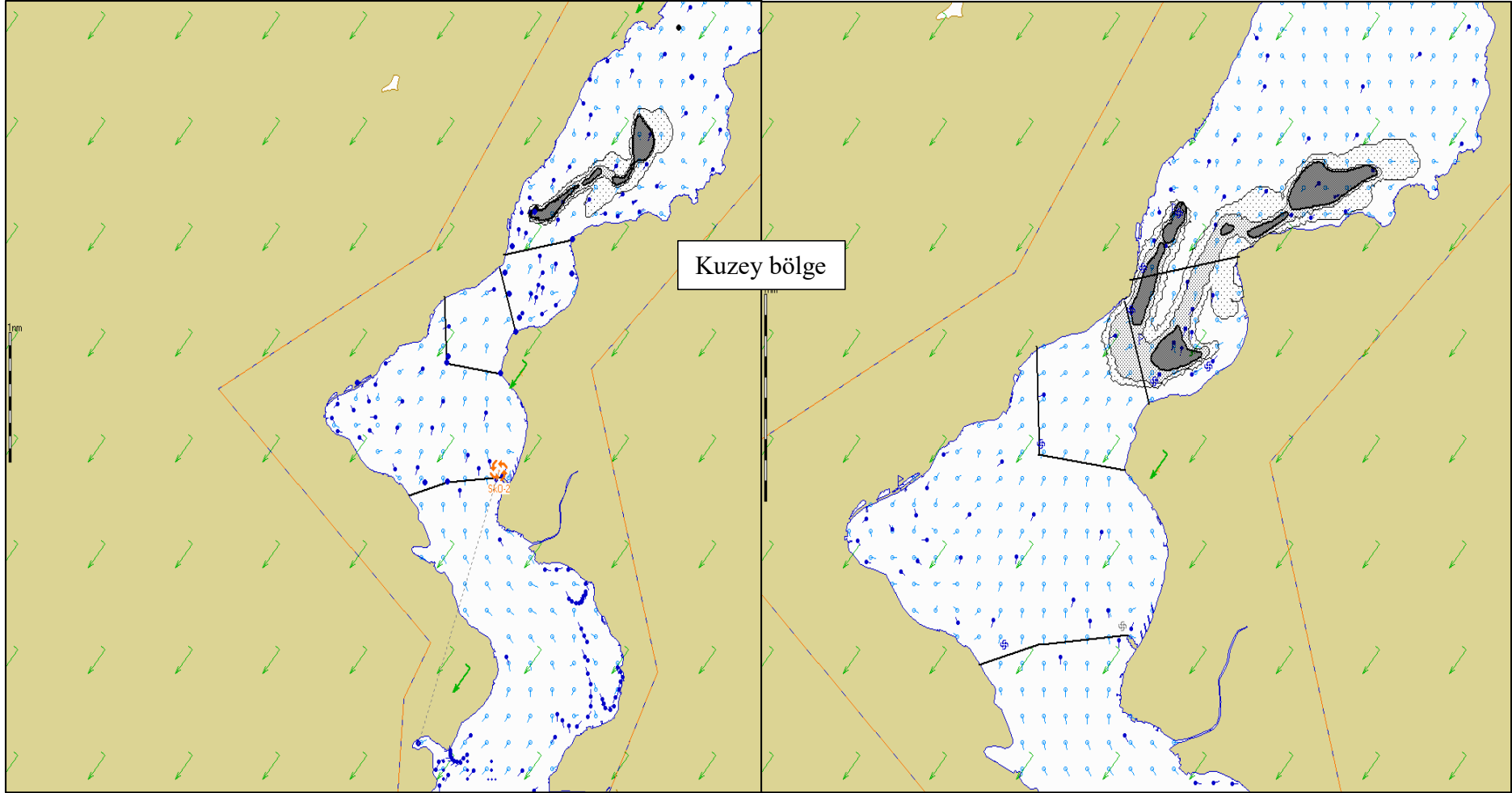
Şekil F.3: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.4: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge F.1: Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı (Müdahale yok).

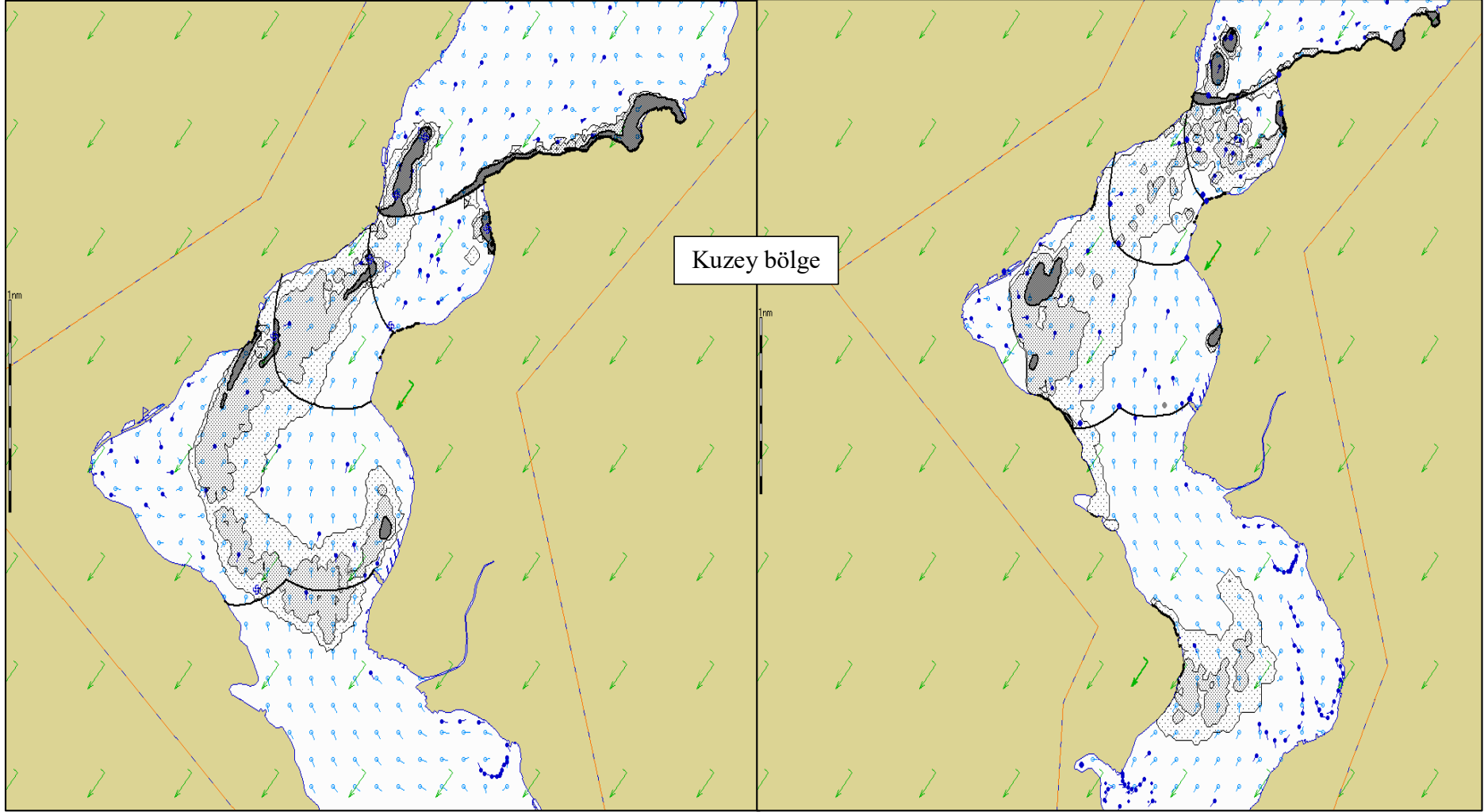
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, m ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,6	0	1346	14,3	444123	15,6
01:00	1444	1442	2,1	0	1807	23,3	1133199	20,2
01:30	1680	1676	3,5	0	2310	17,7	1442707	25,5
02:00	1909	1903	5,5	0	2854	20,7	2194385	31,3
02:30	2132	2103	8,8	20,2	3396	81,4	3525268	37,7
03:00	2349	2299	12,6	37,1	3969	89,4	4237769	44,6
03:30	2559	2498	16,6	44,5	4583	114	5182702	52,1
04:00	2763	2683	20,6	59,9	5200	121	5181327	60





Şekil F.5: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.6: T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

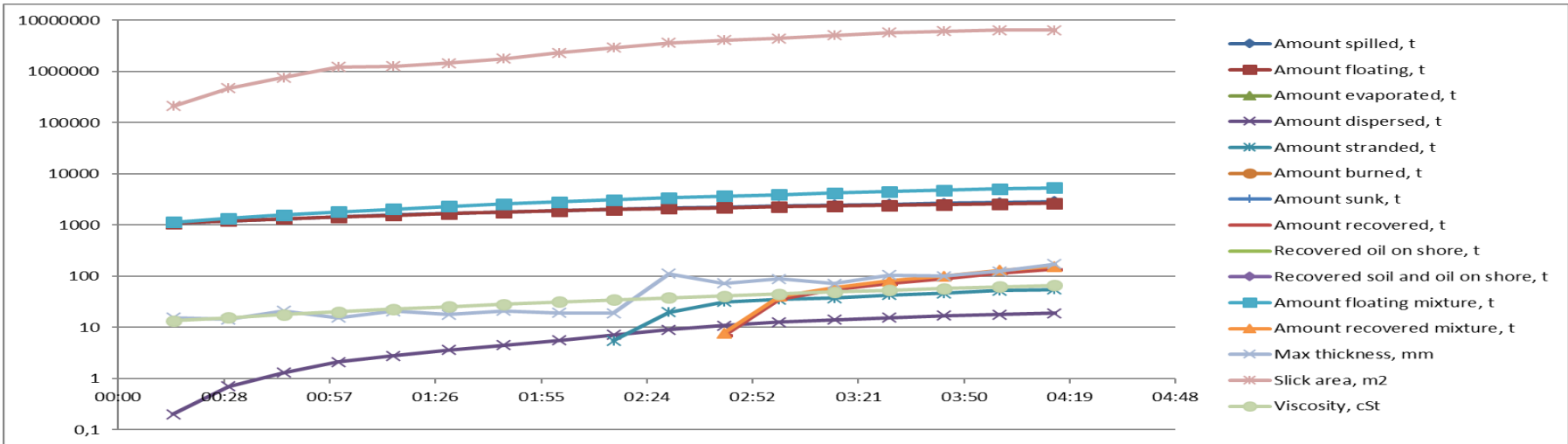


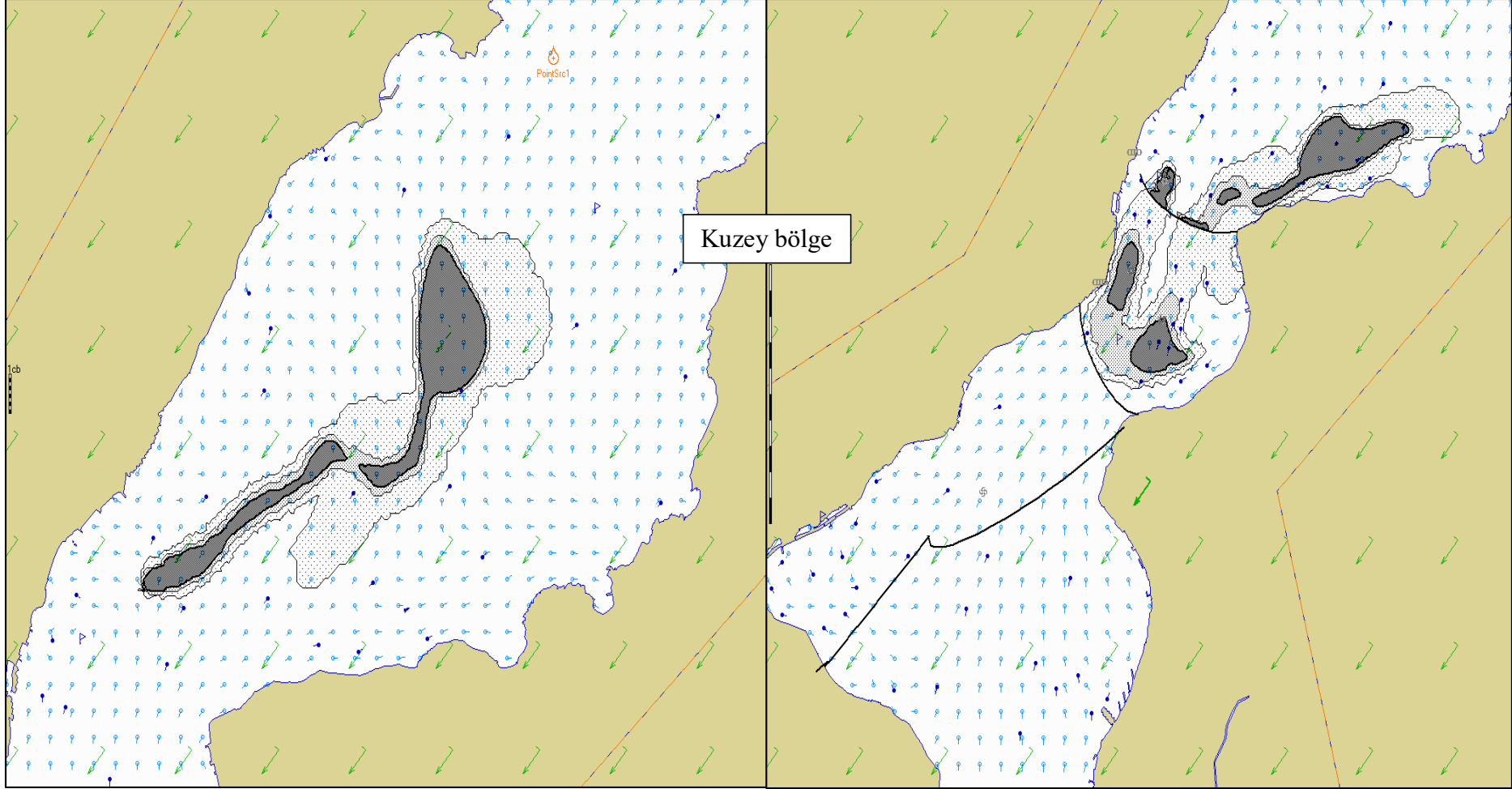
Şekil F.7: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.8: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Çizelge F.2: Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

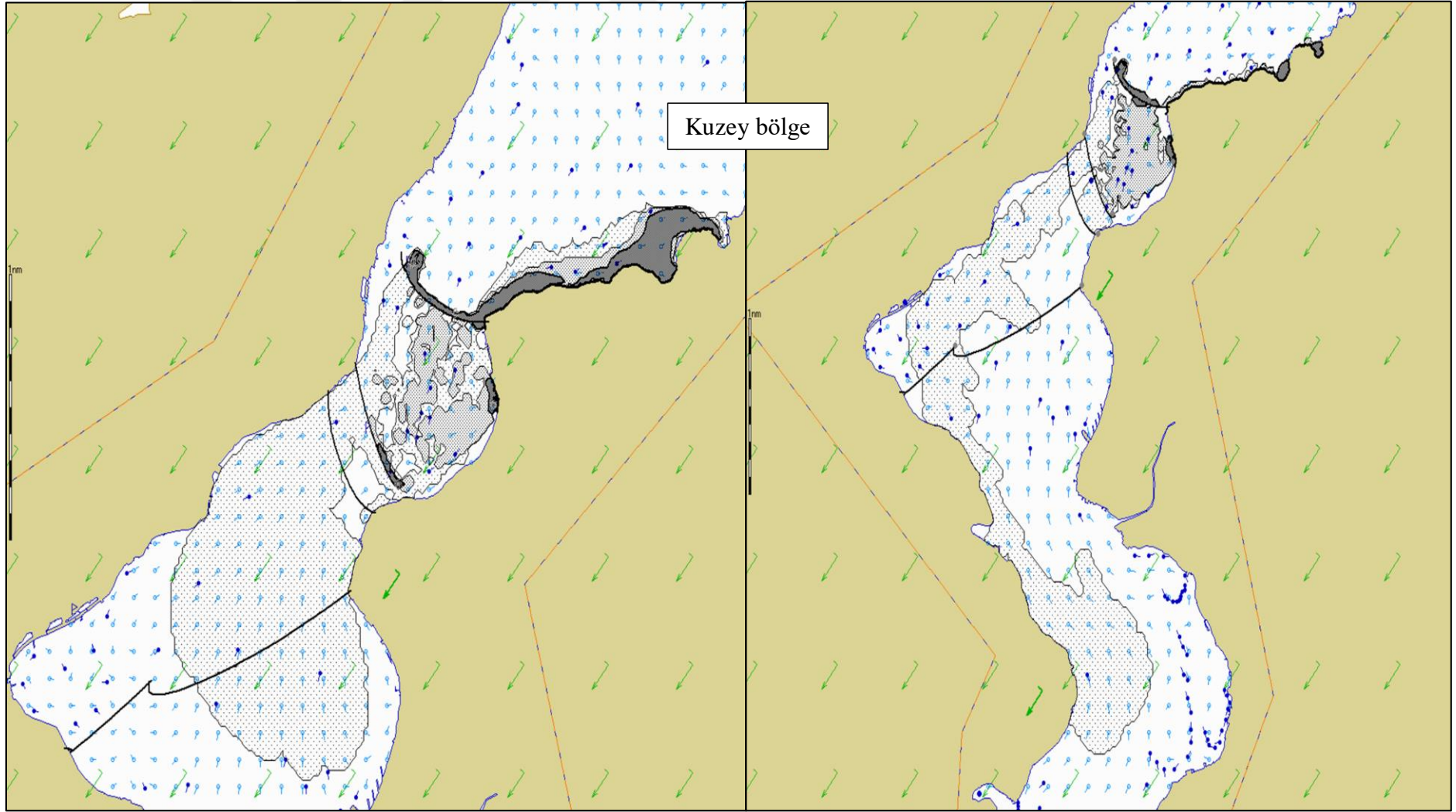
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, m ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,7	0	0	1346	0	14,3	474629	15,6
01:00	1444	1442	2,1	0	0	1807	0	15,5	1239043	20,2
01:30	1680	1676	3,6	0	0	2310	0	17,7	1452552	25,5
02:00	1909	1903	5,6	0	0	2853	0	19,2	2311142	31,3
02:30	2132	2103	9	19,9	0	3396	0	112	3630177	37,7
03:00	2349	2265	12,7	35,4	35,9	3930	40,1	89,1	4443785	45,2
03:30	2559	2428	15,6	42,9	72,1	4496	80,6	106	5777090	53,4
04:00	2763	2576	17,9	52,8	116	5063	130	125	6475679	62,1





Şekil F.9: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

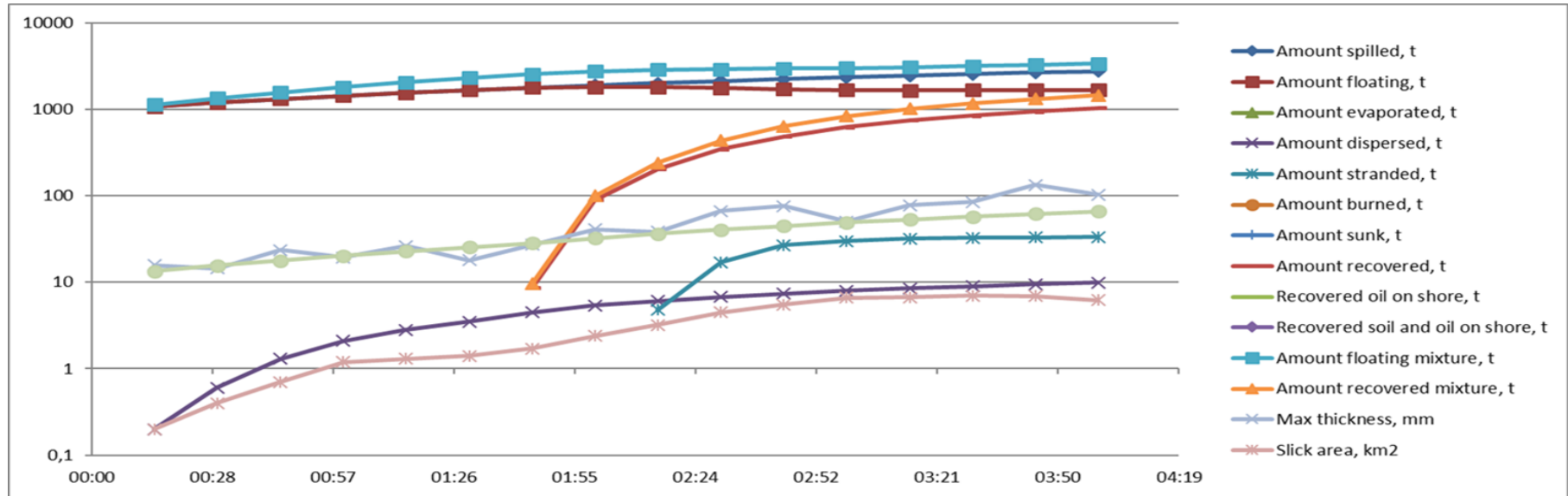
Şekil F.10: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

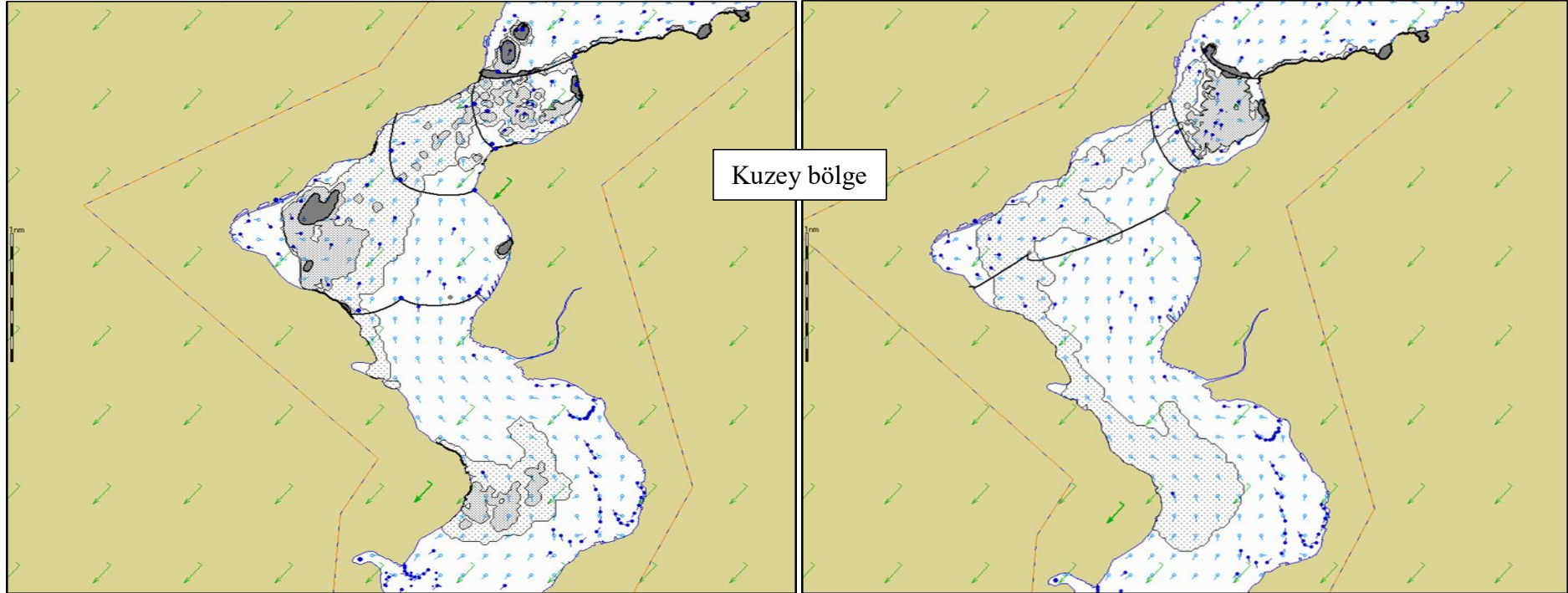


Şekil F.11: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil F.12: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge F.3: Kış mevsimi İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Süre	Döküntü Miktarı, t	Yüzen miktar,(yakıt) t	Kıyıya ulaşan miktar, t	Dağılan miktar, t	Toplanan miktar (yakıt) t	Yüzen miktar (yakıt-su karışık), t	Toplanan miktar (yakıt-su karışık), t	Max kalınlık, mm	Kirlenen deniz alanı, km ²	Viskozite, cSt
01:00	1444	1442	0	2.1	0	1807	0	19.4	1.2	20.2
02:00	1909	1814	0	5.4	89.6	2749	99.9	41.1	2.4	32.2
03:00	2349	1684	30.1	8	627	3020	841	50.5	5.6	49.2
04:00	2763	1683	33.2	9.9	1037	3385	1462	103	6.1	66



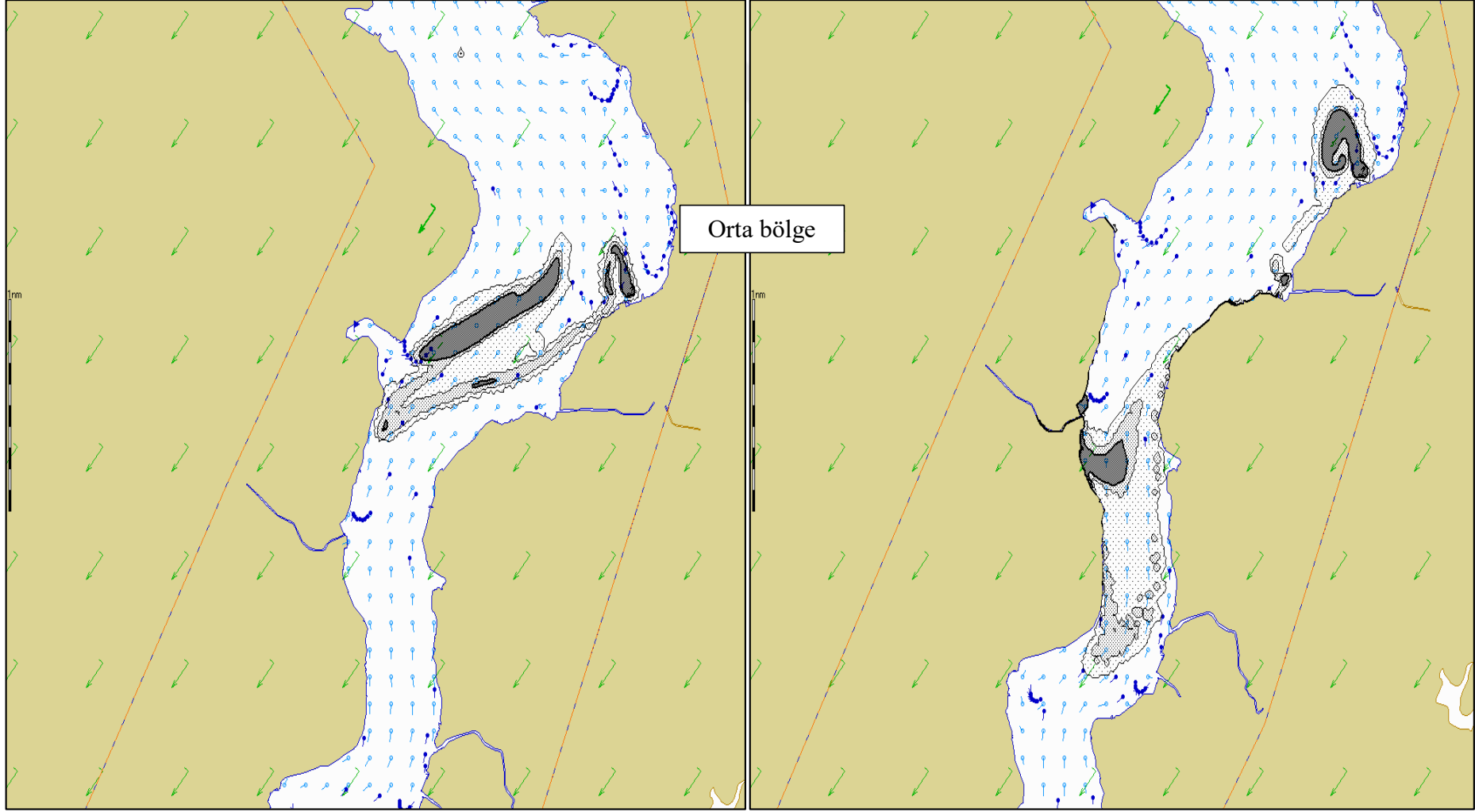


Şekil F.13: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.14: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

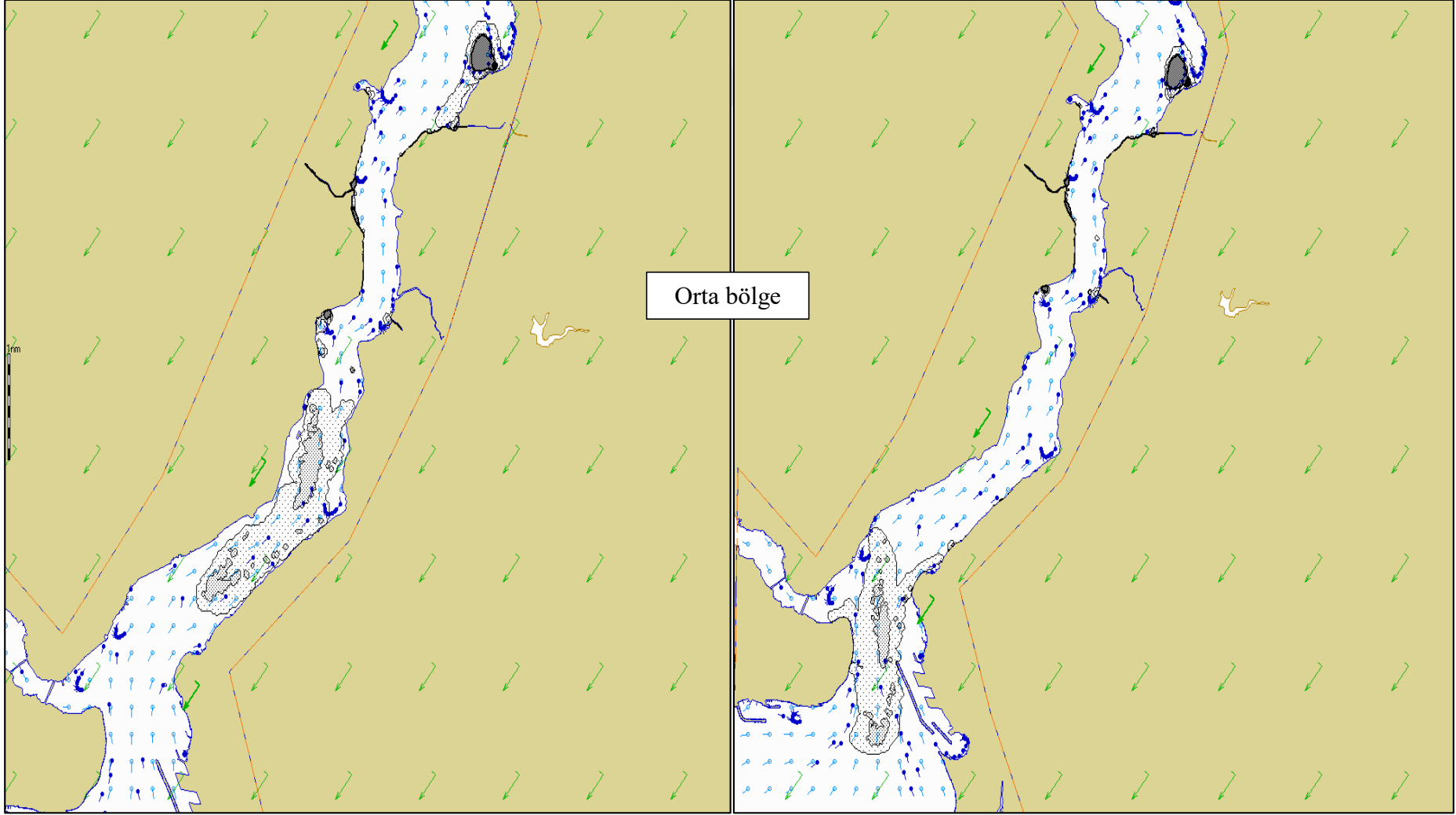
Çizelge F.4: İstanbul Boğazı kuzey bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Kış).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2576	17,9	52,8	116	125	6,5	62,1
Modifiye	2763	1683	33.2	9.9	1037	103	6,1	66



Şekil F.15: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.16: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

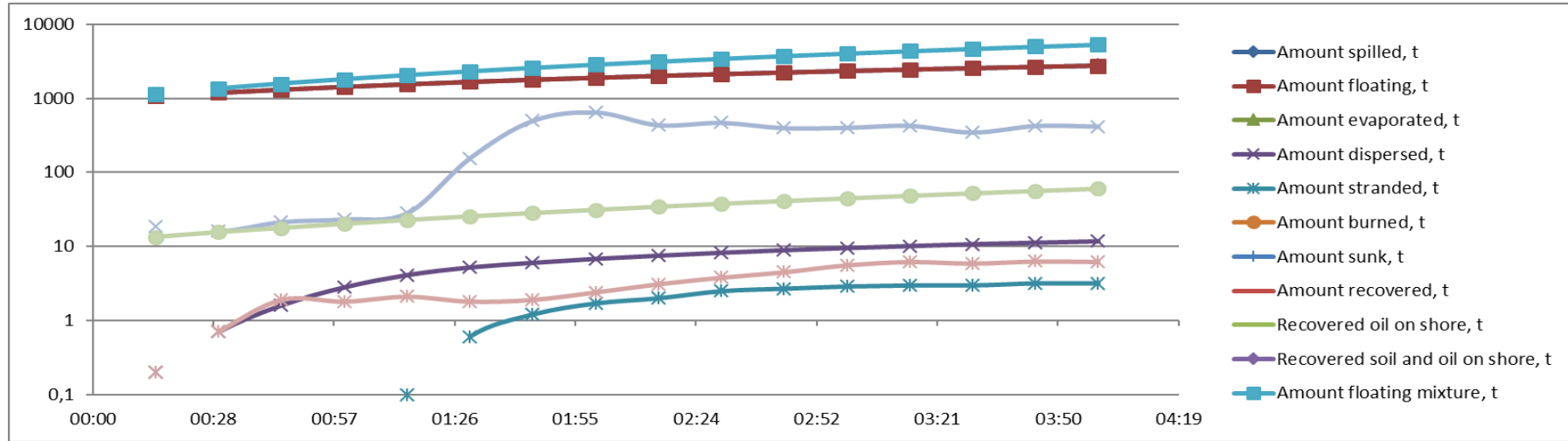


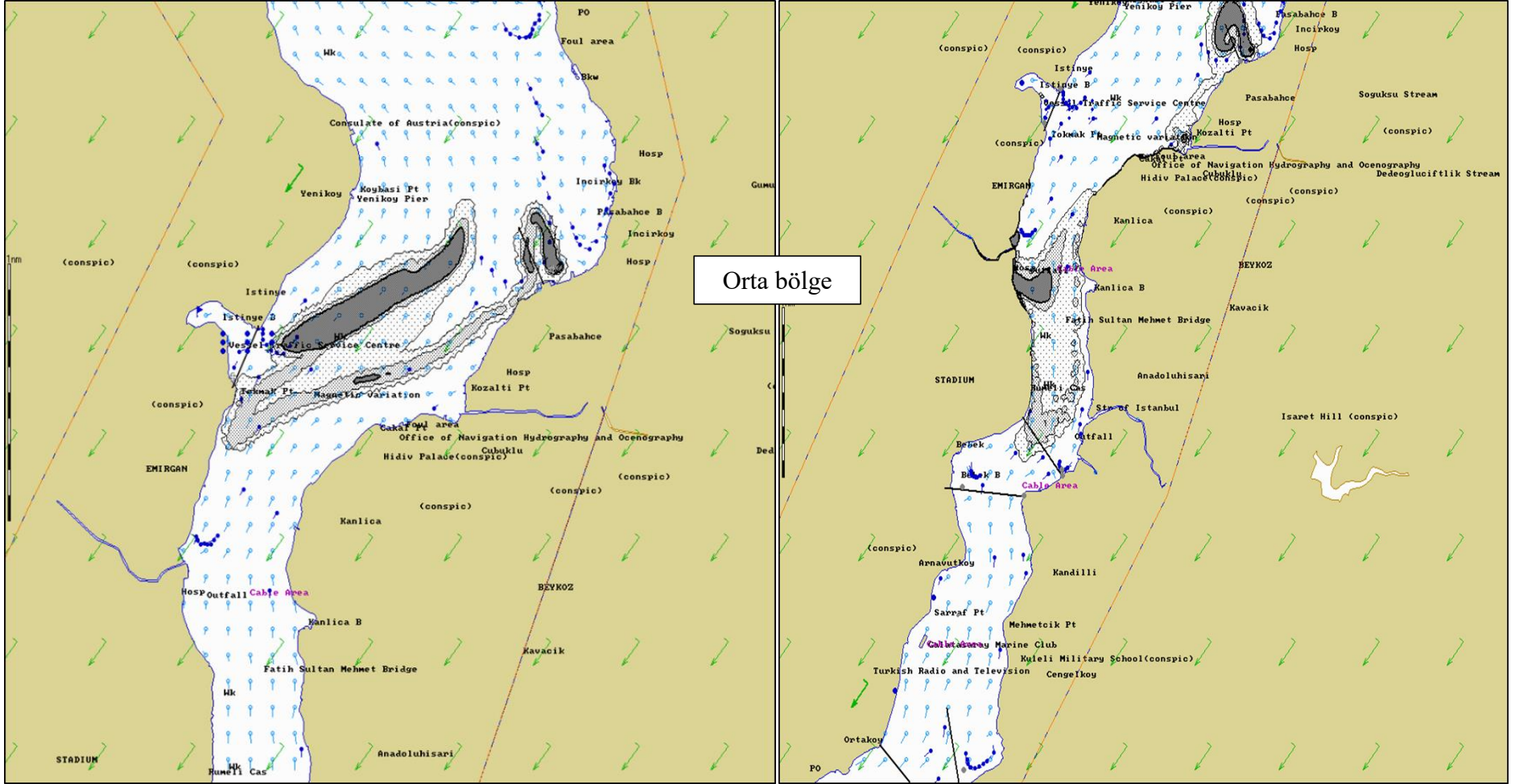
Şekil F.17: T+180 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.18: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge F.5: Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

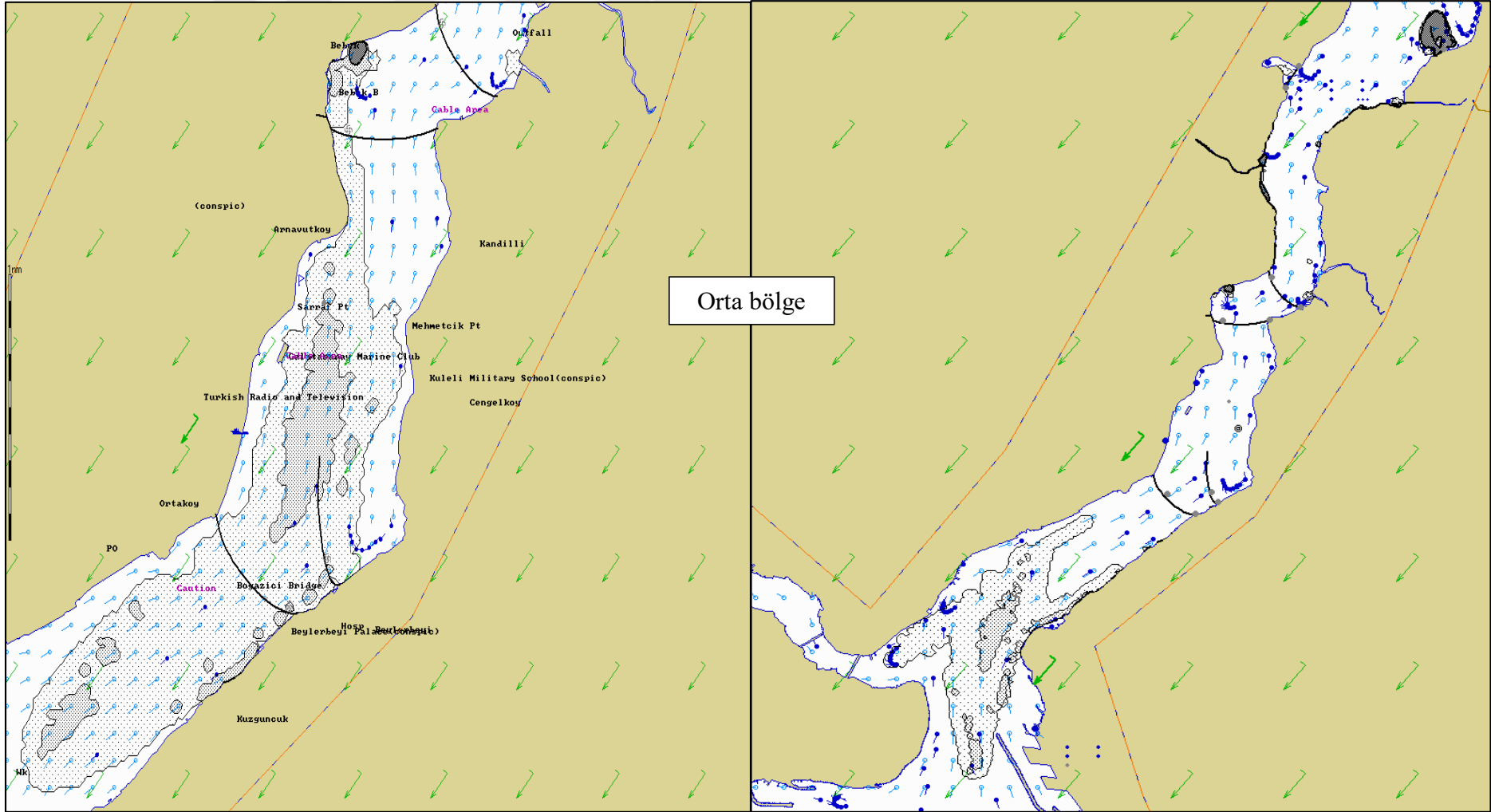
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,7	0	1346	16	0,7	15,6
01:00	1444	1441	2,8	0	1806	23,2	1,8	20,2
01:30	1680	1674	5,2	0,6	2307	156	1,8	25,5
02:00	1909	1900	6,8	1,7	2849	646	2,4	31,3
02:30	2132	2121	8,2	2,5	3428	469	3,8	37,8
03:00	2349	2336	9,5	2,9	4040	402	5,6	44,8
03:30	2559	2545	10,7	3	4680	347	5,9	52,4
04:00	2763	2748	11,7	3,2	5342	418	6,2	60,4





Şekil F.19: T+60 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.20: T+120 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

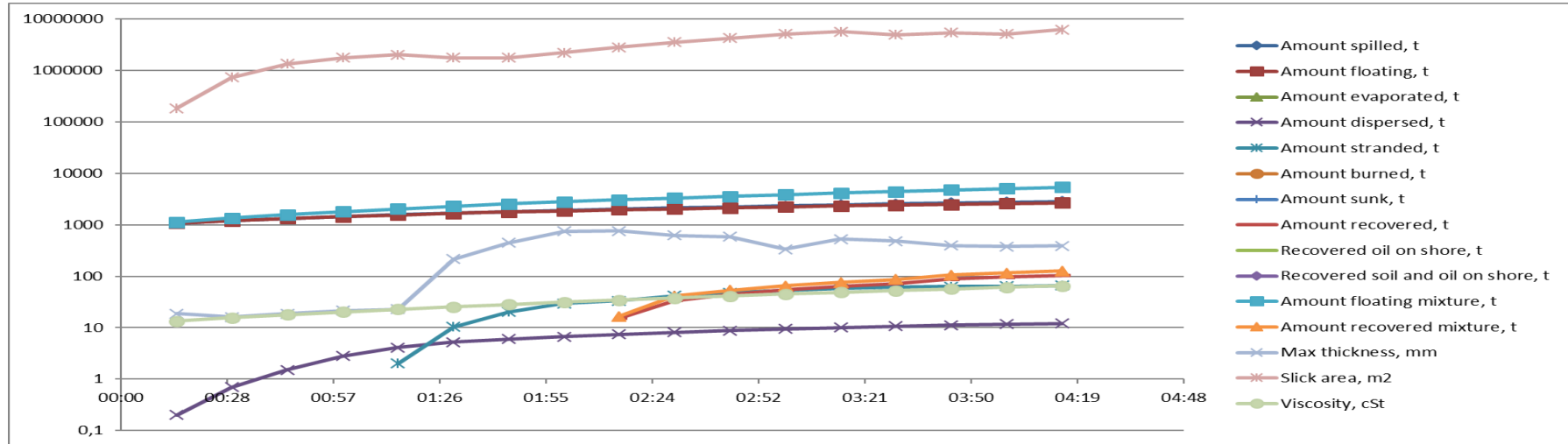


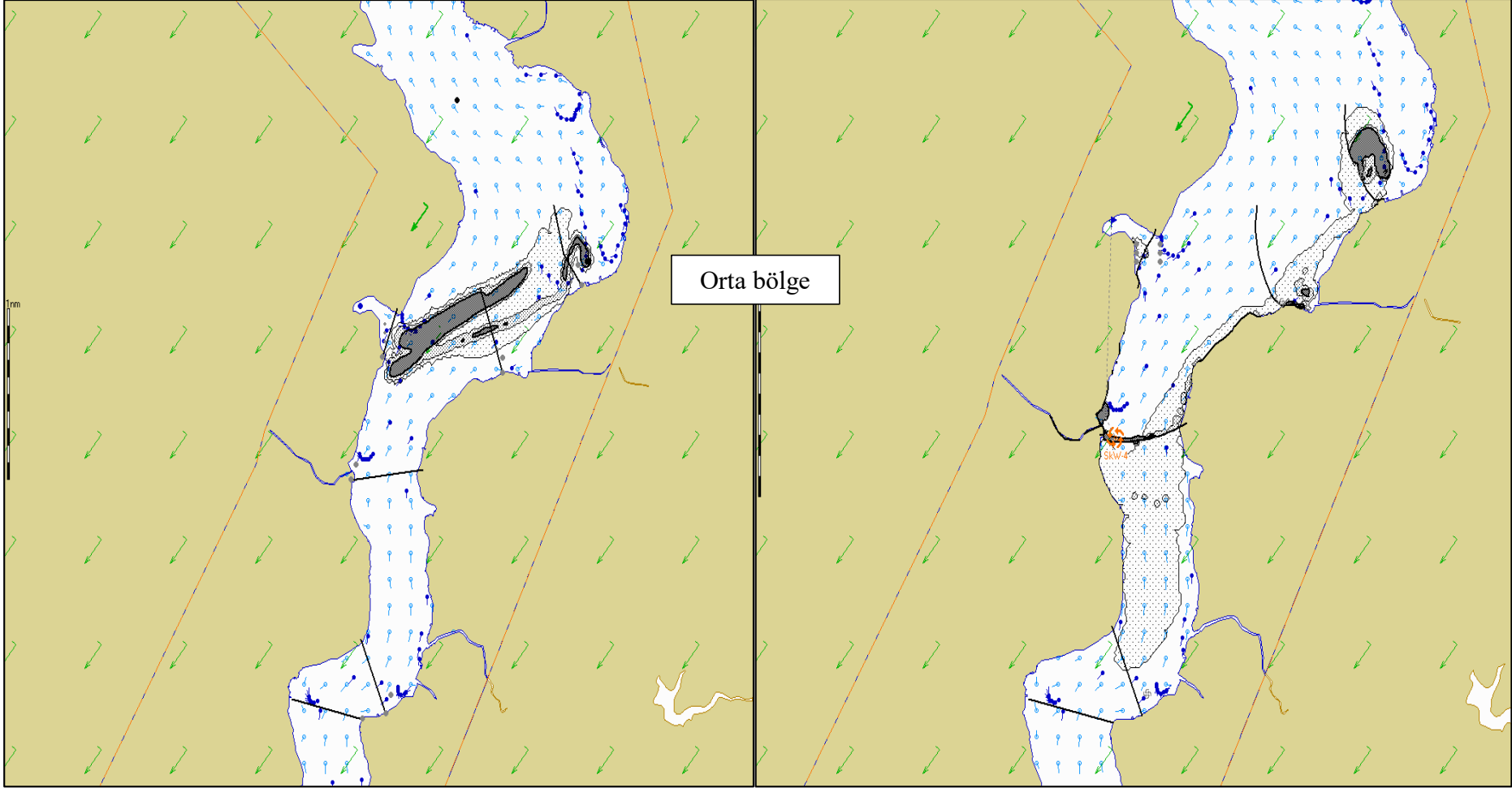
Şekil F.21: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.22: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

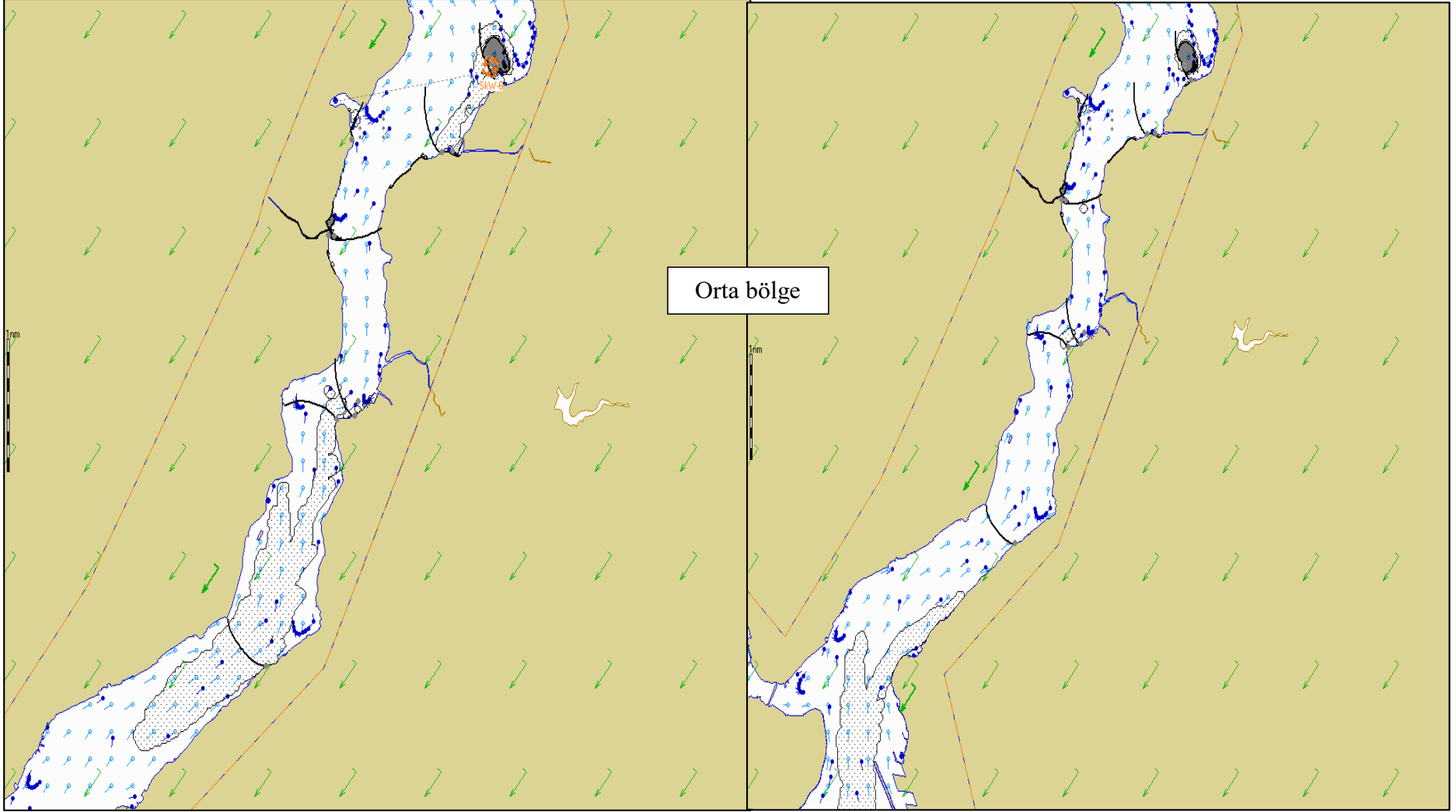
Çizelge F.6: Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, m ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1202	0,7	0	0	1346	0	16	738173	15,6
01:00	1444	1441	2,8	0	0	1806	0	21,6	1784674	20,2
01:30	1680	1664	5,2	10,4	0	2293	0	216	1780702	25,5
02:00	1909	1873	6,7	29,5	0	2804	0	745	2231487	31,2
02:30	2132	2048	8,1	41,7	33,6	3314	40,9	622	3582939	37,9
03:00	2349	2231	9,5	53,6	54	3865	65,1	334	5136824	45
03:30	2559	2415	10,6	61	72,3	4448	86,5	483	4997121	52,6
04:00	2763	2590	11,7	64,3	97	5049	115	379	5132900	60,9





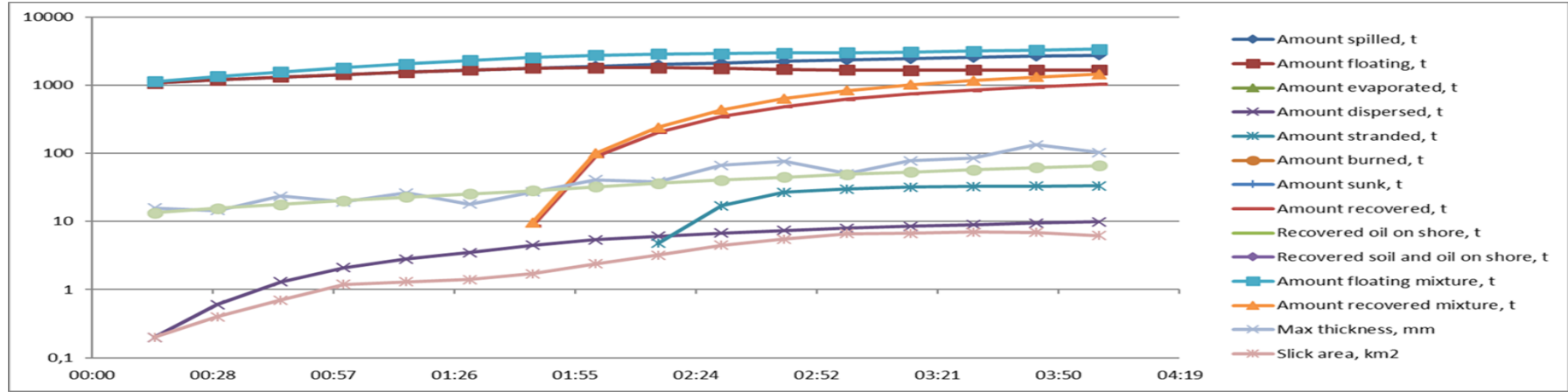
Şekil F.23: T+60 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil F.24: T+120 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

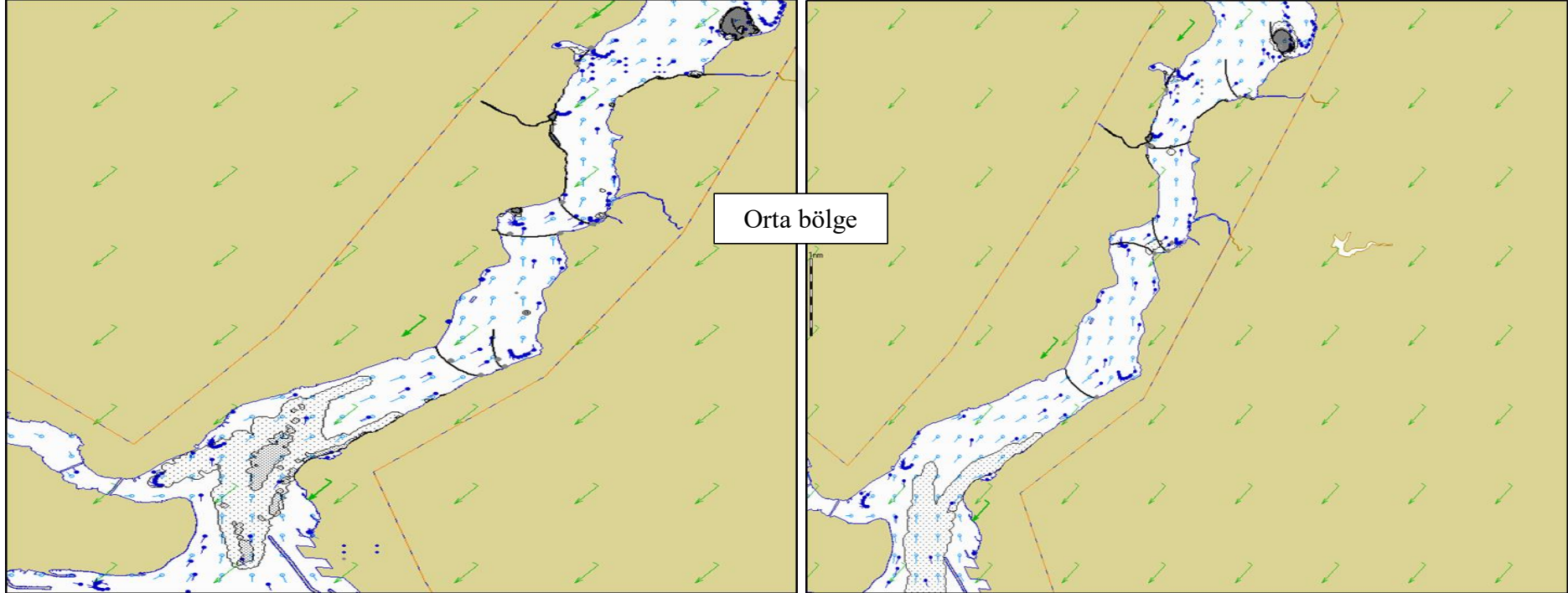


Şekil F.25: T+150 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil F.26: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge F.7: Kış mevsimi İstanbul Boğazı orta bölge yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1243	1242	0,7	0	0	1392	0	15,1	0,5	15,6
01:00	1484	1481	2,7	0	0	1858	0	23,2	1,8	20,3
01:30	1718	1691	5	0,4	21,6	2338	27	488	1,8	25,6
02:00	1946	1835	6,2	1,2	104	2752	151	470	2,3	31,4
02:30	2168	1963	7,1	1,5	197	3164	300	745	3,7	37,5
03:00	2384	2081	7,9	1,7	293	3574	463	505	4,9	44
03:30	2594	2206	8,7	1,9	377	4011	612	561	5,7	50,9
04:00	2763	2325	9,4	2	460	4453	765	424	4,5	58,2

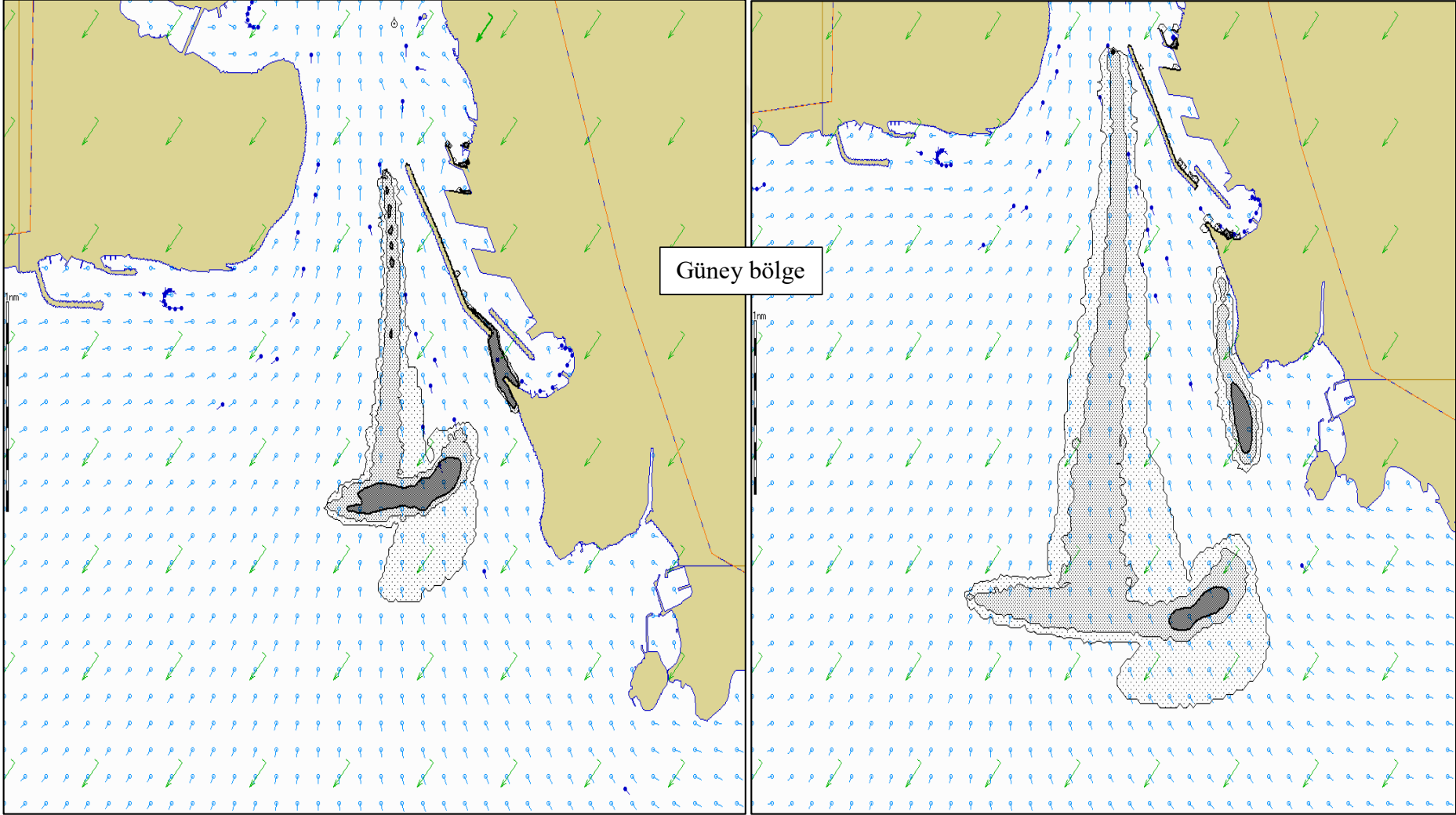




Şekil F.27: T+240 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil F.28: T+240 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

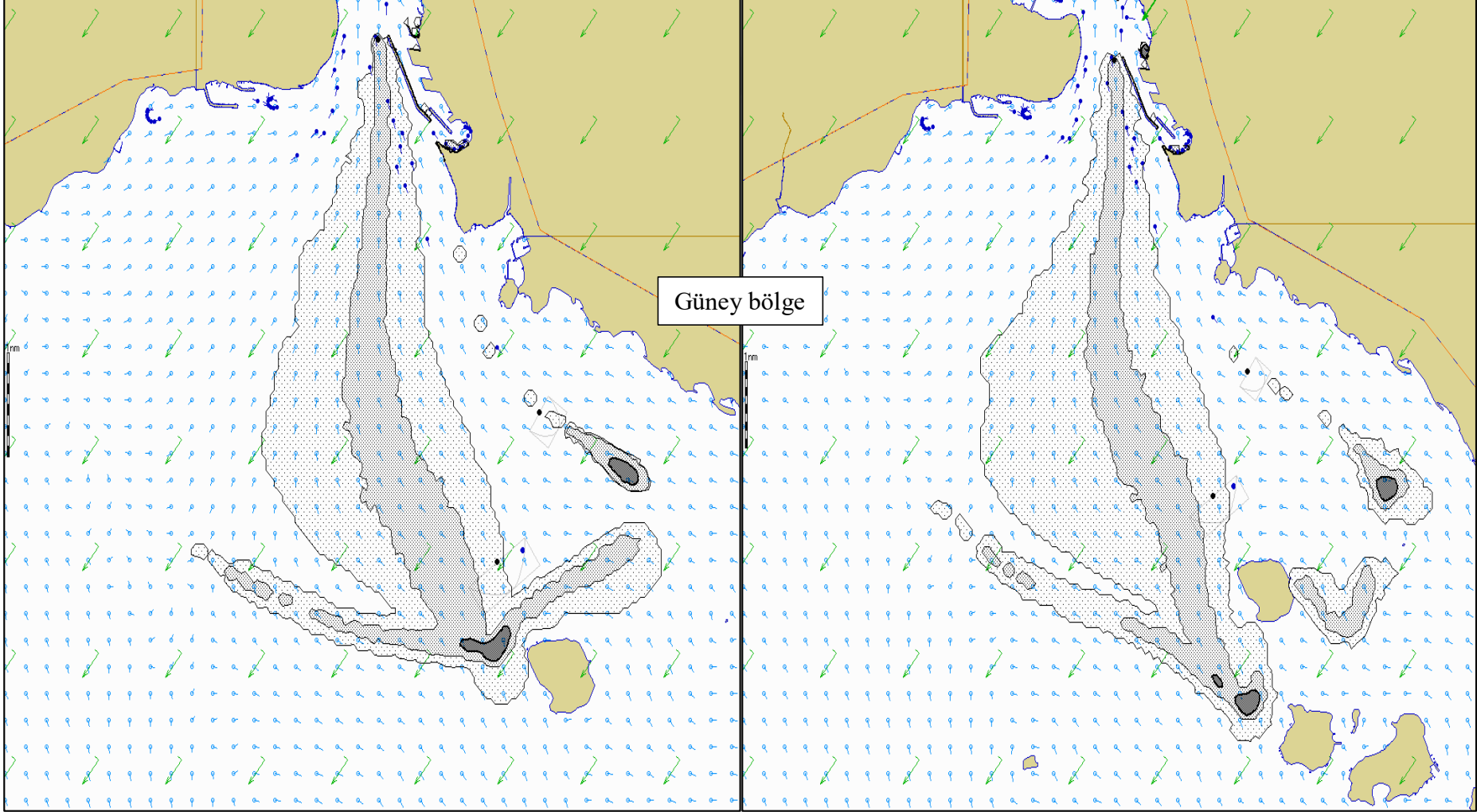
Çizelge F.8: İstanbul Boğazı orta bölge yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (Kış).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	2763	2590	11,7	64,3	97	379	5,1	60,9
Modifiye	2763	2325	9,4	2	460	424	4,5	58,2



Şekil F.29: T+60 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.30: T+120 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

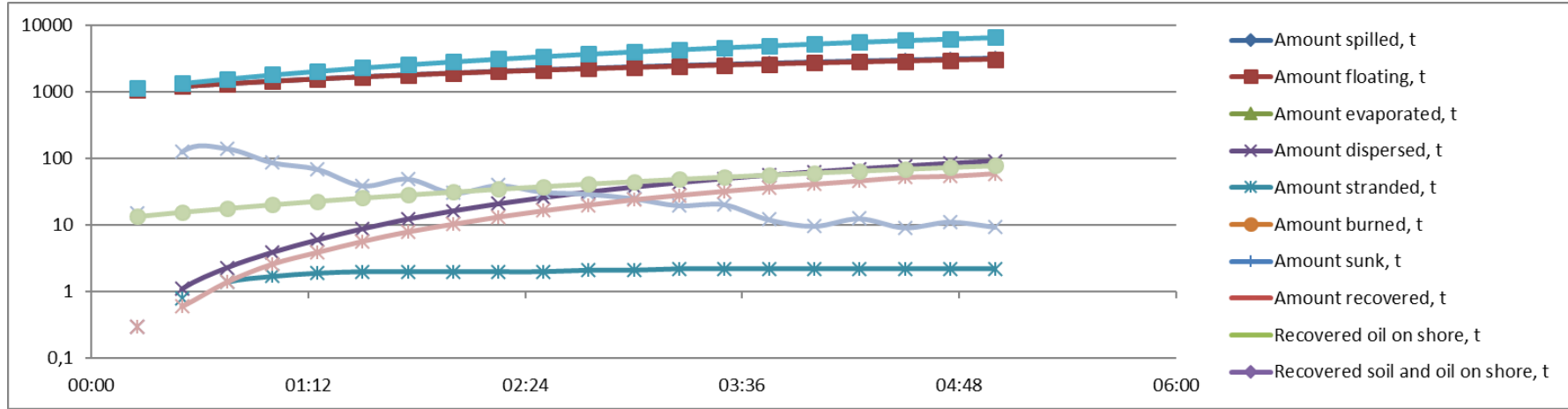


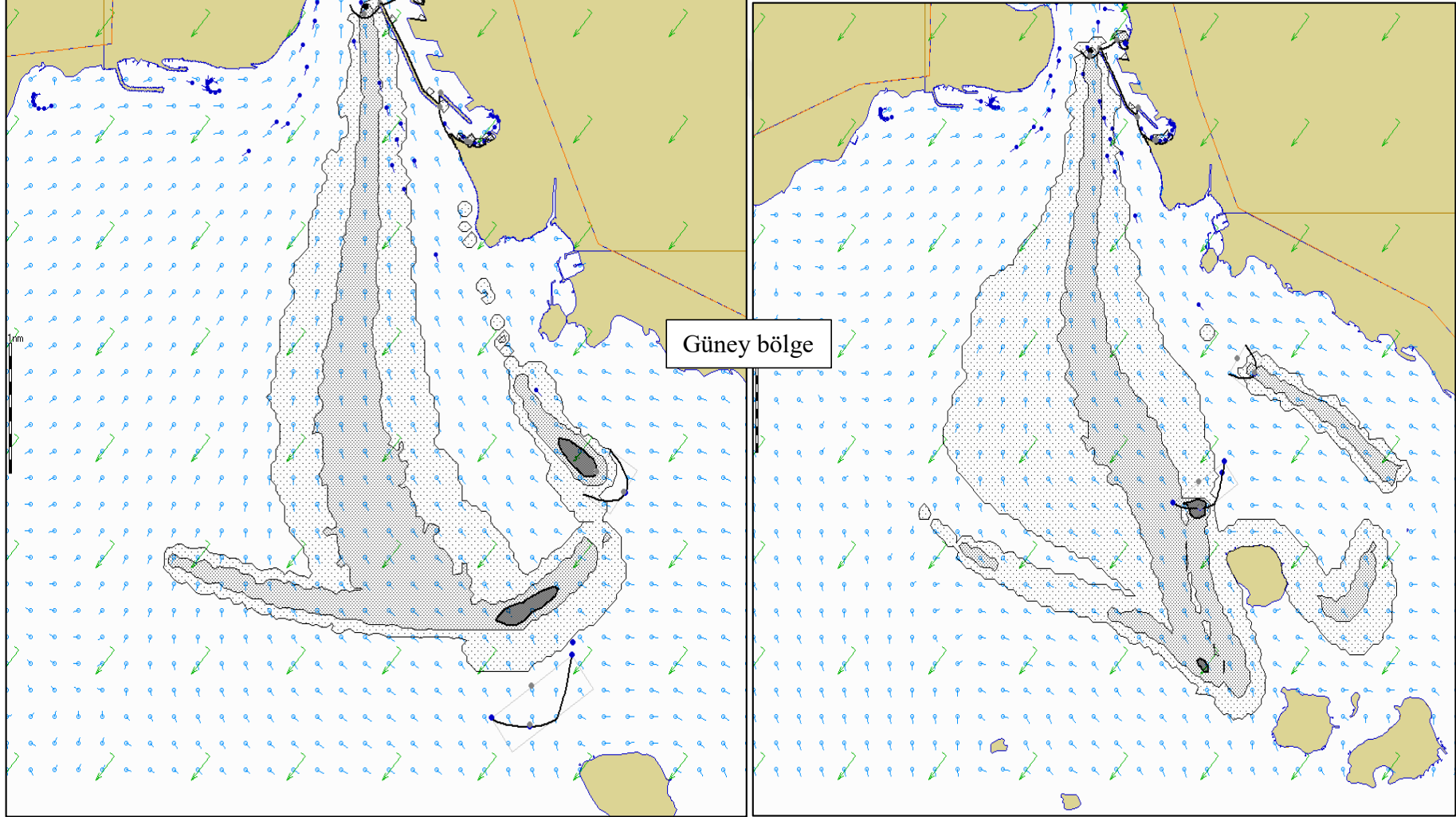
Şekil F.31: T+240 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Şekil F.32: T+300 dk. yakıt yayılımı (Müdahale yok).

Çizelge F.9: Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı istatistikleri (Müdahale yok).

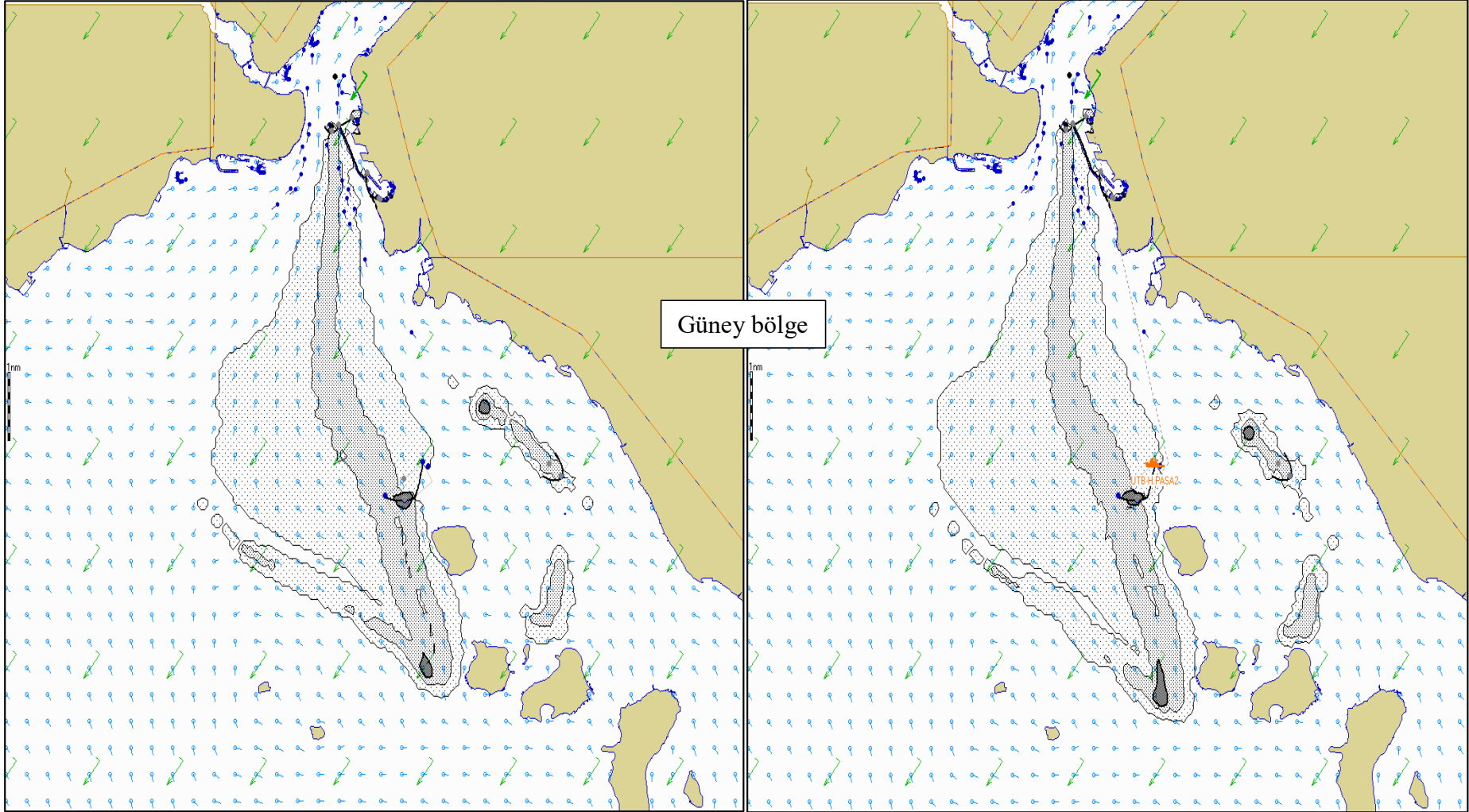
Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount floating mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1200	1,1	0,8	1344	126	0,6	15,6
01:00	1444	1438	3,9	1,7	1802	87,5	2,6	20,2
01:30	1680	1669	8,8	2	2300	39,3	5,7	25,5
02:00	1909	1891	16,3	2	2835	30,6	10,3	31,3
02:30	2132	2104	25,8	2	3401	31,5	16,4	37,8
03:00	2349	2309	37,1	2,1	3995	25,2	24	44,9
03:30	2559	2507	49,6	2,2	4612	20,5	32,1	52,5
04:00	2763	2698	62,8	2,2	5248	9,7	41	60,5
04:30	2961	2882	76,8	2,2	5896	9,2	51,8	68,9
05:00	3153	3060	91,3	2,2	6551	9,4	59,1	77,6





Şekil F.33: T+180 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.34: T+300 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

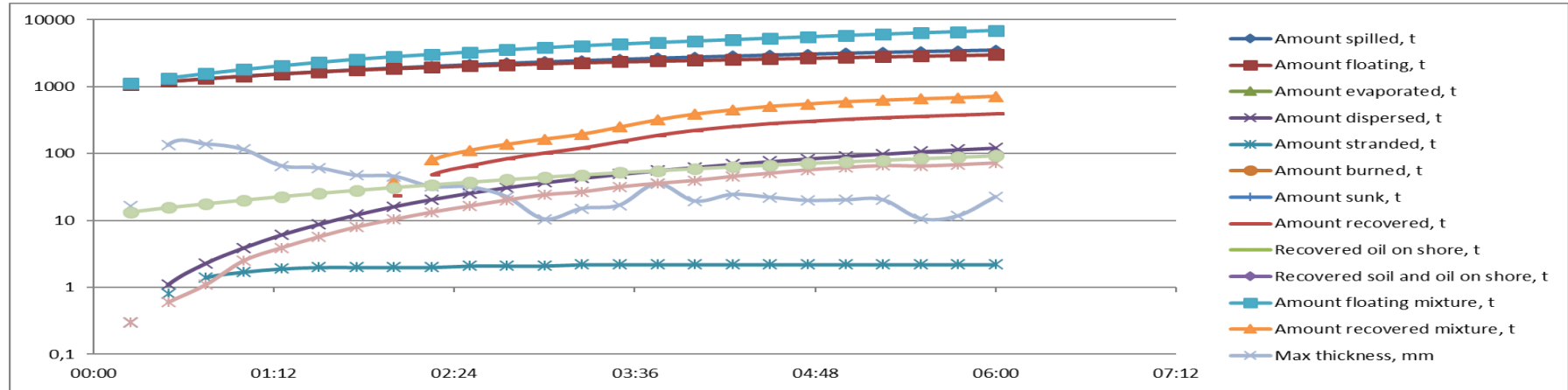


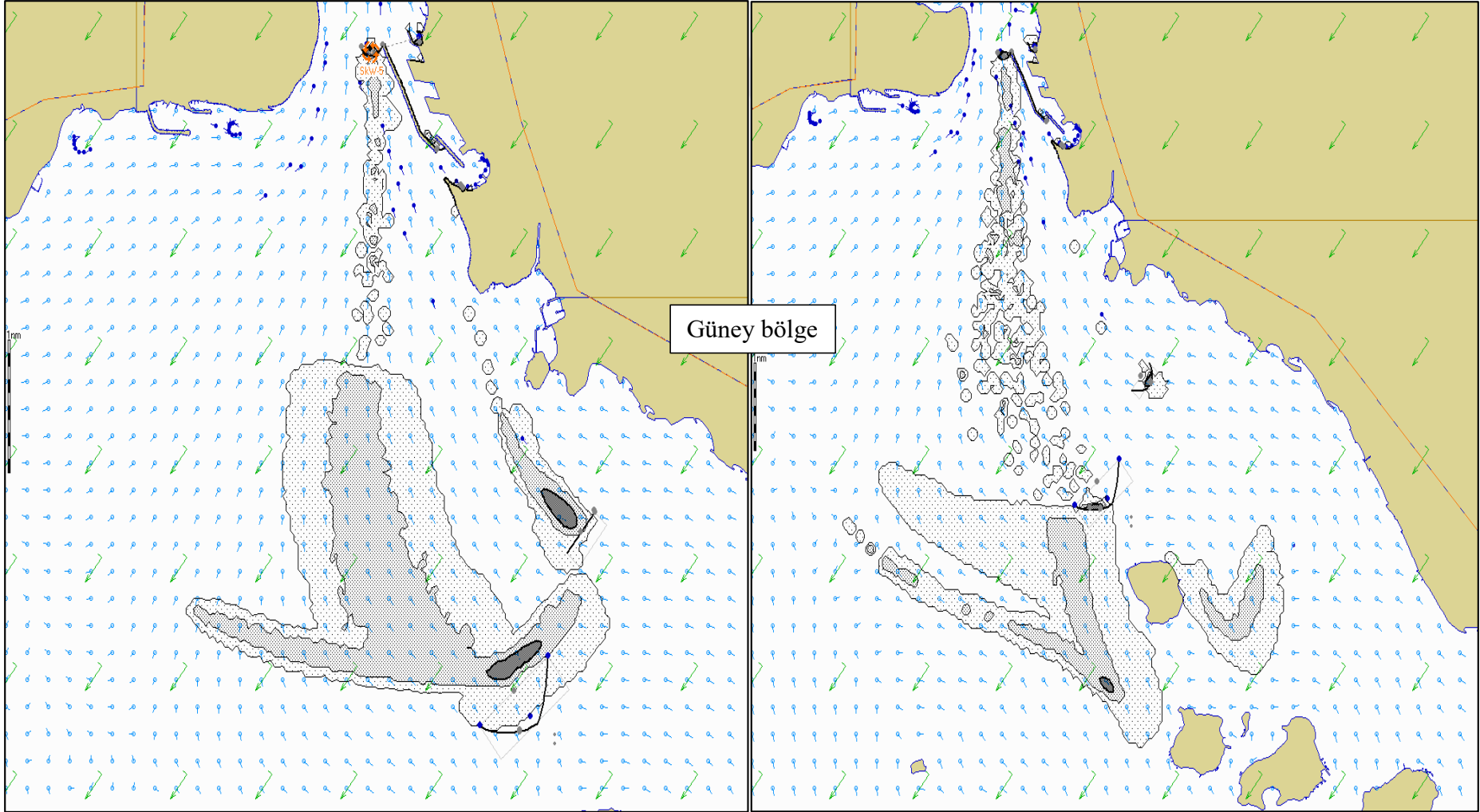
Şekil F.35: T+330 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Şekil F.36: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale).

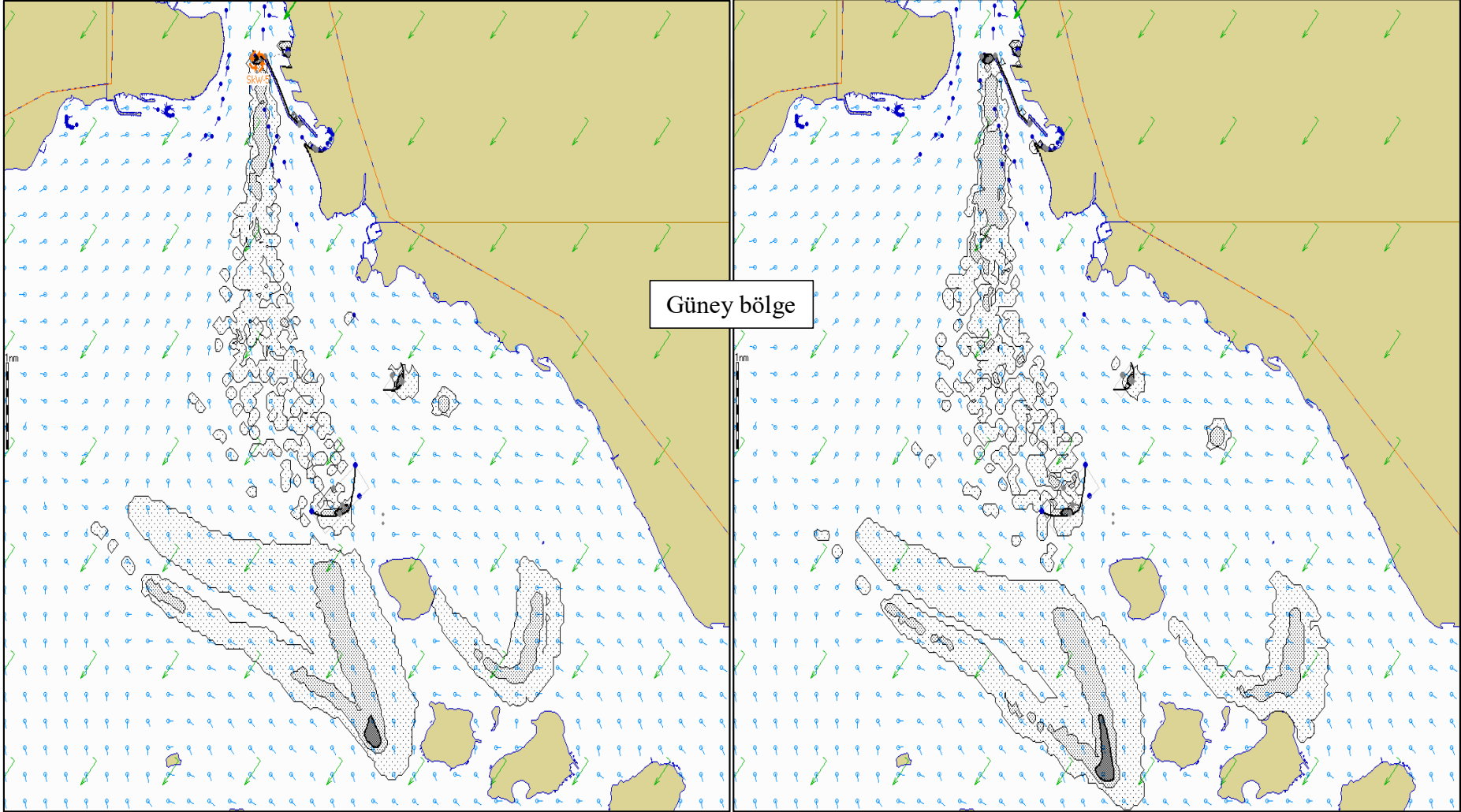
Çizelge F.10: Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Mevcut vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1200	1,1	0,8	0	1344	0	133	0,6	15,6
01:00	1444	1438	3,9	1,7	0	1802	0	115	2,5	20,2
01:30	1680	1669	8,8	2	0	2300	0	60,8	5,7	25,5
02:00	1909	1867	16,2	2	23,5	2796	38	45,7	10,4	31,2
02:30	2132	2038	25,7	2,1	65,9	3280	112	31,7	16,4	37,4
03:00	2349	2206	37	2,1	103	3805	165	10,5	24,2	44,5
03:30	2559	2355	49,4	2,2	152	4317	249	16,9	31,7	52
04:00	2763	2474	62,6	2,2	225	4780	388	19,5	39,6	59,5
04:30	2961	2598	76,5	2,2	284	5269	506	22,2	50,8	67,4
05:00	3153	2730	91,5	2,2	329	5789	593	20,3	61,8	75,6
05:30	3339	2865	107	2,2	364	6334	654	10,7	65	84,2
06:00	3518	2995	122	2,2	398	6876	713	22,6	72,3	92,8





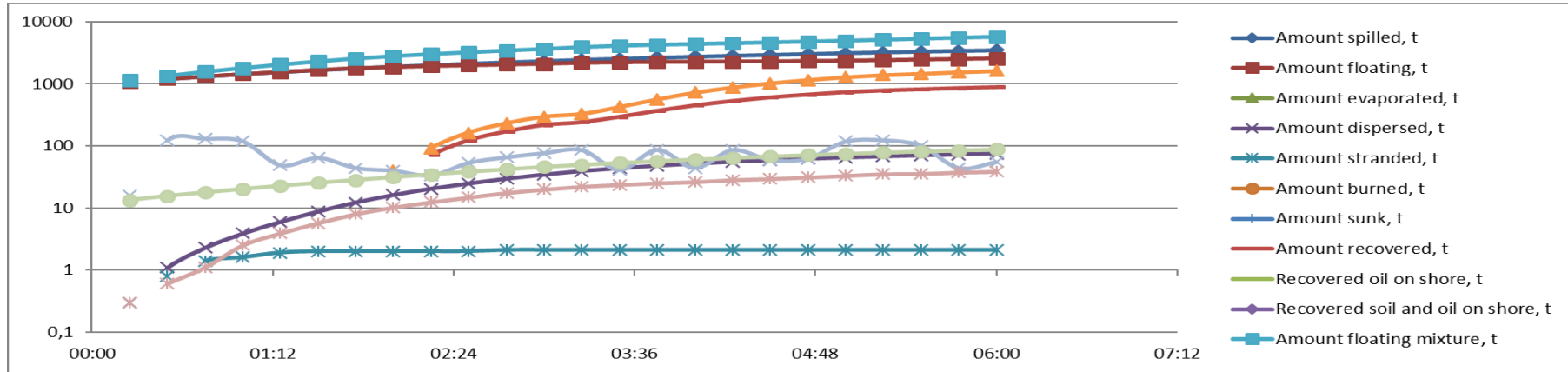
Şekil F.37: T+180 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil F.38: T+300 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

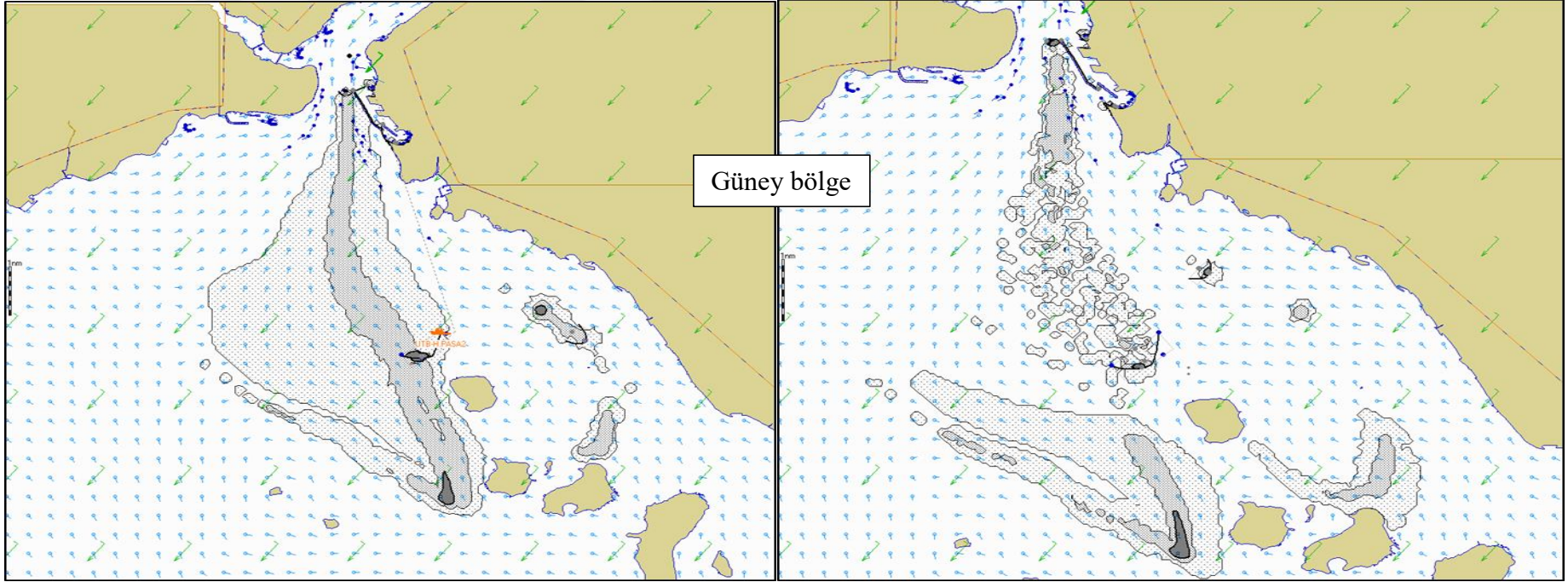


Şekil F.39: T+330 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale). Şekil F.40: T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge F.11: Kış mevsimi İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt dağılımı ve müdahale istatistikleri (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Time	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Amount floating mixture, t	Amount recovered mixture, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
00:30	1202	1200	1,1	0,8	0	1344	0	123	0,6	15,6
01:00	1444	1438	3,9	1,6	0	1802	0	119	2,5	20,2
01:30	1680	1669	8,8	2	0	2300	0	64,4	5,7	25,5
02:00	1909	1858	16,2	2	32,3	2793	40,2	39,8	10,2	31,5
02:30	2132	1980	24,8	2	124	3225	163	53,5	14,8	38,5
03:00	2349	2093	34,4	2,1	219	3659	295	76,6	19,9	46,1
03:30	2559	2217	43,6	2,1	296	4110	423	40,9	23,7	53,5
04:00	2763	2256	51,6	2,1	453	4391	722	44,2	26,3	60,6
04:30	2961	2291	58,5	2,1	610	4661	1025	59,6	29,5	68
05:00	3153	2347	64,6	2,1	740	4961	1288	118	33,1	75,1
05:30	3339	2445	69,9	2,1	822	5344	1465	101	35,6	81,8
06:00	3518	2550	74,7	2,1	891	5743	1625	54,9	38,6	88,4





Şekil F.41: T+360 dk. yakıt yayılımı (Mevcut vasıtalarla müdahale). Şekil F.42: T+360 dk. yakıt yayılımı (Modifiye vasıtalarla müdahale).

Çizelge F.12: İstanbul Boğazı güney bölgesi yakıt kirliliğine mevcut ve modifiye vasıtalarla müdahale istatistikleri karşılaştırması (K1ş).

Müdahale Vasıtaları	Amount spilled, t	Amount floating, t	Amount dispersed, t	Amount stranded, t	Amount recovered, t	Max thickness, mm	Slick area, km ²	Viscosity, cSt
Mevcut	3518	2995	122	2,2	398	22,6	72,3	92,8
Modifiye	3518	2550	74,7	2,1	891	54,9	38,6	88,4

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Cihat AŞAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 25.02.1970 İstanbul
E-posta : casan@pirireis.edu.tr



ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 1991, Deniz Harp Okulu, Endüstri Mühendisliği
- **Yükseklisans** : 2015, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği, Deniz Ekonomisi

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Piri Reis Üniversitesi Öğretim Görevlisi 2014- Devam
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı 1991-2013

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Aşan C.**, Özsoy B., Şihmantepe A., Solmaz, M, S. 2020. A case study on oil pollution in Istanbul Strait: Revisiting 1994 Nassia tanker accident by utilising Potential Incident Simulation Control and Evaluation System (PISCES-II) simulation. What would be different in terms of response if Nassia accident happened today?, *Marine Pollution Bulletin*, 151:110813.
- Şihmantepe, A., & **Aşan, C.** 2018. Conventions Relating to Prevention of Oil Spill. in S. Ünlü, B. Alpar, & B. Öztürk (Eds.), *Oil Spill Along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection* (pp. 392–407). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV).
- **Aşan, C.**, Şihmantepe, A. 2019. A Brief Comparison of International and National Regulations on Preparedness Response and Co-Operation to Pollution Incidents by Oil, Hazardous and Noxious Substances (HNS): Status of Pollution Response Organization, *International Congress - III.Global Conference on Innovation in Marine Technology and the Future of Maritime Transportation, April 18-19,2019 İzmir, Turkey.*
- **Aşan, C.** 2017. Case Scenario simulation concerning eventual ship sourced oil spill, expansion and response process in Istanbul Strait, *3rd International Conference on Environmental Science and Technology, October 19-23, 2017 Budapest, Hungary.*

