

**İBN HALDUN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MARMARA DENİZİNE MANSAPLI DERELERDE
SEDİMAN TARAMA VE UZAKLAŞTIRMA
YÖNTEMLERİNİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMİ İLE
İRDELENMESİ**

SUAT BİÇER

**TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ FATİH ÖZTÜRK**

İSTANBUL, 2021

**İBN HALDUN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MARMARA DENİZİNE MANSAPLI DERELERDE
SEDİMAN TARAMA VE UZAKLAŞTIRMA
YÖNTEMLERİNİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMİ İLE
İRDELENMESİ**

SUAT BİÇER

**TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ FATİH ÖZTÜRK**

İSTANBUL, 2021

ONAY SAYFASI

Bu tez tarafımızca okunmuş olup kapsam ve nitelik açısından, İşletme alanında Yüksek Lisans Derecesini alabilmek için yeterli olduğuna karar verilmiştir.

Tez Jürisi Üyeleri

Unvan – Ad Soyad	Kanaati	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK	_____	_____
Doç. Dr. Ali Osman KUŞAKÇI	_____	_____
Doç. Dr. Berk AYVAZ	_____	_____

Bu tezin İbn Haldun Üniversitesi Yönetim Bilimleri Enstitüsü tarafından konulan tüm standartlara uygun şekilde yazıldığı teyit edilmiştir.

Tarih

Mühür/İmza

AKADEMİK DÜRÜSTLÜK BEYANI

Bu çalışmada yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, söz konusu kurallar ve ilkelerin zorunlu kıldığı çerçevede, çalışmada özgün olmayan tüm bilgi ve belgelere, alıntılama standartlarına uygun olarak referans verilmiş olduğunu beyan ederim.

Adı Soyadı:

İmza:

ÖZ

MARMARA DENİZİNE MANSAPLI DERELERDE SEDİMAN TARAMA VE
UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMİ İLE
İRDELENMESİ

Biçer, Suat

İşletme Yüksek Lisans Programı

Öğrenci Numarası: 194036007

Open Researcher and Contributor ID (ORC-ID): 0000-0002-2029-7222

Ulusal Tez Merkezi Referans Numarası: 10371883

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Öztürk

Temmuz 2021, 62 sayfa

İstanbul'da Marmara Denzine bağlanan Kemikli, Ayamama, Kağıthane ve Alibeyköy dereleri; taş ocağı, beton santrali, tamir bakım atölyeleri gibi farklı iş kolları ile yerleşim alanlarının da yer aldığı havza alanlarında bulunmaktadır. Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değışiklikleri, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bazı çevresel sorunlara yol açmaktadır. Özellikle mevsim geçişlerinde yağın sağanak yağışlar, dere yataklarında sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Sağanak yağışlarla dere yatağına taşınan sediman malzemelerinde artışlar yaşanmaktadır. Biriken sedimanlar nedeniyle olumsuzluk yaşanmaması için dere yataklarının düzenli bakımlarının yapılarak akışın sağlanması gerekir. Aksi takdirde ani yağışlar sonucu dere çevresinde sel ve taşkınların ardından kötü koku ve çeşitli hastalıklar yayılarak insan sağlığını tehdit eder. Marmara Denzine mansaplanan Kemikli, Ayamama, Kağıthane ve Alibeyköy dereleri için belirlenen dere taban eğiminin üzerinde biriken sedimanın temizlenerek dip çamurlarının uzaklaştırılması ve dere akışının sağlanmasında en ideal yöntemin belirlenmesi için, ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemlerinden AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kullanılmıştır. Derelerin özellikle denize döküldüğü bölgelerin kendine özgü koşullarından dolayı bu yöntem için belirlenen 4 ana kriter ve her ana kriter altında belirlenen 4 alt kriter

ile 4 farklı alternatif değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları 11 uzman görüşü ve literatür taraması sonucunda belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dere Dip amuru Temizleme, ok Kriterli Karar Verme, AHP, TOPSIS.



ABSTRACT

STREAM SEDIMAN SCANNING AND REMOTE METHODS AND INVESTIGATION USING AHP AND TOPSIS METHOD: IN MARMARA STREAMS

Biçer, Suat

MA in Management

Student ID: 194036007

Open Researcher and Contributor ID (ORCID): 0000-0002-2029-7222

National Thesis Center Reference Number: 10371883

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Fatih Öztürk

July 2021, 62 Pages

Kemikli, Ayamama, Kağıthane and Alibeyköy streams connected to the Marmara Sea in Istanbul: It is located in basin areas where different business lines such as quarries, concrete batching plants, repair and maintenance workshops and residential areas are also located. climate change caused by global warming, Turkey as well as all over the world leads to some environmental problems. Torrential rains, especially during seasonal transitions, cause floods and overflows in stream beds. There is an increase in sediment materials transported to the stream bed by downpours. In order to avoid negativity due to accumulated sediments, stream beds should be regularly maintained and flow should be provided. Otherwise, as a result of sudden rains, bad odors and various diseases spread after floods and floods around the stream and threaten human health. AHP and TOPSIS methods, which are among the MCDV (Multi-Criteria Decision Making) methods, have been used in order to remove the sediment accumulated on the bottom slope of the stream determined for the Kemikli, Ayamama, Kağıthane and Alibeyköy streams downstream of the Marmara Sea, to remove the bottom mud and to determine the most ideal method for providing the stream flow. Due to the unique conditions of the regions where the streams flow into the sea, 4 different alternatives were evaluated with 4 main criteria determined for

this method and 4 sub-criteria determined under each main criterion. The weights of the criteria were determined as a result of 11 expert opinions and literature reviews.

Keywords: Stream Bottom Sludge Cleaning, Multi Criteria Decision Making, AHP, TOPSIS.



İTHAF SAYFASI

Değerli eşim Naciye Biçer'e, gözümün nurları evlatlarım Hamza, Zeynep ve Muhammed Biçer'e, haklarımı asla ödeyemeyeceğim biricik annem Saadet Biçer ve Babam Mehmet Biçer'e....



TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan Medeniyet Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi yapmaya beni teşvik eden çalışma arkadaşım Sayın Saffet Altındağ ve katkılardan ötürü İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ve personeline teşekkür ederim.

Suat BİÇER
İSTANBUL, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iv
ABSTRACT	vi
İTHAF SAYFASI.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı.....	1
1.2. Tezin Yöntemi.....	1
1.3. Tezin Araştırma Sorusu ve Örneklemi	2
1.4. Literatür Araştırması	2
1.5. Tezin Bölümleri	4
BÖLÜM II MARMARA DENİZİNE MANSAPLI DERELERİN GENEL	
ÖZELLİKLERİ	5
2.1. Ayamama Deresi Genel Özellikleri	5
2.2. Alibeyköy Deresi Genel Özellikleri	6
2.3. Kağıthane Deresi Genel Özellikleri	8
2.4. Kemikli Dere Genel Özellikleri	10
BÖLÜM III DERE AĞZI TARAMA YÖNTEMLERİ.....	12
3.1. Dere Ağzı Dip Çamuru Tarama Yöntemleri.....	12
3.1.1. Dere ağzı dip çamuru tarama işlemi ve çevresel etkileri.....	12
3.2. Dip Çamuru Taramasında Kullanılan Makine Ve Ekipmanlar	13
3.2.1. Mekanik tarayıcılar	13
3.2.1.1. Kovalı tarayıcı - bucket dredger	14
3.2.1.2. Beko tarayıcı - backhoe dredger.....	16
3.2.1.3. Çift çeneli (kapmalı) tarayıcı - grab dredger.....	17
3.2.2. Hidrolik tarayıcılar	19
3.2.2.1. Sabit emişli tarayıcı - plain suction dredger.....	20
3.2.2.2. Alttan taraklı emici tarayıcı - trailing suction hopper dredger	21

3.2.2.3. Kırıcı/Kesici emişli tarayıcı	22
3.3. Hidrolik Ve Mekanik Taramaların Karşılaştırılması.....	23
3.3. Denizdibi Tarama Miktarlarının Ölçümlerinde Batimetri Yöntemi	25
3.3.1. Mekanik iskandil yöntemleri	26
3.3.2. Akustik sonar ile ölçme yöntemleri.....	26
3.4.1. Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi.....	30
BÖLÜM IV ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE TOPSIS YÖNTEMİ İLE DERE SEDİMANLARI İÇİN OPTİMUM TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ	36
4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	36
4.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)	36
4.2.1. AHP Aşamaları	37
4.2.1.1. Karar probleminin amacının belirlenmesi.....	37
4.2.1.2. Kriterler, alt kriterler ve hiyerarşinin oluşturulması.....	37
4.2.1.3. Önceliklerin belirlenmesi (1-9 skalası) ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	37
4.2.4. Normalizasyon ve önem derecelerinin belirlenmesi	39
4.2.5. Tutarlılık kontrolü	39
4.3. TOPSIS Yöntemi.....	40
4.3.1. TOPSIS Aşamaları	40
4.3.1.1. Karar matrisinin oluşturulması	40
4.3.1.2. Karar matrisinin normalleştirilmesi.....	40
4.3.1.3. Ağırlıklandırılmış normalize matrisinin oluşturulması.....	41
4.3.1.4. İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi.....	41
4.3.1.5. İdeal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklık değerlerinin elde edilmesi ...	42
4.3.1.6. İdeal çözüme göre görelî çözümün hesaplanması	42
4.4 AHP Analizleri.....	42
4.4.1. Karar problemimizin amacı	43
4.4.2. Kriterler, alt kriterler ve hiyerarşinin oluşturulması.....	43
4.4.3. Önceliklerin belirlenmesi (1-9 skalası) ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	43
4.4.4. Normalizasyon işlemi ve normalize edilmiş matrislerin oluşturulması	48
4.4.5. Öncelikler vektörünün hesaplanması.....	50
4.4.6. Tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranının hesaplanması	52
4.6. TOPSIS Analizleri.....	54

4.6.1. TOPSIS yöntemi karar matrislerinin oluşturulması	54
4.6.2. TOPSIS yöntemi normalize matrislerinin oluşturulması	54
4.6.3. TOPSIS yöntemi ideal ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması	55
4.6.4. TOPSIS yöntemi ideal uzaklıklar ve negatif ideal uzaklıkların hesaplanması 55	
4.6.5. TOPSIS yöntemi ideal çözüm oranlarının hesaplanması	55
BÖLÜM V SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
REFERANSLAR	58
EKLER.....	61
EK-A.....	61
ÖZGEÇMİŞ	62



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Dere özelliklerinin karşılaştırılması	11
Tablo 3.1. Kovalı, çift çeneli, beko, emişli, kesici emişli ve alttan emişli tarayıcıların karşılaştırılması	24
Tablo 3.2. Deniz ve iç sular yönetmeliği kapsamında alınacak izinlerin şematik gösterimi	29
Tablo 3.3. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi iş akışı	31
Tablo 3.4. Dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler	32
Tablo 4.1. Saaty'nin 1-9 skalası	38
Tablo 4.2. Rastgele değer indeksi tablosu	39
Tablo 4.3. Çalışma modeli hiyerarşik yapısının şematik gösterimi	44
Tablo A.1. Nitel araştırma yöntemi dâhilinde görüşü alınan uzmanlar	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Ayamama Deresi Google Earth Ekran Alıntısı	5
Şekil 2.2. Ayamama Deresi Taban Eğimi Üzerindeki Malzemenin Gösterimi	6
Şekil 2.3. Alibeyköy Deresi Google Earth Ekran Alıntısı	7
Şekil 2.4. Alibeyköy Deresi Taban Eğimi Üzerindeki Malzemenin Gösterimi	8
Şekil 2.5. Kağıthane Deresi Google Earth Ekran Alıntısı	9
Şekil 2.6. Kağıthane Deresi Taban Eğimi Üzerindeki Malzemenin Gösterimi.....	9
Şekil 2.7. Kemiklidere Google Earth Ekran Alıntısı	10
Şekil 2.8. Kemiklidere Deresi Taban Eğimi Üzerindeki Malzemenin Gösterimi	11
Şekil 3.1. Kovalı tarayıcı örnek çizimi	15
Şekil 3.2. Kovalı tarayıcı gemisi	15
Şekil 3.3. Beko tarayıcı örnek çizimi.....	16
Şekil 3.4. Beko tarayıcı gemisi.....	17
Şekil 3.5. Çift çeneli tarayıcı örnek çizimi.....	18
Şekil 3.6. Çift çeneli tarayıcı gemisi.....	18
Şekil 3.7. Sabit emişli tarayıcı.....	21
Şekil 3.8. Alttan taraklı emici tarayıcı	22
Şekil 3.9. Kırıcı emişli tarayıcı.....	23
Şekil 3.10. Akustik sonar ile batimetrik ölçümlerin gösterimi	27
Şekil 3.11. Tarama yetki belgesi	28
Şekil 3.12. Tarama yetki belgesi eki.....	28
Şekil 3.13. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi uygunluk belgesi.....	33
Şekil 3.14. Dip Tarama malzemesinin çevresel yönetim planı formatı.....	34
Şekil 3.15. Dip Tarama malzemesinin çevresel yönetim planı formatı	35
Şekil 4.1. AHP hiyerarşik yapısının gösterimi	37
Şekil 4.2. Uzman görüşlerinin değerlendirilmesi	45
Şekil 4.3 Uzman görüşlerinin değerlendirilmesi	46
Şekil 4.4. Fiziki boyutlar kriterine göre karşılaştırma matrisi.....	46
Şekil 4.5. Ulaşım kriterine göre karşılaştırma matrisi	47

Şekil 4.6. Zaman kriterine göre karşılaştırma matrisi.....	47
Şekil 4.7. Güvenlik kriterine göre karşılaştırma matrisi	48
Şekil 4.8. Fiziki boyutlar kriterine göre normalizasyon matrisi.....	48
Şekil 4.9. Ulaşım kriterine göre normalizasyon matrisi	49
Şekil 4.10. Zaman kriterine göre normalizasyon matrisi	49
Şekil 4.11. Güvenlik kriterine göre normalizasyon matrisi	50
Şekil 4.12. Fiziki boyutlar kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı.....	50
Şekil 4.13. Ulaşım kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı	51
Şekil 4.14. Zaman kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı.....	51
Şekil 4.15. Güvenlik kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı	51
Şekil 4.16. Fiziki boyutlar kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları	52
Şekil 4.17. Ulaşım kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları.....	52
Şekil 4.18. Zaman kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları	52
Şekil 4.19. Güvenlik kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları.....	53
Şekil 4.20. Ağırlıkların listelenmesi	53
Şekil 4.21. TOPSIS yöntemi karar matrisinin oluşturulması.....	54
Şekil 4.22. TOPSIS yönteminin normalize ve ağırlıklandırılmış normalize matrislerin oluşturulması	54
Şekil 4.23. TOPSIS yöntemi ideal ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması	55
Şekil 4.24. TOPSIS yöntemi ile ideal uzaklıklar ve negatif ideal uzaklıkların hesaplanması	55
Şekil 4.25. TOPSIS yöntemi ile ideal çözüm hesaplanması	55

KISALTMALAR LİSTESİ

AHS (AHP)	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
DTM	Dip Tarama Malzemesi
ISO (ISO)	Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization)
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
TOPSIS	Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Marmara Denizi ve İstanbul Boğazına mansaplanan dere yatakları ve çevresi plansız yapılaşma sonucu; daralma, üzerinin kapatılması veya dere yatağının değiştirilmesi gibi müdahalelere maruz kalmıştır. Dere yatakları ve çevresinin kapatılmasıyla bozulan denge sonucu sel, toprak kayması gibi doğal afetler sıkça yaşanmaktadır. Yağış, rüzgar ve insan faaliyetleri sonucu havzalardan dere yataklarına gelen taşınımlar ve dere tabanının aşınmasıyla çıkan malzeme akıntıyla mansaba doğru taşınır. Akıntı hızının düştüğü bölgelerde çökelmeler olur. Zamanla biriken dip çamurunda biyolojik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu su kalitesi bozulur. Açığa çıkan gazlardan çevreye kötü koku yayılır.

Dere yataklarına havzadan gelen teresubat miktarı batimetrik ölçümler yapılarak tespit edilir. Dip çamuru çevreye uyumlu planlanıp gerekli izinler alınarak temizlenir. Dere yataklarında dip çamuru tarama çalışmalarının maliyeti yüksek olup doğru tarama yöntemiyle temizlik yapılmadığında kısmi yapılan temizlik tarama periyodunu kısaltmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Marmara Denizine mansaplanan derelerde, haliç bölgelerin (deniz suyunun dere içine girdiği batık kısımlarda) tabanında biriken dip çamuru temizleme çalışmalarında kullanılan yöntemlerden, en ideal yöntemin belirlenmesidir..

1.2. Tezin Yöntemi

Bu Çalışma kapsamında konu ile ilgili (İBB) İstanbul Büyükşehir Belediyesi, (İSKİ) İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi çalışanlarından mühendis, teknikerler ile Üniversitelerde Kıyı Mühendisliği ve Hidrodinamik konusunda uzman akademisyenlerle, birebir yapılan görüşmeler sonucu kriterler belirlenmiştir. Ayrıca

Görüşmelerde anket çalışmaları yapılarak kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri belirlenmiştir.

Ek-A da görüş veren uzmanlara ait bilgiler yer almaktadır. Anket sorularına verilen cevapların geometrik ortalaması dikkate alınarak AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Daha sonra elde edilen ağırlıklar TOPSIS kullanılarak sediman temizlemedeki ideal yöntemler tespit edilerek, en ideal sediman temizleme yöntemi belirlenmiştir.

1.3. Tezin Araştırma Sorusu ve Örneklemi

Tez çalışmasının araştırma sorusu şu şekildedir: “Marmara Denizine bağlı derelerde sediman temizleme için kullanılan yöntemlerden olası en ideal yöntem hangisidir?”

Tez araştırmasının örneklemi ise; alanında uzman, mühendis, tekniker, akademisyen kadrodan oluşmaktadır.

1.4. Literatür Araştırması

Literatür çalışması kapsamında; sediman temizleme ile alakalı tez, makale, bilimsel yayınlar incelenmiştir. AHP ve TOPSIS yöntemleri de aynı şekilde araştırılmış ve iki yöntemde çok fazla alanda kullanıldığı görülmüştür. Tez çalışmasının sediman tarama kısımları ve teknik ekipman kısımları için yapılan araştırmalarda Vomatek teknik raporlarından (Vomatek Mühendislik, 2017) ve MNE Çevre teknik raporlarından (MNE Çevre Mühendislik, 2013) yararlanılmıştır.

Sediman temizleme alanında yapılan araştırmada; bu alandaki yayınların teknik bilgileri ele aldığı, fiziksel ve çevresel etkileri ile ulusal ve uluslararası mevzuatlar üzerinde durulduğu görülmüştür. İdeal Sediman tarama yöntemleri ile ilgili AHP ve TOPSIS yöntemlerinden birinin kullanıldığı bir araştırma bulunmamaktadır.

Bazı çalışmalarda, temizleme yöntemlerinden, fiziksel süreçlerinin işleyişlerinden, sediman mekanik özelliklerinden bahsedilmiştir. (Bureau of the Intergovernmental Council of the International Hydrological Program, 1985) Ayrıca ele alınan derelerden biri olan Ayamama Deresi için yapılmış taşkın analizi şeklinde farklı alanlarda çalışmalar mevcuttur. (Bahçeçi, 2014)

AHP için geniş çaplı bir araştırma, 1990-2009 yılları arasında Subramanian ve Ramanathan tarafından yapılmış 291 makaleyi inceleyip, araştırma konusu kapsamındaki konuları çeşitli sınıflara ayırmıştır (Subramain & Ramanathan, 2012). Bazı spesifik örnekleri de Saaty tarafından verilmiştir (Saaty, 2008).

AHP'nin su sahalarının iyileştirilmesi ve yönetilmesi açısından uygulandığı çeşitli projeler yer almaktadır. Bazı çalışmalarda su ve çevre kaynaklarının yönetimi açısından AHP yöntemini ele almıştır (Azarnivand, Hashemi, & Banihabib, 2015).

Ülkemizde hassas alanlarda AHP ile en uygun iyileştirme önlemlerinin belirlenmesi için Manyas Gölü örneği üzerinden yürütülmüş bir uzmanlık çalışması yer almaktadır. Bu çalışmada, ulusal ve uluslararası mevzuatı incelemiş, hassas su kütlelerinde korumaya ve iyileştirmeye yönelik yöntemleri değerlendirmiş ve değerlendirmesinde de AHP hakkında bilgi vermektedir. Manyas Gölü üzerinden bir uygulama gerçekleştirilmiştir (Aksu, 2017).

Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizin ulusal tez merkezinde 2014-(Nisan)2020 yılları arasında güncel olarak yayınlanmış sekiz adet AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar yer almaktadır.

Bunlardan bazıları: Akçay tarafından, Türkiye'de güneş enerjisi santralleri için yer seçimi için kullanılmıştır. Çalışmasının sonucunda Mersin'in güneş enerjisi santrali için en iyi alternatif olduğu ve Mersin'i sırasıyla Karaman, Burdur, Konya, Van ve Antalya'nın izlediği sonucuna yer vermiştir (Akçay, 2019). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile performans değerlendirmesi yapılmış olan bir çalışmada AHP, TOPSIS ve PROMETRE yöntemleri karşılaştırılmıştır (Gelashvili, 2019).

Başka bir çalışma ise bölgesel düzeyde çalışılmış ve örnek olarak Somali'de afet depo bölgesinin seçimi üzerine yapılmıştır. Çalışmada, uzmanlara uygulanan anket sonucunda AHP ile kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş ve TOPSIS yönetimi ile de alternatif bölgelerin sıralamasını yapmıştır. Çalışmasının sonucunda, AHP'den elde edilen en önemli kriteri belirtmiş ve Benadir Bölgesi'nin de afet deposunun kurulacağı en uygun bölge seçilebileceğini öngörmüştür. (Abdulrazak, 2018)

AHP ve TOPSIS yaklaşımının bir arada kullanıldığı, uluslararası aktarma konteyner terminali seçimine yönelik olarak hazırlanmış, Akdeniz Bölgesi için yapılan bir çalışma mevcuttur. Bu çalışmada aktarma konteyner terminallerinin yer seçimleri problemin çözümüne yönelik yeni bir bakış açısı ve konteyner taşımacılığı yapan şirketler için de etkin bir araç olarak kullanılabileceği bir karar modeli önermesi amaçlanmıştır ve sonuç olarak tüm anket ve yöntemleri uyguladıktan sonra Akdeniz’de en uygun aktarma limanı olarak Malta limanı öngörülmüştür. Malta’yı sırası ile Cagliari, Gioia Tauro, Tanger, Valencia, Algeciras, Port Said, Pire ve son sırada Ambarlı takip ettiği belirtilmiştir. (Arıcan, 2018).

1.5. Tezin Bölümleri

Bu tezin giriş bölümünde; tezin amacı, yöntemi, tez araştırmasının sorusu ve örnekleme, literatür araştırılması ve tezin bölümleri kısımlarına yer verilmiştir.

İkinci bölümde ise; derelerin mevcut durumları hakkında bilgiler verilip araştırılan dereler irdelenmiştir. Bu dereler Alibeyköy Deresi, Ayamama, Kemiklidere ve Kağıthane dereleridir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde dip çamuru taramaları hakkında genel bilgilere ve temizleme işleminde kullanılacak ekipmanlar hakkında bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra kullanılabilecek olan mekanik veya hidrolik ekipmanlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden bahsedilerek, AHP ve TOPSIS yöntemi irdelenmiş ve yapılan araştırmalarla, yapılan anketler doğrultusunda en ideal temizleme yöntemi belirlenerek sunulmuştur.

Tezin son kısmında ise sonuç ve öneriler bölümü yer almaktadır. Tez daha sonra AHP’deki alternatif ve kriterler değiştirilerek, gerekli durumlarda çoğaltılarak dereağzı dışında deniz tarama çalışmalarına uygulanarak geliştirilebilir

BÖLÜM II

MARMARA DENİZİNE MANSAPLI DERELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Bu kısımda Marmara Denizi'ne bağlanan derelerden Ayamama Deresi, Alibeyköy Deresi, Kağıthane Deresi ve Kemiklidere Derelerinin batık kısımlarının özellikleri açıklanacaktır.

2.1. Ayamama Deresi Genel Özellikleri

İstanbul Bakırköy İlçesi sınırları içinde,

- Ortalama güncel su derinliği: 1-2 m
- Yıllık ortalama çıkarılan çamur miktarı: 4.000 m³
- Ortalama dere genişliği: 25-30 m
- Batık kısmın uzunluğu: 500 m

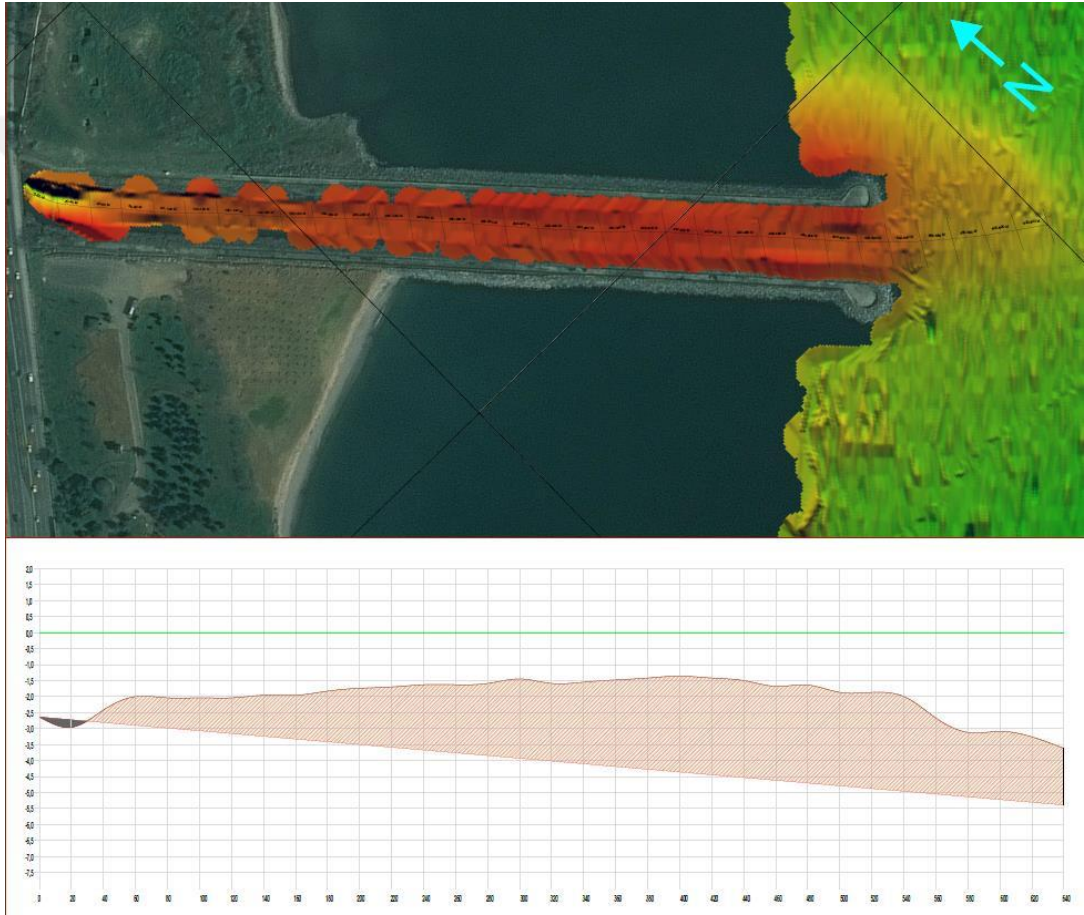
Şekil 2.1' de Ayamama deresine ait internet ortamı üzerinden alınan 2020 yılına ait Google Earth ekran görüntüsü gösterilmiş olup, dere yatağı, dere batık kısım uzunluğu ve dere yanındaki tren yolu köprüsü belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Ayamama deresi google earth ekran alıntısı

Vomatek firmasının yaptığı çalışmalar, ideal dere akışının sağlanması için dere taban eğiminin belirlenmesi yönündedir. Bu kapsamda Şekil 2.2’de olması gereken dere taban eğimi ve biriken sediman miktarları gösterilmektedir.

Ayamama deresinin batık kısmına yağışlarla dere havzasından taşınan sedimanlar ve İdostan dolaylı dalgalar tarafında dere ağzına doğru deniz kumu taşınmaktadır. Bundan dolayı Ayamama deresinin batık kısmında hem havzadan gelen sediman hem de denizden gelen kum birikimleri görülmektedir. Bu durum derenin denizle birleştiği noktada zamanla sediman yığılımlarına neden olarak akışı engellemektedir.



**Şekil 2.2. Ayamama deresinin taban eğimi üzerindeki malzemenin gösterimi
(Vomatek Mühendislik, 2017)**

2.2. Alibeyköy Deresi Genel Özellikleri

Eyüp Sultan İlçesi sınırları içinde,

- Ortalama güncel su derinliği: 1-3 m
- Yıllık ortalama çıkarılan çamur miktarı: 3.000 m³

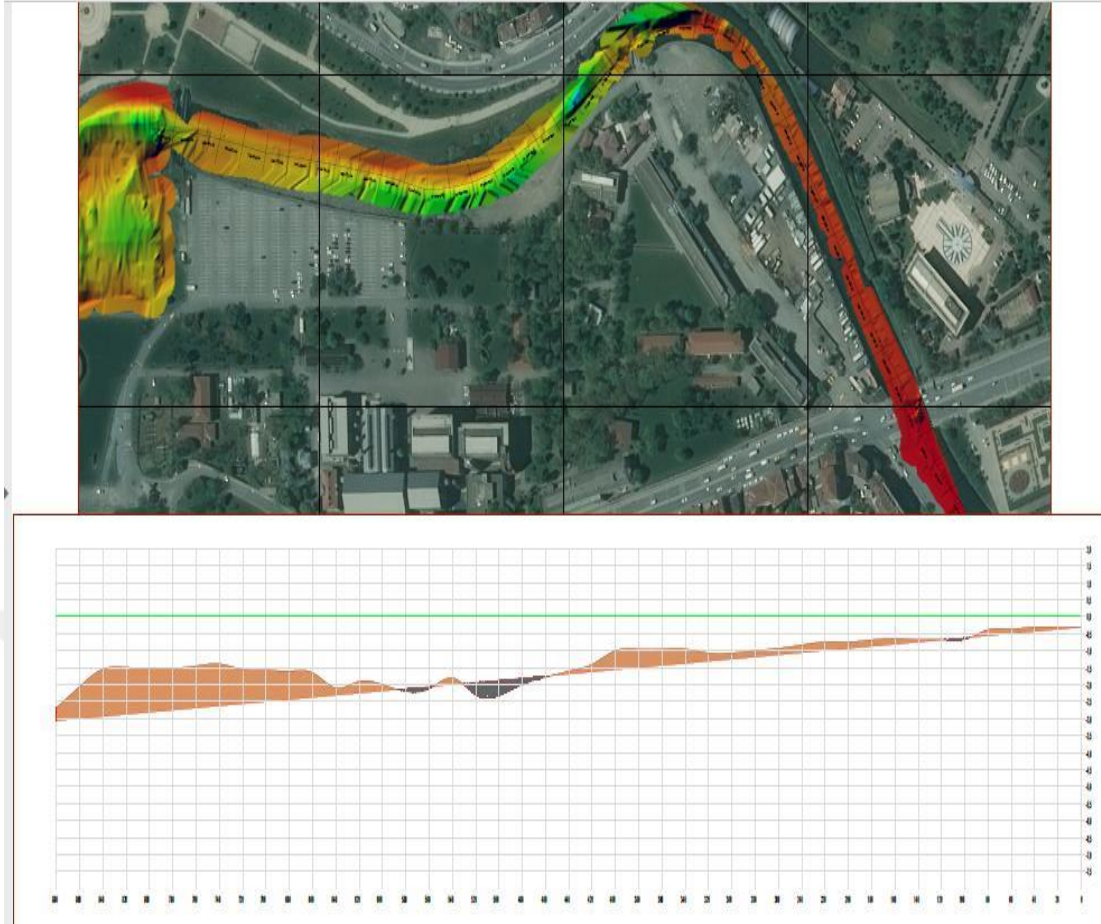
- Ortalama dere genişliği: 30 m
- Batık kısmın uzunluğu: 750 m

Şekil 2.3' de Alibeyköy deresine ait internet ortamı üzerinden alınan Google Earth ekran görüntüsü eklenmiş olup, kuru dere yatağı, iski su alma yapısı ve dere batık kısım uzunluğu ile atık su savağı belirtilmiştir.

Dere yaz aylarında kuru olup su akışı yoktur. Yaz aylarında dere içinde hareketsiz kalan deniz suyunda koku oluşmaması için derenin yanından geçen atık su hattına su alma yapısı kurularak dereden kollektöre su akışı sağlanmıştır. Dere içinde kalan su kollektöre alınmasıyla yerine taze su girişi sağlanarak sıcak havalarda koku probleminin önüne geçerek su sirkülasyonu sağlanmış olmaktadır. Alibeyköy deresi üzerine İSKİ tarafından derenin farklı noktalarına 3 adet su alma yapısı kurulmuştur. Su alma yapıları yağışlı havalarda kapatılmaktadır. Arıtma tesislerinin yükünü artırmamak için genellikle ihtiyaç duyulan sıcak ve kurak dönemlerde su alma yapıları çalıştırılmaktadır.



Şekil 2.3. Alibeyköy deresi google earth ekran alıntısı



**Şekil 2.4. Alibeyköy deresi taban eğimi üzerindeki malzemenin gösterimi
(Vomatek Mühendislik, 2017)**

2.3. Kağıthane Deresi Genel  zellikleri

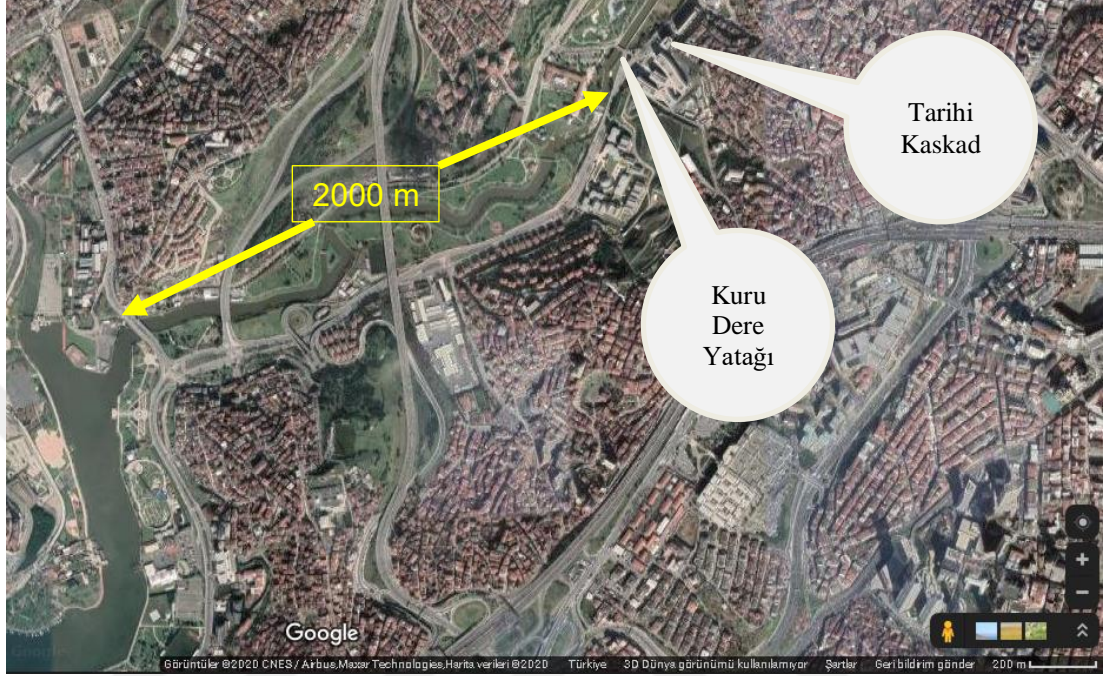
Kağıthane İlçesi sınırları içinde,

- Ortalama güncel su derinliği: 0,5-2 m (Taban -2 m kotta taş d şeli)
- Yıllık ortalama çıkarılan çamur miktarı: 7.000 m³
- Ortalama dere genişliği: 30 m
- Batık kısmın uzunluğu: 2000 m

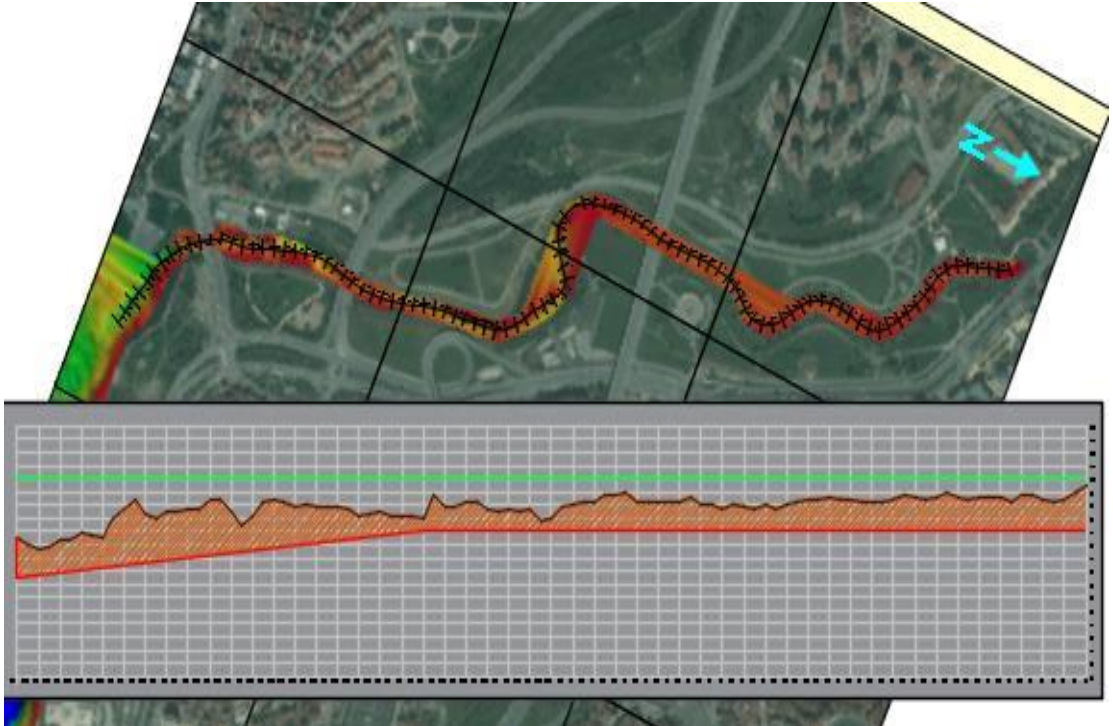
Şekil 2.5' de Kağıthane deresine ait internet ortamı üzerinden alınan Google Earth ekran görüntüsü eklenmiş olup, kuru dere yatağı, Tarihi Kaskad ve derenin batık kısım uzunluğu belirtilmiştir.

Haliçte su sirkülasyonu sağlamak için İSKİ tarafından İstanbul Boğazı Çayırbaşı Mevkiden tünelle Kağıthane deresine su getirilerek derede su akışı sağlanarak halice temiz su girişi sağlanmıştır.

Haliçte su sirkülasyonu sağlamak için İstanbul Boğazı Çayırbaşı Mevkiden tünelle Kağıthane deresine su getirilerek derede su akışı sağlanarak haliçe temiz su girişi sağlanmıştır.



Şekil 2.5. Kağıthane deresi google earth ekran alıntısı



Şekil 2.6. Kağıthane deresi taban eğimi üzerindeki malzemenin gösterimi
(Vomatek Mühendislik, 2017)

2.4. Kemikli Dere Genel Özellikleri

Pendik İlçesi sınırları içinde,

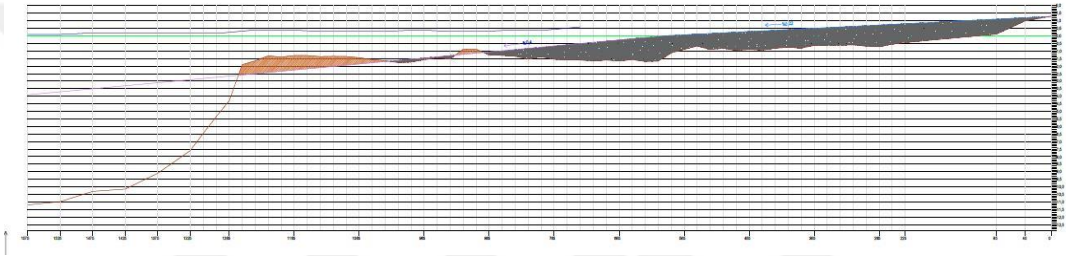
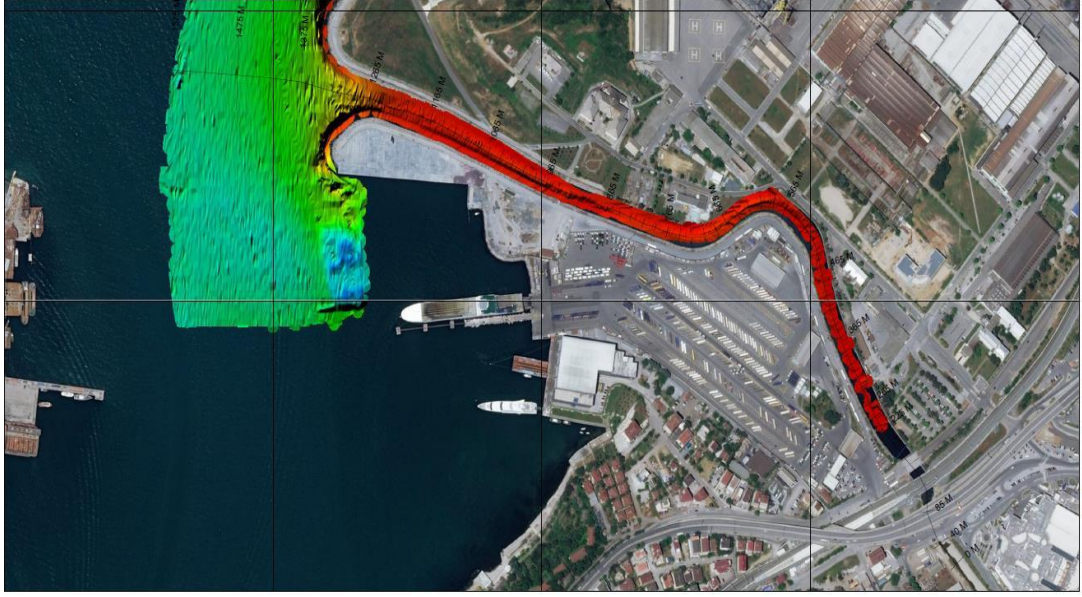
- Ortalama su derinliği: 1-1.5 m
- Yıllık ortalama çıkarılan çamur miktarı: 7000 m³
- Ortalama dere genişliği: 25-35 m
- Batık kısmın uzunluğu: 1100 m

Dere yaz aylarında kuru olup su akışı yoktur. Yaz aylarında dere içinde hareketsiz kalan deniz suyunda koku oluşmaması için derenin yanından geçen atık su hattına bir adet su alma yapısı kurularak dereden kollektöre su akışı sağlanmıştır. Dere içinde kalan suyun kollektöre alınmasıyla yerine taze su girişi sağlanarak sıcak havalarda koku probleminin önüne geçilerek su sirkülasyonu sağlanmış olmaktadır. Derenin bir tarafı askeri alan olduğundan dere içerisinde yapılacak tüm çalışmalarda ilgili kuruma gerekli bilgilendirmelerden sonra yapılması gerekmektedir.

Şekil 2.7' de Kemiklidere deresine ait internet ortamı üzerinden alınan Google Earth ekran görüntüsü eklenmiş olup, kuru dere yatağı, iski su alma yapısı ve dere batık kısım uzunluğu belirtilmiştir.



Şekil 2.7. Kemiklidere google earth ekran alıntısı



**Şekil 2.8. Kemiklidere deresi taban eğimi üzerindeki malzemenin gösterimi
(Vomatek Mühendislik, 2017)**

Tablo 2.1’de derelerin özellikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.1. Dere özelliklerinin karşılaştırılması

DERE İSMİ	Ayamama	Alibeyköy	Kağıthane	Kemiklidere
Ortalama Su Derinliği	1-2	1-3	0,5-2	1-1,5
Yıllık Ortalama Çamur Miktarı(m³)	4.000	3.000	7.000	7000
Ortalama Dere Genişliği(m)	25-30	30	30	25-35
Batık Kısımın Uzunluğu(m)	500	750	2000	1100

BÖLÜM III

DERE AĞZI TARAMA YÖNTEMLERİ

3.1. Dere Ağzı Dip Çamuru Tarama Yöntemleri

3.1.1. Dere ağzı dip çamuru tarama işlemi ve çevresel etkileri

Dere ağzı, haliçler, göl, gölet, barajlar ve akarsu tabanında yağışlarla sediman taşınımı veya dipteki biyolojik aktivitelerden dolayı çamur oluşumu gözlenmektedir. Bu durum çevre ve insan sağlığı açısından olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Çamur birikmesi sonucu yaşanan başlıca çevre sorunlar:

- * Sahanın su tutma kapasitesinin azalması,
- * Su kalitesinin bozulması ve kullanım alanının kısıtlanması,
- * Görüntü kirliliği,
- * Koku kirliliği,
- * Alg patlaması,
- * Ulaşım araçlarının sığlaşmadan dolayı çalışmaması
- * Su sporları yapılabilirliğini engellemesi,
- * Su akışının engellenmesi,
- * Su baskınları taşkın ve sele neden olması,
- * Zamanla su akış yatağının değişmesi.
- * Kirlilikten dolayı sudaki canlıların yok olmasıdır.

Sediman taşınımı yüksek olan derelerin mansap kısımları, haliçler, göl, gölet ve barajlarda belli periyotlarda batimetrik ölçümler yapılarak taban üzerinde birikmiş

olan sediman miktarı hesaplanır. Gelen sediman miktarına bağılı olarak batimetri peryodu ve tarama peryodu belirlenmesi gerekir.

Derelerin mansap kısımları, haliçler, göl, gölet ve barajlarda dip çamuru taraması yapmaya başlamadan önce ve tarama yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar:

- * Taranacak bölgenin ekolojik yapısına ve çevreye en az zarar verecek tekniklerin seçilmesi,
- * Dip çamurunun dağıtmadan bulanıklığa en az neden olacak ekipman ile taranması,
- * Dip çamurunun çevreye zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılması,
- * Tarama tekniklerinin uygun maliyet ile uygulanmaya konması,
- * Taramanın çevreye en az rahatsızlık verecek şekilde yapılması şeklindedir.

Tarama yapılacak bölgenin köşe koordinatları çıkarılarak, alanın net olarak belirlenmesi gerekmektedir. Tarama yapılarak çıkarılacak dip çamurun taşınması ve depolanması için daha sonra gerekli olacak ekipmanların planlanması gerekmektedir.

3.2. Dip Çamuru Taramasında Kullanılan Makine Ve Ekipmanlar

Dip çamuru tarama faaliyetlerinde çeşitli makine ve ekipmanlar bulunmaktadır. Bu ekipmanlar zemin yapısı ve tarama alanın çevresel koşullarına bağılı değişmektedir. Kullanılan makine ve ekipman türüne göre farklı çevresel etkilere neden olmaktadır.

Genellikle dip çamuru tarama yöntemleri, teknolojik açıdan hidrolik, mekanik ve hidrodinamik olarak 3 genel sınıfa ayrılmaktadır.

Hidrodinamik tarama süreci hariç diğer yöntemlerde kendilerine özgü farklı tarama makineleri ve makine yardımcı ekipmanlar kullanılmaktadır.

3.2.1. Mekanik tarayıcılar

Mekanik tarama bilinen ilk tarama şeklidir. Dip çamurunun mekanik olarak taranmasında; kovalı tarayıcılar, beko tarayıcı, çift çeneli tarayıcılar veya kepçeler ve mekanik tarama ekipmanları kullanılır.

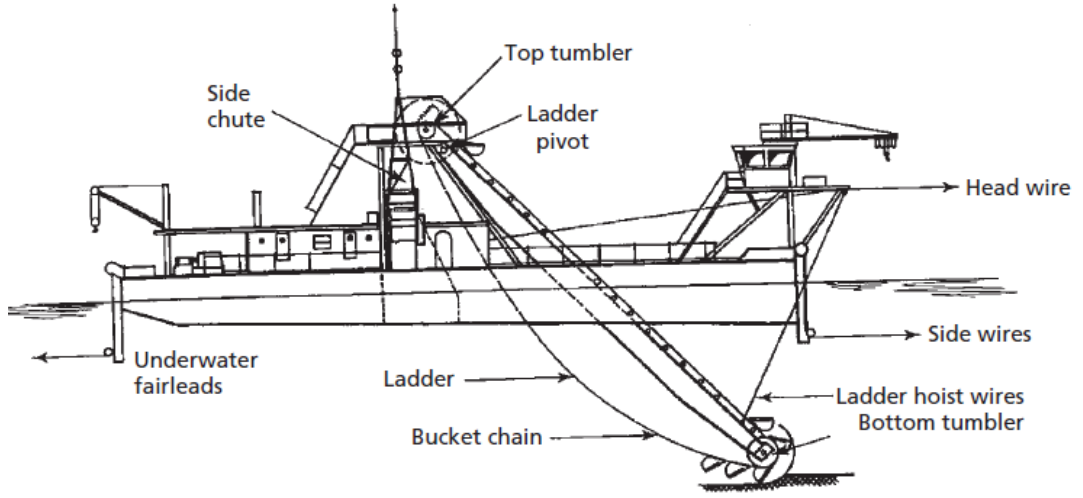
Bu iş makineleri ile Dere ağzı, haliçler, göl, gölet, barajlar ve akarsu tabanında biriken sedimanlar dip tarama çalışmaları yapılarak temizlenir. Dipten taranan çamurlar dubalara veya sızdırmaz kamyonlara yüklenerek ve bertaraf sahalarına taşınır.

Mekanik tarayıcılar, dip malzemesi oturmuş zeminlerin temizliğinde iyi sonuçlar vermektedir. Kayalık, sert zemin, sazlık, bitki ve karışık atıklarının olduğu alanlarda mekanik tarayıcılar ile tarama çalışmaları oldukça iyi sonuçlar vermektedirler. Yumuşak ve tam olarak zemine çökmemiş alanlardaki dip çamurlarının taranmasında mekanik tarama iyi sonuç vermemektedir. Çünkü taranan malzeme tarayıcı ekipmanın suya her dalış ve çıkışında suda dağılmaktadır. Mekanik tarayıcılar ile 46-92 m³ /sa dip çamuru taranabilmektedir.

Tarama metotlarından mekanik tarayıcılar ile dip çamuru tarama için kovalı tarayıcı, beko tarayıcı ve çift çeneli tarayıcı olarak üç tip tarama aracı kullanılır.

3.2.1.1. Kovalı tarayıcı - bucket dredger

Avrupa'da ilk olarak kullanılan kovalı tarayıcılar tarama çalışmalarında kullanılan eski metotlardan biridir. Bucket Ladder Dredger olarak adlandırılan tarayıcı gemisi Türkçe'ye kovalı tarayıcı olarak geçmiştir. Bir mavnanın merkezine, üzerine bir tarafı keskin kovaların bulunduğu merdiven monte edilmiştir. Tarama esnasında sonsuz dönme hareketine sahip zincir tarafından dönme esnasında en altta bulunan kova tabanı kazarak malzemeyi içine alarak merdiven sayesinde yukarı doğru taşır. Merdivenin en üst kısmında kova baş aşağı dönerek içindeki malzeme istenilen bir yere aktarılır. Dipteki malzeme durumuna bağlı olarak kovada bir miktar su da malzemeyle birlikte gelmektedir. Kovalı tarayıcıların kova kapasitesi 30-1.200 lt olup; çamur durumu ve derinliğe bağlı olarak günlük 2.000 ile 10.000 m³ arasında tarama yapılabilmektedir. Kovalı tarayıcılar ile tarama derinliği 5-30m yapılmaktadır. Şekil 3.1'de kovalı tarayıcının örnek çizimi gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kovalı tarayıcı örnek çizimi (MNE Çevre Mühendislik, 2013)

Kovalı tarayıcılarda tarama derinliği istenildiği şekilde ayarlandığından yatayda düz bir zemin oluşmaktadır. Ayrıca kovalı tarayıcılarda tabandan kesilerek kova içine alınan malzemenin su ile karışma oranı düşüktür. Kovaların tam olarak dolmadığı durumlarda yüksek oranda su karışır.



Şekil 3.2. Kovalı tarayıcı gemisi (Adriatico, 1966)

Kovalı tarayıcılar tarama çalışmasını düz bir satıhta yapmaları için kıyıdan kıyıya gerdirilen çelik halatlar ile doğru pozisyonda yatay halat ekseninde ilerleyerek tarama yapar. Kıyayı vardığında istenilen derinlik sağlanmışsa halatlar ileri ötelenerek sabitlenir ve tarama tekrar başlar. Kovalı tarayıcıların işletilmesi zor ve maliyeti yüksek bir tarama metodudur. Ayrıca kovalı tarayıcılar tarama esnasında gerdirilen çelik halatlar deniz trafiğine engel oluşturmaktadır. Bu durumlarda tarama aracı tonozla sabitlenebilir.

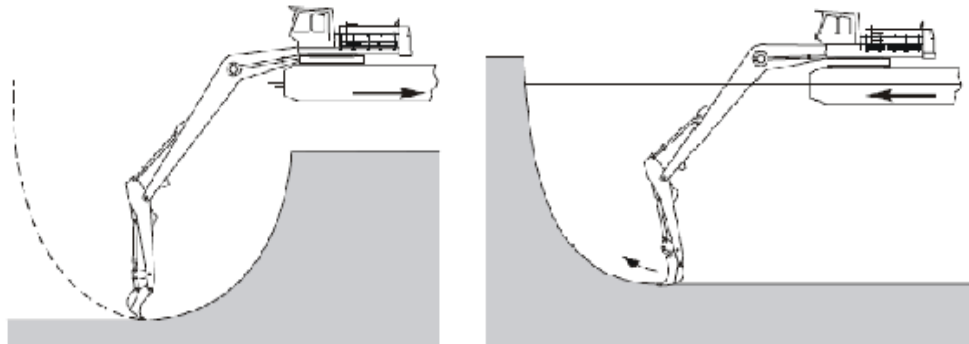
3.2.1.2. Beko tarayıcı - backhoe dredger

Beko tarayıcılarda kara kökenli olan hidrolik ekskavatörün duba üzerine sabitlenmesi veya tarama ekipmanları duba üzerine monte edilmiş yüzer ekskavatörlerdir. Tarayıcı tarama esnasında çapa veya duba üzerine imal edilmiş ayaklarla sabitlenir. Beko tarayıcı ekskavatör tarama derinliği kol boyu ile sınırlıdır. Ekskavatör kovayı dibe daldırarak çıkardığı dip çamurunu kendi üzerine veya başka bir barca boşaltır.

Ekskavatör ile sert zeminlerin taranması ve tabanda kaya ve ağaç gövdelerinin kaldırılması kolaylıkla yapılabilmektedir.

Küçük boyutlu tarama projelerinde beko tarayıcısı ile işlem yapmak daha uygundur. 20 m derinliğe kadar tarama yapabilir. Kova hacmi 0,5 ile 13 m³ arasında değişir.

Şekil 3.3' de Beko tarayıcının örnek çizimi gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Beko tarayıcı örnek çizimi (MNE Çevre Mühendislik, 2013)

Beko tarayıcılar ile tarama çalışması esnasında alttaki dip çamurunun suya karışması sonucu suda bulanıklık ve kısmen sediman dağılımı olabilmektedir. Taramayı ucundaki kepçe ile yaptığından bu sistem açık tarama sistemlerinden birisidir ve doğal olarak tarama esnasında tabanda bulanıklık ve sediman dağılımı söz konusudur.

Şekil 3.4 'de Beko tarayıcı gemisi görülmektedir. Yüzer ekskavatör ile tarama yapılması kolay ve en çok tercih edilen tarama yöntemlerindedir.



Şekil 3.4. Beko tarayıcı gemisi (Backhoe Dredger, t.y.)

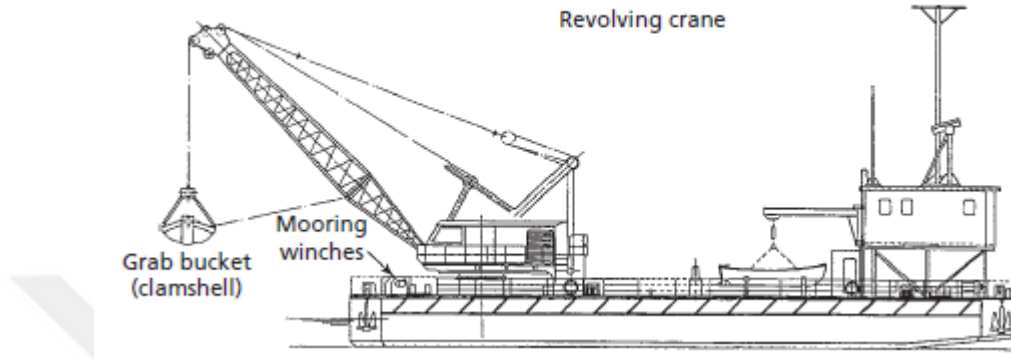
Beko tarayıcısı ile tarama zemin durumu ve tarama derinliğine bağlı olarak saatte 1.000 m³'e kadar tarama yapılabilmektedir.

3.2.1.3. Çift çeneli (kapmalı) tarayıcı - grab dredger

Çift çeneli kapmalı tarayıcılar bir dubanın üzerine monte edilmiş, vince çelik halatla bağlanan iki adet yarım kepçeden oluşur. Zeminden taranarak kepçeye dolan malzeme vinç tarafından kaldırılarak barca yüklenir. Çift çeneli tarayıcılar denizden kum çıkarma veya derin kazılarda oldukça verimlidir.

Çift çeneli kepçe tarafından taranan malzeme kepçe içinde kaldığından kaldırma esnasında suda dağılmaz. Çift çeneli kepçelerin kapasitesi 0,75-20m³, arasında değişir.

Şekil 3.5'de çift çeneli tarayıcının örnek çizimi verilmiştir.



Şekil 3.5. Çift çeneli tarayıcı örnek çizimi (MNE Çevre Mühendislik, 2013)

Çift çeneli tarayıcılar uzun halatlarla dibe daldırıldığından 100 metre üzerinde derinliğe kadar dip tarama yapabilmektedir. Tarama metotları arasında en derin tarama yapabilen tarama araçlarıdır.



Şekil 3.6. Çift çeneli tarayıcı gemisi (Dredger, 2016)

Bu tarama araçları tek seferde 20m³ kadar yüksek miktarda dipten malzeme almaktadır. Ancak her seferde zemine bırakılan kepçenin aynı düzlemde ve aynı derinlikte olması mümkün olmadığından zeminde çukur ve tümsekler oluşmaktadır. Bu tür tarama çalışmalarını liman içerisinde yapılması durumunda iskandil ile derinlik ölçümleri yanıltıcı olabileceğinden deniz araçlarını zemine oturması gibi deniz kazalarının yaşanmasına sebep olabilir.

Şekil 3.6 'de çift çeneli tarayıcı gemisi görülmektedir.

3.2.2. Hidrolik tarayıcılar

Hidrolik tarama sistemi, gevşek olan malzemeyi emici santrifüj pompası ve boru sistemi ile istenilen depolama alanına, barç, susuzlaştırma tesisi vb. yerlere pompalanır. Zeminin sert veya konsolide olması durumunda basınçlı su püskürtülerek zeminin yumuşatılması veya kesici bıçaklardan oluşan döner başlıklarla zemin küçük parçalar koparılarak başlık ağzındaki malzeme karıştırılarak yumuşatılıp santrifüj pompa ile emilerek pompalanır.

Hidrolik tarama araçları kendiliğinden hareket edip tarama alanında hareketi sağlayan ayak veya kazıklarla kendilerini sabitleyebilir. Ancak duba üzerine monte edilmiş hidrolik tarayıcılar çapa veya halatlarla sabitlenmesi gerekir. Hidrolik tarama genellikle büyük tarama projelerinde kullanılır. Bu tür dip tarama projelerinde çamurun nereye pompalanacağı önemlidir. Karada hiçbir işlem yapılmadan depolanması durumunda çok büyük depolama alanlarına ihtiyaç olmaktadır. Ayrıca susuzlaştırma süresi uzun zaman almaktadır. Ancak bu tür taramalarda farklı depolama ve susuzlaştırma metotları uygulanabilir susuzlaştırma tesisi, dekantör, belt filtre, polipropilen tüpler gibi. Hidrolik tarayıcılar dip çamurunun özelliğine bağlı olarak kullanılacak kimyasal yumaklaştırıcı polielektrolitler çamur yoğunlaştırıcılarla %5 ila %20 oranında katı madde içerir. Ancak sahil ve sulu alanlarda homojen olarak kum pompalama çalışmalarında bu oran daha da yüksektir. Hidrolik tarayıcıların saatte 70 ile 7.000 m³ arasında malzeme pompalayabilmektedir.

Hidrolik tarama mekanik taramaya göre ilk yatırım maliyeti daha yüksektir. İşletme maliyetide çıkarılan malzemenin susuzlaştırma tesisinde işleme tabi tutulması durumunda daha pahalıdır. Hidrolik tarama çalışmalarında zemindeki malzemenin durumuna göre sert ve karışık olması durumunda kesici ve emici başlıklarda sık sık

tıkanma, malzeme sıkışması gibi arızalarla karşılaşmaktadır. Bir bölgede hidrolik araçlarla dip çamuru taraması yapılırken tarayıcı seçiminde birçok parametre düşünülmelidir.

- * Dip çamurunun özelliği
- * Su derinliği
- * Taranacak dip çamuru miktarı,
- * Tarama yapılacak alanın çamurun taşınacağı alana uzaklığı.
- * Taranan malzemenin nasıl bir işleme tabi olacağı susuzlaştırma yöntemi (arazide bekletme, barç, dekantör, belt filtre, polipropilen tüpler)

Genel olarak hidrolik tarayıcılar 3 grupta incelenmektedir.

- * Sabit Emişli Tarayıcı,
- * Kesici Emişli Tarayıcı
- * Alttan Taraklı Emişli Tarayıcılardır.

3.2.2.1. Sabit emişli tarayıcı - plain suction dredger

En basit hidrolik tarayıcılardır, tarayıcı bir dubanın üzerine yerleştirilmiştir. Dubanın alt kısmında bulunan emici santrifüj pompa vasıtasıyla tabanda gevşek malzeme emilerek borular vasıtasıyla barç veya karada belirlenen alana basılır. Sabit emişli tarayıcılar genellikle kum gibi granüler malzeme taranmasında kullanılır. Tabandaki malzeme direk çekildiğinden suda bir bulanıklık ve malzemenin dağılması beklenmez.

Hidrolik emişli tarayıcılar kıyı alanlarında plaj oluşturma nehir ağızlarındaki kumların boşaltılması veya sahillerde silt kumu çıkarma çalışmalarında verimi oldukça yüksektir. Tarayıcı duba üzerindeki ayaklarla veya çelik halatlarla sabitlenerek tarama yapılır.

Sabit emişli tarama araçları 70 metre derinliğe kadar tarama yapabilir. Sabit emişli tarayıcı ile taranacak malzemenin durumuna ve derinliğine bağlı olarak saatte 50-5.000 m³ arasında tarama yapılabilmektedir.

şekil 3.7.'de sabit emişli tarayıcı gösterilmiştir.



şekil 3.7. Sabit emişli tarayıcı (Trailing Suction Hopper Dredger, t.y.)

3.2.2.2. Alttan taraklı emici tarayıcı - trailing suction hopper dredger

Alttan taraklı emici tarayıcılar denize elverişli gemiler olduğundan herhangi bir bağlama veya demir kazık olmaksızın tarama yapabilmektedir. Geminin bir veya iki tarafına emici boru yerleştirilmiştir. Alttan taraklı emici tarayıcılar hareket halinde çalıştırılan pompalar vasıtasıyla alt zemini süpüren taraklı emici borular vasıtasıyla üzerindeki hazneye doldurulur. Gemi hareketi esnasında alttaki emici borular esnek olduğundan zarar görmez. Haznesi dolduğunda kendiliğinden sevk sistemine sahip gemi dk alanına giderek alt kapaklarını açarak döküm yapar veya pompalar vasıtasıyla istenilen yere nakledilir. Genellikle ışlah projelerinde veya kum çıkarma çalışmalarında kullanılır. Alttan taraklı emici tarayıcıların kapasitesi 750-35.000 m³/sa arasında değişmektedir. Alttan taraklı emici tarayıcılar 35 metre derinliğe kadar tarama yapabilmektedir. Zeminde tarama yapan başlıklar malzemenin durumuna bağlı olarak taraklı, kesici, su jeti veya bıçaklı olabilir. Yüksek

kapasitelerinden dolayı büyük tarama ve zemin düzenleme projelerinde kullanımı tercih edilen tarama araçlarıdır.

Şekil 3.8’de alttan taraklı emici tarayıcı gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Altan taraklı emici tarayıcı (Trailing Suction Hopper Dredger, t.y.)

3.2.2.3. Kırıcı/Kesici emişli tarayıcı

Kırıcı-Kesici emişli tarama aracı sert yapılı ve karışık sediman yapısına sahip tabanlarda kullanılır. Kırıcı emici tarayıcılar çok güçlü ekipmanlara sahiptir. Sert zeminlerde uç kısımdaki hareketli başlık dönerek malzemeyi küçük parçalar haline getirir. Gevşek hale gelen dip malzemesi aynı zamanda santrifüj pompalar yardımıyla çekilir. Borular vasıtasıyla taşınan dip malzemesi arada booster pompalar kullanılarak 10 km kadar taşınabilir. 25-30 metreye kadar derinlikte tarama yapabilen kırıcı-kesici emişli tarayıcılar malzeme türü ve derinliğine bağlı olarak saatte 50-7.000 m³ malzeme pompalayabilmektedir. Duba önündeki tarayıcı başlık yay şeklinde tarama yaparak ilerler. Bu tür tarayıcılar üzerindeki demir kazıklar ile tarama esnasında sabitlenir. Tarama sonrası zemin düz bir şekil alır. Sert zeminlerin taranmasında en çok tercih edilen tarama aracıdır. Kendiliğinden sevk sistemine sahip bu tür tarama araçlarının tarama alanı ve bağlama alanı arasında sevk edilmesi kolay ve pratiktir

Şekil 3.9’da kırıcı emişli tarayıcı gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Kırıcı emişli tarayıcı (Cutter Suction Dredger, 2021)

3.3. Hidrolik Ve Mekanik Taramaların Karşılaştırılması

Dip çamurunun hidrolik taraması, mekanik taramaya göre daha ucuz, hızlı ve güvenlidir.

Booster pompalar kullanılarak taranan malzemeler 57 km’ye kadar basılabilmektedir.

Hidrolik tarama işlemlerinde taranan dip çamurunun su muhtevası %90 ile %95 arasında değişmektedir.

Mekanik taramada çamur yoğunluğu hidrolik taramanın çok üzerindedir.

Mekanik tarama gemilerinin draftları daha büyüktür, bu yüzden sığ yerlerde çalışmaları hidrolik tarayıcılara göre zordur.

Mekanik tarama yapılan çamur, organik karakterde ve anaerobik şartlarda ise çamurun yukarı çekilmesi esnasında etrafındaki balıklara şok etkisi yaparak öldürür. Hidrolik taramada ise çamur borularla yukarı çekildiği için böyle bir durum oluşmaz.

Tablo 3.1’ de kovalı, çift çeneli, beko, emişli, kesici emişli ve alttan emişli tarayıcıların karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 3.1. Kovalı, çift çeneli, beko, emişli, kesici emişli ve alttan emişli tarayıcıların karşılaştırılması

	Kovalı Tarama	Çift Çeneli	Ekskavatör Tarama	Alttan Emici Tarayıcı	Kesici Uçlu Emişli Tarayıcı	Dubalı Tarayıcı
Kumlu Çamuru Tarama	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Killi Çamuru Tarama	Var	Var	Var	Yok	Var	Yok
Kayalık Malzemeleri Tarama	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
Sabitlenme Halatları	Var	Var	Yok	Var	Var	Var
Maksimum Tarama Derinliği(m)	30	>100	20	70	25	50
Hassas Tarama	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
Açık Denizde Çalışabilme	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var
Çamuru Boru Hattıyla Taşıma	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Yok
Yoğun Çamurda Tarama	Var	Var	Var	Yok	Kısıtlı	Yok

Tablo 3.1 incelendiğinde Kovalı, Çift Çeneli, Ekskavatör (Beko), Alttan Emişli, Kesici Uçlu, Emişli Kendiliğinden ve Dubalı, gibi hidrolik ve mekanik dip çamuru tarama teknolojilerinin karşılaştırılması hakkında aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilmektedir. Kumlu dip çamuru taraması yapılacak su ortamlarında hidrolik ve mekanik tüm tarama teknolojisi uygulanabilir.

Alttan emişli ve dubalı tarayıcılar hariç diğer mekanik ve hidrolik tarama teknolojileri ile killi dip çamuru taraması yapılabilir.

Kayalık malzemeleri tarama hususunda mekanik tarama hidrolik taramaya göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu durumda kesici uçlu emişli hidrolik tarama yöntemi daha başarılı olmaktadır. Maksimum tarama derinliği açısından çift çeneli mekanik tarayıcı uzun halatlar ile dibe daldırıldığından dolayı en başarılı yöntemdir. Bunun dışında genellikle hidrolik tarama yöntemleri daha derin uygulamalara sahiptir. Haliç, göl, gölet ve dere ağızları için kullanılan kesici uçlu emişli hidrolik dip çamuru tarama yöntemi ile 25 m derinlikten dip çamuru taraması yapılabilmektedir. Dip çamuru tarama hassasiyeti bakımından gelişen teknoloji ile çoğu tarama yöntemi hassas çalışma gerçekleştirebilmektedir

Haliç, göl, gölet ve dere ağızları gibi su ortamlarından çıkarılan dip çamurları boru hatları ile çok uzak mesafelere nakletmek hidrolik tarama teknolojileri ve çok güçlü santrifüj veya booster pompalarla mümkün olabilmektedir.

Yoğun çamur tarama işlemlerinde mekanik tarama ekipmanları hidrolik tarama ekipmanlarına göre daha başarılı sonuçlar vermektedir. Fakat dip çamuru tarama işlemlerinde dipte biriken problemlerli çamurlar genellikle %5-10 katı madde uhtevasına sahip oldukları için bu durum bu malzemelerde geçerli değildir Kesici uçlu emişli tarama yöntemiyle açık denizlerde tarama yapmak başarılı sonuçlar vermese de haliç, göl, gölet ve dere ağızlarında oldukça başarılı sonuçlar alınabilmektedir.

3.4. Denizdibi Tarama Miktarlarının Ölçümlerinde Batimetri Yöntemi

Batimetri denilince sualtı yer özelliklerinin belirlenmesi, istenilen bölgenin topoğrafyasının çıkartılması için yapılan ölçüm çalışmalarıdır.

Genellikle bu ölçümlerde tarama ve taramadan sonra deniz derinlikleri ölçülerek, ölçülen değerlerin farkının hacim cinsinden(m^3) hesaplanması şeklindedir.

Ölçüm sonuçları elde edilen m^3 , birim fiyatı ile çarpılarak net tarama ücretleri hesaplanır ve bu ücretler üzerine vergiler de eklenerek brüt tarama ücretleri çıkarılmaktadır.

Batimetri yönteminde ölçümler farklı yöntemler ile gerçekleştirilir, gerçekleştirilecek yöntem ve kullanılacak cihazlar, uygulama yapılacak bölgenin ihtiyacına ve uygulama kolaylıklarına yani uygulanabilirlik kriterine bağlı olarak seçilmelidir.

Ölçümlerde harita mühendisliği alanı ile ilgili olduğundan topoğraflar ve harita mühendisleri ile planlamacılara ihtiyaç duyulmaktadır. Ölçümler için; kullanılacak cihaz ve araçlar, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'nın ilgili genelge ve standartlarına uygun olmalıdır. Ölçümlerin geçerli sayılması için standart ve genelge uygunlukları onay alınarak çalışmalara başlanılmalıdır. Genel olarak, sualtı topoğrafyasının ortaya çıkarılması için iki ana yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- * Mekanik iskandil yöntemleri
- * Akustik sonar ile ölçme yöntemleridir.

3.4.1. Mekanik iskandil yöntemleri

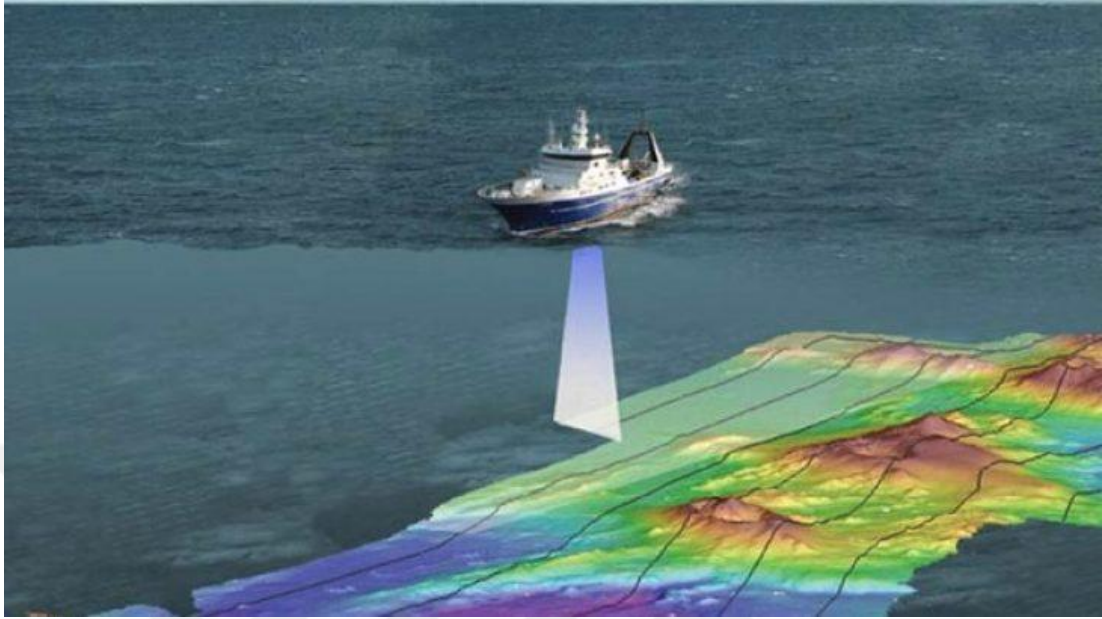
Batimetri ölçümlerinde kullanılan en eski ve klasik yöntemdir. Bu yöntemlerde kara kutular kullanılmaktadır. Bu kara kutu olarak adlandırılan cihazlar, akustik derinlik ölçer (AD) cihazlarıdır. Sistem doğrulukları önemli derecede kabul edilebilir, ölçüm çalışmaları elle ölçümlerle doğrulukları kıyaslanmaktadır.

Bu yöntemde iskandilin, hava ve su koşullarından etkilenmesi nedenine bağlı olarak olumsuzluklar oluşmakta ve ayrıca konumsal veri ile işlenmesi kombinasyonlarında hatalar yaşanabilmektedir. Akustik sonar kullanımının uygun olmadığı bataklık ve sığ alanların ölçülmesinde kullanılmaktadır.

3.4.2. Akustik sonar ile ölçme yöntemleri

Genellikle topoğrafya sahasına göre en kullanışlı yöntem olarak değerlendirilebilmektedir. Kullanım amaçlarına göre dar açılı veya geniş açılı olarak sınıflandırılmaktadır. Çok geniş açılı sistemler; genellikle balık bulucu ya da seyir için kullanılmaktadırlar. Dar açılı sistemler ise; hidrografik ölçmelerde kullanılırlar. Akustik sonarlar için derinlik = hız formülasyonu kabul edilebilir ve zaman formülü

kullanılarak derinlikler hesaplanır. Şekil 3.10’ da akustik sonar ile batimetrik ölçümlerin efekt ile canlandırılması görülmektedir.



Şekil 3.10. Akustik sonar ile batimetrik ölçümlerin gösterimi (Sonar, t.y.)

3.5. Mevzuat ve izinler

Dip tarama ile ilgili olarak Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı tarafından 09.08.2016 tarihinde “29796” sayılı resmi gazete yayınlanan “**Deniz ve İç Sular Yönetmeliği** ” bu yönetmelik kapsamında deniz ve iç sularda dip tarama yapmak veya yaptırmak isteyen kamu, kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişilerin ve tarama araçlarının alması gereken izin ve belgeleri düzenler. Bu kapsamda tarama yapmak isteyen kamu, kurum kuruluş ile özel ve tüzel kişiler yönetmelik gereği Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığına müracaat ederek “**Tarama Yetki Belgesi**” almak zorundadırlar. Tarama yetki belgesi ve tarama araçlarını tarama yetki belgesine işletmeyenler tarama faaliyeti gerçekleştiremez. Sel önleme, sulama çalışmaları, dere ve bataklık ıslahı ile askeri alanlardaki faaliyetler için bu izinlerin alınmasına gerek yoktur.

T.C.
ULAŞTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI
TERSANELER VE KIYI YAPILARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Republic of Turkey
Ministry of Transport Maritime Affairs and Communications
General Directorate of Shipyards and Coastal Structures

TARAMA YETKİ BELGESİ
(Certificate of Dredging Authorization)

Adı / Unvanı :
(Name / Title)
Adresi :
(Address)
Düzenleme Tarihi :
(Date of Issue)
Geçerlilik Tarihi :
(Date of Expiry)
Belge No :
(Certificate Nr.)
Tarama Vasıtaları : Tarama vasıtalarının listesi belgenin arkasında yer almaktadır.
(Dredging Vehicles) The list of dredging vehicles are shown at the back of the certificate.

Bakan a.
Genel Müdür

Bu belge 655 sayılı KHK'nin 12. maddesi uyarınca düzenlenmiştir. Bu belge ekleri ile birlikte, imzalanmış, mühürlenmiş ve tarayının 09.08.2017 tarihinden itibaren geçerli ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 belgelerine sahip olması kaydı ile geçerlidir.
This certificate issued as per law no 655 Article 12. This certificate, together with the annexes is valid for signed, stamped and dredging company must have certificates of ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 valid from 09.08.2017.

Şekil 3.11. Tarama yetki belgesi (Deniz ve İç Sular Tarama Yönetmeliği)

Tarama Faaliyetlerinde Kullanılmasına İzin Verilen Deniz Vasıtalarına İlişkin Bilgiler
(Information Regarding Dredging Vehicles Which are Authorized to be Used in Dredging Activities)

İsmi (Name of Vehicle)	Cinsi (Type of Vehicle)	Sicil No (Registration Number)	İnşa Tarihi (Year of Built)	Boyutları (m.) (Dimensions) (L/B/d)	Ana Makine (BHP) (Main Engine)	Max. Tarama Derinliği (m.) (Max. Dredging Depth)	Tarama Kapasitesi (Dredging Capacity) (m ³ /h) Taşıma Kapasitesi (Hopper Capacity) (m ³)

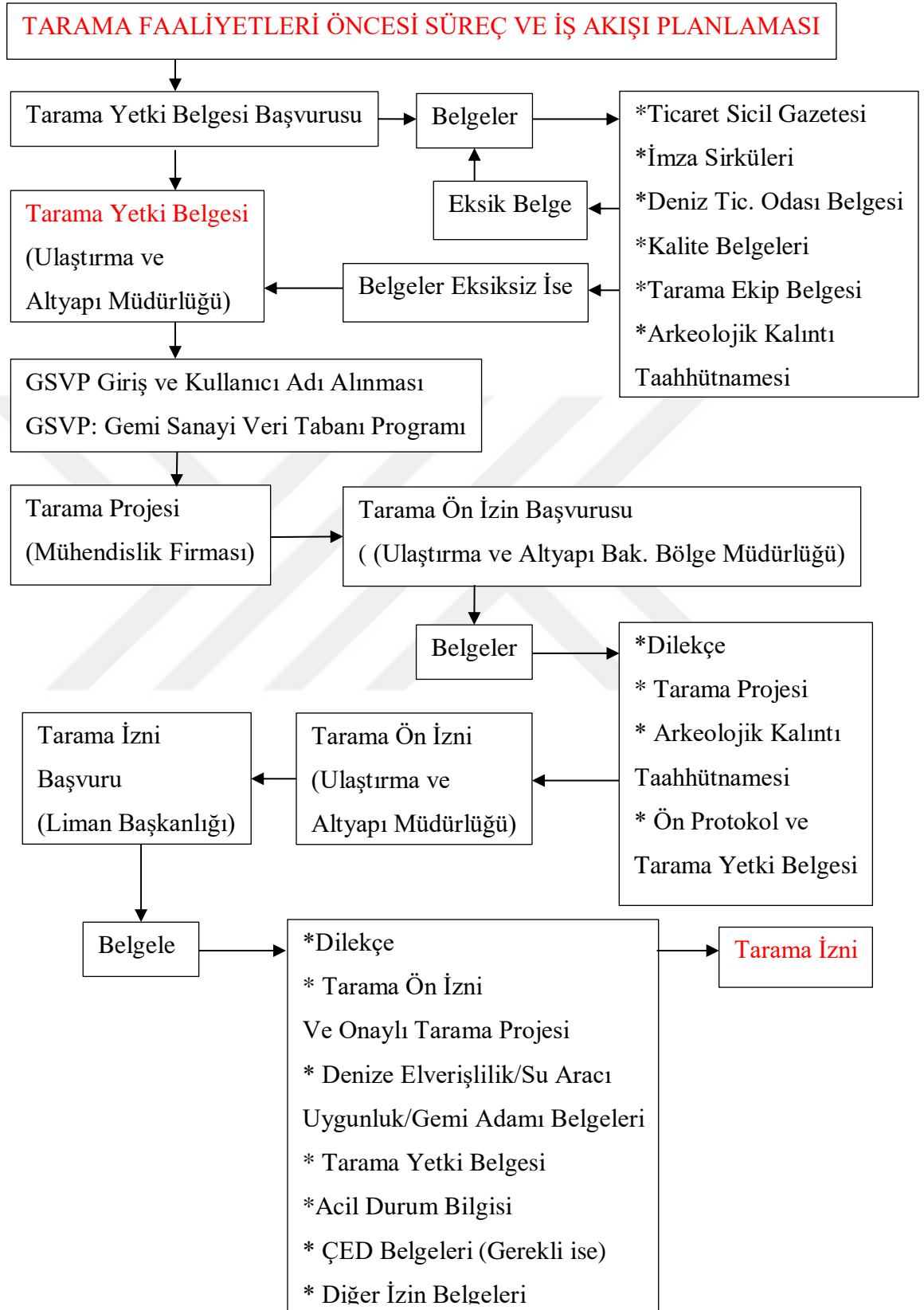
Tarih/Date: .../.../...

Bakan a.
Genel Müdür

Şekil 3.12. Tarama yetki belgesi eki (Deniz ve İç Sular Tarama Yönetmeliği)

Tarama tarama yetki belgesi almak isteyen kurum, kuruluş ile özel ve tüzel kişiler yönetmelikte istenen; sicil kayıtları, noter onaylı imza sirküleri, yetki belgesi, Deniz Ticaret Odası'ndan gerekli belge, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) 9001 kalite yönetim belgesi, ISO 14001 çevre yönetim sistemi standardı, İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı (OHSAS) 18001 belgeleri dilekçe ekinde Bakanlığa sunarak uygun görülmesi halinde 5 yıl geçerli tarama yetki belgesi verilmektedir.

Tablo 3.2. Deniz ve iç sular yönetmeliği kapsamında alınacak izinlerin şematik gösterimi



Tersaneler ve Kıyı Yapıları Genel Müdürlükleri tarafından verilen tarama yetki belgesi iki sayfa olup, ilk sayfada; tarama için izni alanın ismi, ünvanı, adresi ve belge numarası bulunmaktadır. İkinci sayfada tarama vasıtalarının ad, cins, sicil, inşa tarihi, boyutlar, makine gücü, tarama derinliğ ve taşıma kapasitelerine ait bilgiler bulunur.

3.5.1. Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi

Dip tarama ile ilgili olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 14.01.2020 tarihinde 31008 sayılı resmi gazete yayınlanan “**DİP TARAMA MALZEMESİNİN ÇEVRESEL YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ**” kapsamında; deniz, kıyı alanları ve nehir ağızlarında yapılan dip tarama çalışmaları sonucu çıkan tarama malzemelerinin tekrar kullanılması, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde Bakanlık tarafından belirlenen deniz ortamına boşaltılması veya bertarafına dair çevresel yönetimin usul ve esasları belirlemiştir. Dip tarama faaliyeti yapılacak bölgedeki dip malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yönetmelik ek1 tablo1 doğrultusunda istenen sayıda alınan numuler yönetmelik ekinde tablo2 de belirtilen parametre analizleri yapılır. Alınan numunelerin ayrıca kil, kum, çakıl ve silt oranlarına bakılır. Tarama yapılacak alanın 1/1000 ölçekli batimetrisi ve yapılacak tarama miktarı, dip tarama çevresel yönetim planı hazırlanır. Yeni liman ve kıyı tesisi deniz dibitarama faaliyetlerinde ekolojik rapor hazırlanarak, 50.000 m³ altında yapılacak taramalarda Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine 50.000 m³ üzerindeki dip tarama faaliyetlerinde Bakanlığa müracaat edilerek izin talep edilir.

Dip taramadan çıkarılan malzemenin yönetmelik ekinde tablo3 kapsamında öncelikle kıyı ve çevresinde kullanımı veya karasal alanda faydalı kullanılması istenir. Denize boşaltım yapılacak ise Çevre ve Şehircilik bakanlığı tarafından, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı ve Sahil Güvenlik Komutanlığı ile diğer ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri alınarak belirlenen uygun boşaltım alanlarına **Uygunluk Belgesi** alınarak boşaltım yapılır. Denize Boşaltımı uygun görülmeyen dip tarama malzemesi bertarafı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerine göre yapılır. Faydalı

kullanım amacıyla karaya çıkarılan dip tarama malzemesi, atık işleme faaliyetleri Atık Yönetimi Yönetmeliği ve meri mevzuat hükümlerine göre yapılır.

Tablo 3.3. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi iş akışı (Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği, 2020)



Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi iş akış şemasında sırası ile işlem adımları görülmektedir. Marmara Denizinde Bakanlığın belirlediği alanlar dışında boşaltım alanı önerilemez.

Tablo 3.3.' de dip tarama malzemesinin denize boşaltılmasında uygulanacak sınır değerler gösterilmektedir. Bu değerler referans yönetmeliklerden alınmıştır

Tablo 3.4. Dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler (Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği, 2020)

Parametreler (Kuru ağırlık cinsinden)	Marmara Denizi		Karadeniz		Akdeniz ve Ege Denizi	
	Sınır Değer	Üst Sınır Değer	Sınır Değer	Üst Sınır Değer	Sınır Değer	Üst Sınır Değer
Kadmiyum Cd (mg/kg)	2	4	3,5	5	1,5	2,5
Kurşun Pb (mg/kg)	100	200	150	250	100	200
Arsenik As (mg/kg)	30	50	50	100	30	50
Krom Cr (mg/kg)	250	500	350	700	850	1300
Bakır Cu (mg/kg)	200	500	300	800	100	200
Nikel Ni (mg/kg)	75	150	100	200	1000	1750
Çinko Zn (mg/kg)	400	700	500	1000	200	400
Cıva Hg (mg/kg)	0,5	2	0,7	3	0,5	2
Toplam PCB (µg/kg)	23	40	23	65	23	45

Şekil 3.13.' de dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi Uygunluk Belgesi (Dip Tarama ve Boşaltım Faaliyetleri uygulama ve Yetki Devri Genelgesi 2020/4 Ek-2A'da Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü) gösterilmektedir.

EK-2A

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi

UYGUNLUK BELGESİ

14/01/2020 tarihli ve 31008 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği” kapsamında .../.../... tarihli ve sayılı yazı ile aşağıda bilgileri yer alan tesisin Bakanlığımıza sunulan “Dip Tarama Çevresel Yönetim Planı” incelenmiş ve onaylanmıştır.

Tesis/Faaliyet Adı	:
Tarama Yapılacak Alan	:
Boşaltım Yapılacak Alan	:
Boşaltım Miktarı	:
Faydalı Kullanım/Bertaraf Yöntemi	:
Belge Geçerlilik Süresi	:

İşbu “Dip Tarama Çevresel Yönetim Planı Uygunluk Belgesi”; 2872 Sayılı Çevre Kanunu ve Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği kapsamındaki yükümlülüklerin yerine getirilmesi amacıyla düzenlenmiştir.

.../.../...
.....
Bakan a.
Genel Müdür

[Handwritten Signature]

**Şekil 3.13. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi uygunluk belgesi
(Dip Tarama ve Boşaltım Faaliyetleri Uyg. ve Yetki Devri Genelgesi, 2020)**

DİP TARAMASI ÇEVRESEL YÖNETİM PLANI FORMATI

A. Genel Bilgiler

- 1) Faaliyetin adı.
- 2) Faaliyet sahibinin adı, adresi, telefon ve faks numarası.
- 3) Tarama yapılacak yerin mevki (köşe koordinatları ile, WGS84 Coğrafik koordinat sistemine uygun olarak derece dakika saniye cinsinden olmalıdır).
- 4) Taramadan çıkacak malzemenin boşaltılacağı alanın mevki (köşe koordinatları ile, WGS84 Coğrafik koordinat sistemine uygun olarak derece dakika saniye cinsinden olmalıdır).
- 5) Yapılması planlanan dip taramanın önem ve gerekliliği.
- 6) Son 5 yılda yapılan dip tarama faaliyetleri hakkında bilgi.
- 7) Planı hazırlayan firmanın, kurum/kuruluşun adı, adresi, telefon ve faks numarası.
- 8) Planı hazırlayan çevre danışmanlık firmasının faaliyet sahibince yetkilendirildiğine dair belge plana ek yapılıdır.
- 9) Planın hazırlanış tarihi.

B. Dip Tarama Malzemesinin Özellikleri

- 1) Tarama malzemesinin toplam miktarı ve hesaplanması.
- 2) Tarama malzemesinin ortalama kompozisyonunun belirlenmesi için yapılan çalışmalar [çakıl (> 2 mm), kum (2-0,05mm), silt (0,05 - 0,002 mm), kil (< 0,002 mm)].
- 3) Numune alma noktaları ve koordinatları.
- 4) Tablo 2'ye göre yapılan analiz sonuçları.
- 5) Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.
- 6) Tablo 2 sınır değerleri aşması durumunda yapılan ekotoksikolojik analiz sonuçları.
- 7) Ekotoksikolojik analiz sonuçlarına göre dip tarama malzemesinin deniz ortamına ve ekosistemine olan etkilerinin değerlendirilmesi.
- 8) Numune alma tutanakları.

C. Dip tarama ve Denize Boşaltım Yöntemleri

- 1) Dip tarama yapılacak alanın batimetri haritası.
- 2) Dip taramada kullanılacak yöntem, tarama/boşaltım gemisi ve diğer ekipmanlara ilişkin bilgiler (Deniz ve İçsular Tarama Yönetmeliği kapsamında alınan Tarama Ön İzni ve tarama faaliyetini gerçekleştirecek firma/kurum/kuruluşa ait Tarama Yetki Belgesi ek yapılacaktır).
- 3) Dip tarama malzemesinin denize boşaltım yöntemi ve aylık boşaltım miktarı.
- 4) Tarama alanının ekolojik raporu (gerekli olması durumunda).

Ç. Faydalı Kullanım Olanakları ve Bertarafı

- 1) Sondaj numunesi alma noktaları ve koordinatları.
- 2) Sondaj numunelerinin ortalama kompozisyonu (çakıl, kum, silt, kil oranları).
- 3) Dip tarama malzemesinin faydalı kullanım seçeneklerinin değerlendirilmesi.
- 4) Dip tarama malzemesinin kompozisyonu, kimyasal ve diğer fiziksel özellikleri dikkate alınarak uygulanması planlanan faydalı kullanım seçeneği hakkında detaylı teknik bilgiler, bilimsel araştırmalar.
- 5) Numune alma tutanakları.
- 6) Dip tarama malzemesinin aylık bertaraf miktarı ve bertaraf tesisinin adı.
- 7) Dip tarama malzemesinin karaya çıkarılması durumunda çevrimiçi atık beyan formu ve taşınacaksa yöntemi.

Şekil 3.14. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetim planı formatı

(Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği, 2020)

D. Boşaltım Alanının Özellikleri

D.1. Bakanlıkça Belirlenen Alanlara Boşaltım Yapılması Durumunda	D.2. Bakanlıkça Belirlenen Alanlar Dışına Boşaltım Yapılması Durumunda
<ol style="list-style-type: none">1) Boşaltım alanının kıyıdan uzaklık ve derinliği.2) Boşaltım alanının ve izleme noktalarının koordinatları.3) İzleme programı.4) Genel akıntı yönü.5) Boşaltım alanının izleme noktaları işaretlenmiş batimetri haritası ve uygunluğunun değerlendirilmesi.6) Boşaltım alanının faaliyet öncesi Ek-1'de yer alan Tablo 5'e göre ilk izleme sonuçları ve numune alma tutanakları.7) Tarama malzemesinin boşaltım alanına homojen dağılımını sağlamaya yönelik kullanım planı.	<ol style="list-style-type: none">1) Boşaltım alanının Ek-1'de yer alan Tablo 4'te yer alan kriterlere göre durumu.2) Boşaltım alanının ve izleme noktalarının koordinatları.3) İzleme programı.4) Genel akıntı yönü.5) Boşaltım alanının izleme noktaları işaretlenmiş batimetri haritası ve uygunluğunun değerlendirilmesi.6) Boşaltım alanının faaliyet öncesi Ek-1'de yer alan Tablo 5'e göre ilk izleme sonuçları ve numune alma tutanakları.7) Tarama malzemesinin boşaltım alanına homojen dağılımını sağlamaya yönelik kullanım planı.8) Balık ve kabuklu deniz hayvanları üretim ve avlanma alanları, doğal ve arkeolojik sit alanları, korunan alanlar ve deşarj hatlarına uzaklığı ve boşaltım faaliyetinin sosyoekonomik etkileri.9) Boşaltım alanının ekolojik raporu.10) Boşaltım alanına yönelik ilgili kurumların uygunluk yazıları.

E. Boşaltım Faaliyetinin Deniz Çevresine Etkilerinin Değerlendirmesi

- 1) Kıyı alanlarına olabilecek etkileri ve alınabilecek önlemler.
- 2) Deniz ortamına olabilecek etkileri ve alınabilecek önlemler.

F. İş Termin Planı

- 1) Dip tarama ve boşaltım işlemleri ile ilgili iş akım şeması ve aylık zaman çizelgesi [Tarama ve boşaltım işlemlerinin ne kadar süre içinde tamamlanacağı, sınırlama dönemleri (yasaklı dönemler, balıkçılık, turizm ve benzeri) ve aylık çalışma programı].

Şekil 3.15. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetim planı formatı (Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği, 2020)

BÖLÜM IV

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE TOPSIS YÖNTEMİ İLE DERE SEDİMANLARI İÇİN OPTİMUM TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Modern toplumlarda insanlar bireysel veya toplumsal etki oluşturabilecek kararlar alırken birden fazla etkeni göz önüne alırlar. En basitinden düşünersek bir çamaşır makinası alacak birey, satın alma kararını verirken iyi temizlemesinin yanında fiyatını, yakacağı enerji miktarını, uzun süre kullanım dayanıklılığını göz önüne alarak karar verir. Yani birden fazla değişken dikkate alındığında en iyi alternatifin seçilmesi için bir karar süreci oluşturulmuştur.

Çok kriterli karar verme, matematik, yönetim, enformatik psikoloji, sosyal bilimler, ekonomi vs. birden fazla disiplinin bir arada düşünülerek karar alıcıya birden fazla boyutta karar problemini değerlendirme ve karar alma imkanı sağlayan yöntemlerin bir araya getirildiği yapıdır (Yıldırım & Önder, 2018, s. 15).

4.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

AHP, 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olan çok kriterli karar verme yöntemlerindedir. Kriterler ile ilgili uzman görüşüne ihtiyaç duyar (Yıldırım & Önder, 2018). Uzmanlar kriterleri ve alt kriterleri Saaty'nin 1-9 ölçeğine göre doldurarak karşılarlar. Tüm kriterler değerlendirilerek karar alternatiflerinin öncelik sırası belirlenir (Anders, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2008). Bu da farklı bakış açılarının problemler üzerinde değerlendirilmesine olanak vermektedir. Çok geniş bir yelpazede; pazarlama, yatırım, eğitim, ekonomi, sağlık, enerji, üretim, projelerde yer seçimi vb. AHP'den faydalanılmıştır. Bütçe planlama, ulaştırma, strateji ve politika belirleme vs. gerçek yaşam sorunlarına ait bir çok uygulaması da mevcuttur (Aydın, 2008).

AHP’de öncelikle modelin hiyerarşik yapısının oluşturulması gerekmektedir. Bu da karar verici için kriterleri, alt kriterleri, alternatifleri net bir şekilde ortaya koymasını sağlar. Bir nevi modelin hiyerarşik yapısının oluşturulması, problemin belirli aşamalara bölünerek uygun çözümüne ilerlemeyi sağlamaktadır. Bu hiyerarşik modellememizin en başında problem çözümüne ait amacımız yer almakta daha sonra kriterler, alt kriterler ve alternatifler konumlanmaktadır. Bir AHP modeli için oluşturulabilecek genel bir hiyerarşik yapı aşağıdaki Şekil 4.1’ de yer almaktadır.

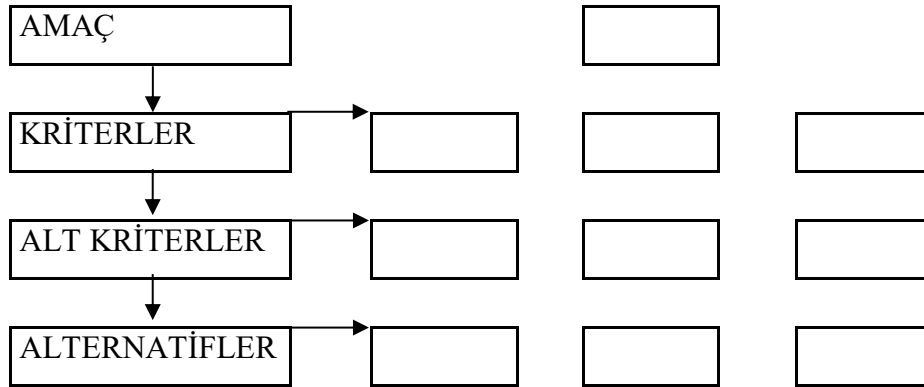
4.2.1. AHP Aşamaları

4.2.1.1. Karar probleminin amacının belirlenmesi

Karar problemi hedefimiz doğrultusunda bir amaca yönelik olarak oluşturulur. Bu amaç doğrultusunda da kriterler, alt kriterler ve hiyerarşik yapı oluşturulur.

4.2.1.2. Kriterler, alt kriterler ve hiyerarşinin oluşturulması

Amacımız doğrultusunda kriterler, alt kriterler ve alternatifler şeklinde hiyerarşinin oluşturulması işlem adımıdır. Hiyerarşik yapı; Amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşmaktadır.



Şekil 4.1. AHP hiyerarşik yapısının gösterimi

4.2.1.3. Önceliklerin belirlenmesi (1-9 skalası) ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Kriterlerin ağırlıkları, karar vericiler tarafından anket çalışmalarıyla elde edilmesidir. İkili karşılaştırmalar sonucunda belirlenmektedir. Literatürde ikili karşılaştırmalar

için, genelde Saaty'nin 1-9 skalası kullanılmaktadır. Tablo 1.'de Saaty kriterlerinin ikili karşılaştırmasında kullanılan bir ölçeği görülmektedir. Bu ölçek, karar vericilerin seçenekleri karşılaştırmasında birbirlerine göre 1 ile 9 arasında bir değerle değerlendirmesini sağlamaktadır.

Tablo 4.1. Saaty'nin 1-9 skalası

ÖNEM DERESESİ	TANIMI
1	Eşit Önem
3	Orta Önem (Az Üstünlük)
5	Güçlü Önem (Fazla Üstünlük)
7	Çok Güçlü Önem (Çok Üstünlük)
9	Aşırı Önem (Kesin Üstünlük)
2-4-6-8	Uzlaşma (Ortalama) Değerler

İkili karşılaştırmalar içinde karar vericilerin; ana kriterler ve alt kriterleri, birbirlerine kıyasla önemini yansıtan, n tane kriter için, nxn boyutunda bir kare matrisin oluşturulmasıdır. Bu kare matrisin köşegen elemanları, kriterin kendisiyle karşılaştırması nedeniyle 1 değerini almaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bu A karşılaştırma matrislerinde $a_{ij}=1/a_{ji}$ şeklinde çift taraflıdır. Kriter sayısının n olduğu bir matris için, $n.(n-1)/2$ kadar karşılaştırma yapılmalıdır. Burada kriterler $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ve ağırlıkları $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ şeklindedir.

4.2.1.4. Normalizasyon ve önem derecelerinin belirlenmesi

Gerçek problemlerde genellikle w_i/w_j sonucu bilinmemektedir. Bu noktada ağırlık matrisinin genel formu ve çözümü özdeğer bulma problemi olarak karşımıza gelmektedir.

$$(W-n.I).w=0 \quad (2)$$

Nispi ağırlıklarını $A.w=\lambda_{maks}.w$ denklemini sağlayan λ_{maks} esas alınarak bulunan w özvektörü ile hesaplanmaktadır. λ_{maks} , A matrisinin en büyük özdeğerdir ve w özdeğerine bağlı olarak $(A-\lambda_{maks}.I).w=0$ elde edilir. (Yıldırım & Önder, 2018)
Daha sonra tutarlılık kontrolüne geçilmektedir.

4.2.1.5. Tutarlılık kontrolü

Tutarlılık kontrolünde tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) katsayıları hesaplanmaktadır.

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1) \quad (3)$$

Burada; CI: Tutarlılık İndeksi, λ_{maks} : A matrisin sahip olduğu en büyük özdeğer, n : matrisin eleman sayısı olarak tanımlanmaktadır.

Tutarlılık İndeksi, rastgele değer indeksi(RI) değerine bölünerek tutarlılık oranı (CR) elde edilmektedir.

$$CR = CI / RI \quad (4)$$

Tutarlılık oranı $<0,1$ ise karşılaştırmalar tutarlı, tutarlılık oranı $>0,1$ ise karşılaştırmalarda tutarsızlık varsayıp, adımlar baştan tekrarlanmalıdır.

Tablo 4.2. Rastgele değer indeksi tablosu (Yıldırım & Önder, 2018)

Karar Alternatifleri Sayısı (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele Değer İndeksi	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

4.3. TOPSIS Yöntemi

Karar vermede TOPSIS yöntemi, alternatif kriterlerden ideal seçimin yapılmasını sağlayan tekniklerdendir. TOPSIS yöntemi, 1981' de Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir (Hwang & Yoon, 1981). Basit bir yöntemdir. TOPSIS ile gerçek hayat problemlerinin çözülmesinde tedarik zinciri yönetiminde, lojistik, mühendislik, ekonomi, işletme, pazarlama uygulamaları gibi çok farklı alanlarda faydalanılmaktadır (Behzadian, Otaghsara, Yazdani, & Ignatius, 2012).

4.3.1. TOPSIS Aşamaları

4.3.1.1. Karar matrisinin oluşturulması

Karar kriterlerine ve alternatiflerine bağlı olarak TOPSIS yönteminde ilk adım karar matrisleri oluşturulmasıdır.

Karar matrisinde, satırlarda alternatifleri, sütunlar ise karar vermede kullanılacak önceliklerin ağırlıklarıdır. A_{ij} matrisinde m alternatif sayısını, n önceliklerin sayısını göstermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

4.3.1.2. Karar matrisinin normalleştirilmesi

Burada karar matrisindeki sütunlardaki değerler, kareleri toplamının kareköküne bölünerek matrisler normalize edilmektedir.

$$i=1,2,\dots,m ; j=1,2,\dots,n$$

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n a_{kj}^2}} \quad (6)$$

R ile ifade edilen karar matrisi aşağıdaki gibidir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

4.3.1.3. Ağırlıklandırılmış normalize matrisinin oluşturulması

Öncelikle değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir. Ağırlıklandırma işlemi TOPSIS yönteminin sübjektif yönünü ortaya koymaktadır. Çünkü ağırlıklandırma işlemi faktörlerin önem derecesini ortaya koymaktadır. (Yıldırım & Önder, 2018) TOPSIS yönteminde bu ağırlıklar sübjektif tek parametredir. Burada (w_i) değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{i=0}^m w_i = 1 \quad (8)$$

Normalize matris ile elde edilen n_{ij} değerleri w_i ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris (V matrisi) elde edilir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \cdots & w_1 r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_1 r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

4.3.1.4. İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi

TOPSIS yönteminde problemimize bağlı kalacak şekilde maksimizasyon yaparak, ağırlıklandırılmış normalize matrisindeki sütunların en büyük değerleri seçilir. Bu en büyük sütun değerleri ideal çözüm değerlerimiz olarak alınacaktır.

$$A^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in j')\} \quad (10)$$

Minimizasyon yaparken matristeki her sütundaki minimum değerler alınacaktır. Bu en küçük sütun değerleri negatif çözüm değerlerimiz olarak alınacaktır.

$$A^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in j')\} \quad (11)$$

4.3.1.5. İdeal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklık değerlerinin elde edilmesi

Bu kısımda ideal ve ideal olmayan uzaklıklar hesaplanırken öklidyen uzaklıklar yaklaşımı kullanılmaktadır. Koordinat düzleminde x ve y gibi iki nokta arasındaki mesafenin bulunması için iki değer arasındaki farkların karelerinin toplanıp karekökünün alınmasıyla hesaplanır ve burada bu değerler ideal (S_i^*) ve ideal olmayan (S_i^-) noktalara olan uzaklıkları elde edilmiş olur. Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı alternatif sayısı kadar olacaktır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (13)$$

4.3.1.6. İdeal çözüme göre görelî çözümün hesaplanması

İdeal çözüme göre görelî çözümün (C_i^*) hesaplanması için ideal (S_i^*) ve ideal olmayan (S_i^-) noktalara olan uzaklıklarından yararlanılmaktadır. 0 ile 1 arasında değer alır, 1 ideal çözüme en yakın sonuçtur.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^- - S_i^*)} \quad (14)$$

4.4 AHP Analizleri

Yukarıdaki maddelerde AHP ve TOPSIS Yönteminin teorik kısımları ve işlem adımları açıklanmıştır. Bu başlık altında ise tez kapsamında excel elektronik tablolarından yararlanılarak tüm analizlerin uygulama adımlarına yer verilmiştir. Analizler gerçekleştirilmiş ve istenilen ideal verilere ulaşılmıştır. AHP'nin ilk adımından son adımına kadar tüm hesap adımları aşağıda açıklanmaktadır.

4.4.1. Karar problemimizin amacı

Tezde istenilen ve cevap aranan karar problemimiz; Marmara Denizi'ne bağlı derelerde ideal dere ağzı tarama yönteminin ne olduğudur.

4.4.2. Kriterler, alt kriterler ve hiyerarşinin oluşturulması

Dip tarama çalışmaları için öncelikle ana kriterler belirlenmiştir. Daha sonra ana kriterlerin her biri alt kriterlere ayrıştırılarak anket çalışmaları hazırlanmıştır. Bu verilerle çalışmanın hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur ve Tablo 4.3' te bu yapıya yer verilmiştir.

4.4.3. Önceliklerin belirlenmesi (1-9 skalası) ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından anket çalışmaları yapılmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Burada kriterleri önceliklendirmek için en yaygın olarak kullanılan 1-9 skalasında işaretlenmeleri istenmiştir, anket çalışmalarına göre sonuçlar değerlendirilip ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Şekil 4.2.' de uzmana sunulan anket çalışmalarına yer verilmiştir. Bu anket çalışması sonucu uzman görüşleri değerlendirilmiştir. Şekil 4.3.' de uzman görüşlerinin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Tablo 4.3. Çalışma modeli hiyerarşik yapısının şematik gösterimi

DİP TARAMA ÇALIŞMASI	KRİTERLER VE ALT KRİTERLER	FİZİKİ BOYUTLAR 1-Dere Boyutları (DB) 2-Deniz Aracı Boyutları (DAB) 3-Dere Üzerinde Kısıt (DUK) 4-Kara Aracı Boyutları (KAB)	ALTERNATİFLER	Karadan Ekskavatör ile Tarama
		GÜVENLİK 1-Denizde Tedbirler (DT) 2-Karada Tedbirler (KT) 3-Mevsimsel Riskler (MR) 4-Yerleşim Alanı (YA)		Denizden Deniz Aracı ile Tarama
		ULAŞIM 1-Denizden Ulaşım (DU) 2-Depolama Sahası Uzaklığı (DSA) 3-Servis Yolu (SY) 4-Yükleme Alanı (YUA)		Dredger ile Karaya (Jeotüp - Mebran Susuzlaştırma vb.)
		ZAMAN 1-Çalışma Alanı Uzunluğu (ÇAU) 2-Deredeki Çamur Miktarı (DÇM) 3-Geçici Depolama Alanı (GDA) 4-Şikayet, Talep (ŞT)		Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı

UZMAN GÖRÜŞ FORMU DEĞERLENDİRMESİ

1- Fiziki Boyutlara Bağlı Alternatiflerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

- Alt kriterler: 1- DAB: Deniz Aracı Boyutlar
2- DB: Dere Boyutları
3- DUK: Dere Üzerinde Kısıt
4- KAB: Kara Aracı Boyutları

DAB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DB
DAB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DUK
DAB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KAB
DB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DUK
DB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KAB
DUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KAB

2-Dere Ulaşımına Bağlı Alternatiflerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

- Alt kriterler: 1- DU: Denizden Ulaşım
2- DSU: Depolama Sahası Uzaklığı
3- SY: Servis Yolu
4- YA: Yükleme Alanı

DU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DSU
DU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SY
DU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA
DSU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SY
DSU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA
SY	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA

3- Zamana Bağlı Alternatiflerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

- Alt kriterler: 1- ÇAU: Çalışma Alanı Uzunluğu
2- DÇM: Deredeki Çamur Miktarı
3- GDA: Geçici Depolama Alanı
4- ŞT: Şikayet, Talep

ÇAU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DÇM
ÇAU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GDA
ÇAU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ŞT
DÇM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GDA
DÇM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ŞT
GDA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ŞT

4- Güvenliğe Bağlı Alternatiflerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

- Alt kriterler: 1- DT: Denizde Tedbirler
2- KT: Karada Tedbirler
3- MR: Mevsimsel Riskler
4- YA: Yerleşim Alanı

DT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KT
DT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MR
DT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA
KT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MR
KT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA
MR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YA

Şekil 4.2. Uzman görüşlerinin değerlendirilmesi

KRT.	UG-1	UG-2	UG-3	UG-4	UG-5	UG-6	UG-7	UG-8	UG-9	UG-10	UG-11	GEO.ORT.	KRT.
DAB	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	3,00	0,33	0,48	DB
DAB	0,14	0,14	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	0,39	DUK
DAB	1,00	1,00	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	3,00	1,98	KAB
DB	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,20	1,00	5,00	3,00	1,00	0,75	DUK
DB	0,20	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	5,00	0,33	3,00	1,35	KAB
DUK	0,33	7,00	3,00	5,00	3,00	5,00	1,00	0,33	3,00	1,00	1,00	1,77	KAB
DU	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00	2,19	DSU
DU	7,00	1,00	5,00	1,00	1,00	5,00	0,33	5,00	1,00	1,00	3,00	1,85	SY
DU	5,00	1,00	3,00	1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	1,00	3,00	1,00	1,91	YA
DSU	1,00	5,00	9,00	0,33	0,33	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,58	SY
DSU	3,00	1,00	9,00	0,33	0,33	0,20	0,33	0,14	1,00	1,00	0,33	0,66	YA
SY	1,00	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,90	YA
ÇAU	0,20	1,00	1,00	1,00	3,00	7,00	0,33	3,00	1,00	0,20	1,00	0,98	DÇM
ÇAU	0,33	5,00	9,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,73	GDA
ÇAU	0,20	7,00	5,00	5,00	7,00	0,20	5,00	0,33	5,00	0,20	0,20	1,29	ŞT
DÇM	3,00	5,00	9,00	1,00	1,00	0,11	5,00	3,00	1,00	5,00	3,00	2,09	GDA
DÇM	0,33	7,00	3,00	5,00	7,00	0,33	0,20	0,20	5,00	3,00	0,20	1,23	ŞT
GDA	0,20	5,00	1,00	3,00	7,00	0,33	0,20	0,14	3,00	0,20	0,20	0,71	ŞT
DT	1,00	1,00	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,58	KT
DT	0,20	3,00	1,00	3,00	0,33	1,00	0,20	1,00	1,00	1,00	3,00	0,91	MR
DT	0,20	5,00	9,00	0,20	0,33	1,00	0,33	0,20	0,33	3,00	0,33	68,00	YA
KT	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	1,00	0,33	5,00	3,00	1,00	5,00	2,00	MR
KT	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	5,00	1,00	1,28	YA
MR	3,00	1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	0,20	0,33	3,00	0,20	0,61	YA

Şekil 4.3 Uzman görüşlerinin değerlendirilmesi (KRİTERLER=KRT. , GEOMETRİK ORTALAMA= GEO. ORT)

ANA KRİTER: Fiziki Boyutlar				
Alt kriterler:				
k1	DAB: Deniz Aracı Boyutları			
k2	DB: Dere Boyutları			
k3	DUK: Dere Üzerinde Kısıt			
k4	KAB: Kara Aracı Boyutları			
Karşılaştırma Matrisi				
Kriterler				
k1	k1	k2	k3	k4
k2	1	0,5	0,333	2
k3	2	1	1	1
k4	3	1	1	2

Şekil 4.4. Fiziki boyutlar kriterine göre karşılaştırma matrisi

Şekil 4.3.' te verilen excel tablosunda her kriter ve alt kriterler için ayrı ayrı uygulanmıştır. Daha sonra tüm alt kriterleri içeren genel ağırlıklı ortalamalar elde edilmiş ve önem dereceleri belirlenerek TOPSIS yönteminin uygulanmasına geçilmiştir.

ANA KRİTER: Ulaşım	
Alt kriterler:	
k1	DU: Denizden Ulaşım
k2	DSU: Depolama Sahası Uzaklığı
k3	SY: Servis Yolu
k4	YA: Yükleme Alanı

Karşılaştırma Matrisi				
Kriterler	k1	k2	k3	k4
k1	1	2	2	2
k2	0,5	1	0,5	0,5
k2	0,5	2	1	1
k4	0,5	2	1	1

Şekil 4.5. Ulaşım kriterine göre karşılaştırma matrisi

ANA KRİTER: Zaman	
Alt kriterler:	
k1	ÇAU: Çalışma Alanı Uzunluğu
k2	DÇM: Deredeki Çamur Miktarı
k3	GDA: Geçici Depolama Alanı
k4	ŞT: Şikayet, Talep

Karşılaştırma Matrisi				
Kriterler	k1	k2	k3	k4
k1	1	1	2	1
k2	1	1	2	1
k2	0,5	0,5	1	1
k4	1	1	1	1

Şekil 4.6. Zaman kriterine göre karşılaştırma matrisi

ANA KRİTER: Güvenlik	
Alt kriterler:	
k1	DT: Denizde Tedbirler
k2	KT: Karada Tedbirler
k3	MR: Mevsimsel Riskler
k4	YA: Yerleşim Alanları

Karşılaştırma Matrisi				
Kriterler	k1	k2	k3	k4
k1	1	0,5	1	0,5
k2	2	1	2	1
k3	1	0,5	1	0,5
k4	2	1	2	1

Şekil 4.7. Güvenlik kriterine göre karşılaştırma matrisi

4.4.4. Normalizasyon işlemi ve normalize edilmiş matrislerin oluşturulması

Normalizasyon İşlemi				
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4
k1	1	0,5	0,333	2
k2	2	1	1	1
k3	3	1	1	2
k4	0,5	0,5	0,5	1
Toplam	6,5	3	2,833	6

Normalize Edilmiş Matris					
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,154	0,167	0,118	0,333	0,193
k2	0,308	0,333	0,353	0,167	0,290
k3	0,462	0,333	0,353	0,333	0,370
k4	0,077	0,167	0,176	0,167	0,147
TOPLAM	1	1	1	1	1

Şekil 4.8. Fiziki boyutlar kriterine göre normalizasyon matrisi

Normalizasyon İşlemi				
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4
k1	1	2	2	2
k2	0,5	1	0,5	0,5
k3	0,5	2	1	1
k4	0,5	2	1	1
Toplam	2,5	7	4,5	4,5

Normalize Edilmiş Matris					
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,400	0,286	0,444	0,444	0,394
k2	0,200	0,143	0,111	0,111	0,141
k3	0,200	0,286	0,222	0,222	0,233
k4	0,200	0,286	0,222	0,222	0,233
TOPLAM	1	1	1	1	1

Şekil 4.9. Ulaşım kriterine göre normalizasyon matrisi

Normalizasyon İşlemi				
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4
k1	1	1	2	1
k2	1	1	2	1
k3	0,5	0,5	1	1
k4	1	1	1	1
Toplam	3,5	3,5	6	4

Normalize Edilmiş Matris					
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,286	0,286	0,333	0,250	0,289
k2	0,286	0,286	0,333	0,250	0,289
k3	0,143	0,143	0,167	0,250	0,176
k4	0,286	0,286	0,167	0,250	0,247
TOPLAM	1	1	1	1	1

Şekil 4.10. Zaman kriterine göre normalizasyon matrisi

Normalizasyon İşlemi				
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4
k1	1	0,5	1	0,5
k2	2	1	2	1
k3	1	0,5	1	0,5
k4	2	1	2	1
Toplam	6	3	6	3

Normalize Edilmiş Matris					
KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
k2	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
k3	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
k4	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
TOPLAM	1	1	1	1	1

Şekil 4.11. Güvenlik kriterine göre normalizasyon matrisi

4.4.5. Öncelikler vektörünün hesaplanması

Tüm Öncelikler vektörü hesabı			WHARTEN Rastgele Değer İndeksi	
0,755	3,91316		n	RI
1,193	4,11111		3	0,58
1,532	4,13849		4	0,9
0,573	3,90874		5	1,12
	λ_{maks}	4,01788	6	1,24
Karar alternatiflerinin sayısı n = 4			7	1,32

Şekil 4.12. Fiziki boyutlar kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı

Tüm	Öncelikler	vektörü	hesabı	WHARTEN Rastgele Değer İndeksi	
	1,606		4,08065		
	0,571		4,03933	n	RI
	0,944		4,06143	3	0,58
	0,944		4,06143	4	0,9
		λ_{maks}	4,06071	5	1,12
Karar alternatiflerinin			sayısı	6	1,24
n = 4				7	1,32

Şekil 4.13. Ulaşım kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı

Tüm	Öncelikler	vektörü	hesabı	WHARTEN Rastgele Değer İndeksi	
	1,176		4,07216		
	1,176		4,07216	n	RI
	0,711		4,05085	3	0,58
	1,000		4,04819	4	0,9
		λ_{maks}	4,06084	5	1,12
Karar alternatiflerinin			sayısı	6	1,24
n = 4				7	1,32

Şekil 4.14. Zaman kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı

Tüm	Öncelikler	vektörü	hesabı	WHARTEN Rastgele Değer İndeksi	
	0,667		4,00000		
	1,333		4,00000	n	RI
	0,667		4,00000	3	0,58
	1,333		4,00000	4	0,9
	4,00000		4,00000	5	1,12
		λ_{maks}	4,00000	5	1,12
Karar alternatiflerinin			sayısı	6	1,24
n = 4				7	1,32

Şekil 4.15. Güvenlik kriterine göre öncelikler vektörünün hesabı

4.4.6. Tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranının hesaplanması

CI uyum indeksi - Tutarlılık Oranı		
CI=	0,00595902	
CR=	0,006621	<0,1

KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,154	0,167	0,118	0,333	0,193
k2	0,308	0,333	0,353	0,167	0,290
k3	0,462	0,333	0,353	0,333	0,370
k4	0,077	0,167	0,176	0,167	0,147

Şekil 4.16. Fiziki boyutlar kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları

CI uyum indeksi - Tutarlılık Oranı		
CI=	0,020236	
CR=	0,022485	<0,1

KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,400	0,286	0,444	0,444	0,394
k2	0,200	0,143	0,111	0,111	0,141
k3	0,200	0,286	0,222	0,222	0,233
k4	0,200	0,286	0,222	0,222	0,233

Şekil 4.17. Ulaşım kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları

CI uyum indeksi - Tutarlılık Oranı		
CI=	0,020281	
CR=	0,022534	<0,1

KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,286	0,286	0,333	0,250	0,289
k2	0,286	0,286	0,333	0,250	0,289
k3	0,143	0,143	0,167	0,250	0,176
k4	0,286	0,286	0,167	0,250	0,247

Şekil 4.18. Zaman kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları

CI uyum indeksi - Tutarlılık Oranı	
CI=	0,00001
CR=	0,00001 <0,1

KRİTERLER	k1	k2	k3	k4	ORTALAMA
k1	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
k2	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
k3	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
k4	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Şekil 4.19. Güvenlik kriterine göre tutarlık hesabı ve kriterlerin ağırlıkları

ALT KRİTERLER	AĞIRLIKLAR
1-DAB: Deniz Aracı Boyutları	0,193
2-DB: Dere Boyutları	0,290
3-DUK: Dere Üzerinde Kısıt	0,370
4-KAB: Kara Aracı Boyutları	0,147
1-DU: Denizden Ulaşım	0,394
2-DSU: Depolama Sahası Uzaklığı	0,141
3-SY: Servis Yolu	0,233
4-YA: Yükleme Alanı	0,233
1-ÇAU: Çalışma Alanı Uzunluğu	0,289
2-DÇM: Deredeki Çamur Miktarı	0,289
3-GDA: Geçici Depolama Alanı	0,176
4-ŞT: Şikayet, Talep	0,247
1-DT: Denizde Tedbirler	0,167
2-KT: Karada Tedbirler	0,333
3-MR: Mevsimsel Riskler	0,167
4-YA: Yerleşim Alanı	0,333

Şekil 4.20. Ağırlıkların listelenmesi

4.6. TOPSIS Analizleri

4.6.1. TOPSIS yöntemi karar matrislerinin oluşturulması

ANKET VERİLERİNE GÖRE KARAR MATRİSİ	KRİTERLER ve ALT KRİTERLER															
	FİZİKSEL BOYUTLAR				ULAŞIM				ZAMAN				GÜVENLİK			
AĞIRLIKLAR	0,193	0,29	0,37	0,147	0,394	0,141	0,233	0,233	0,289	0,289	0,176	0,247	0,167	0,33	0,167	0,333
ALTERNATİFLER	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
Karadan Ekskavatör ile Tarama	1	4	2	3	1	1	3	4	1	3	3	4	1	3	3	4
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	5	5	5	1	2	3	4	1	4	3	4	1	3	3	2	1
Dredger ile Karaya(jeotüp-membran susuzlaştırma vb)	5	4	4	1	4	3	4	1	3	4	4	1	3	4	4	1
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	3	4	2	3	4	3

Karar Matrisi	ALT KRİTERLER															
ALTERNATİFLER	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
Karadan Ekskavatör ile Tarama	1	4	2	3	1	1	3	4	1	3	3	4	1	3	3	4
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	5	5	5	1	2	3	4	1	4	3	4	1	3	3	2	1
Dredger ile Karaya(jeotüp-membran susuzlaştırma vb)	5	4	4	1	4	3	4	1	3	4	4	1	3	4	4	1
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	3	4	2	3	4	3

Şekil 4.21. TOPSIS yöntemi karar matrisinin oluşturulması

4.6.2. TOPSIS yöntemi normalize matrislerinin oluşturulması

Normalize Matrisinin Oluşturulması - 1. Adım	ALT KRİTERLER															
ALTERNATİFLER	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
Karadan Ekskavatör ile Tarama	1	16	4	9	1	1	9	16	1	9	9	16	1	9	9	16
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	25	25	25	1	4	9	16	1	16	9	16	1	9	9	4	1
Dredger ile Karaya(jeotüp-membran susuzlaştırma vb)	25	16	16	1	16	9	16	1	9	16	16	1	9	16	16	1
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	16	25	16	16	25	16	16	25	16	25	9	16	4	9	16	9
FORMÜL	8,185	9,055	7,81	5,196	6,782	5,916	7,550	6,557	6,481	7,681	7,071	5,831	4,796	6,557	6,708	5,196

Karar Matrisi	ALT KRİTERLER															
ALTERNATİFLER	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
Karadan Ekskavatör ile Tarama	0,122	0,442	0,256	0,367	0,110	0,128	0,367	0,442	0,128	0,367	0,331	0,512	0,122	0,331	0,384	0,489
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	0,611	0,552	0,640	0,122	0,221	0,384	0,489	0,110	0,512	0,367	0,442	0,128	0,367	0,331	0,256	0,122
Dredger ile Karaya(jeotüp-membran susuzlaştırma vb)	0,611	0,442	0,512	0,122	0,442	0,384	0,489	0,110	0,384	0,489	0,442	0,128	0,367	0,442	0,512	0,122
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	0,489	0,552	0,512	0,489	0,552	0,512	0,489	0,552	0,512	0,611	0,331	0,512	0,244	0,331	0,512	0,367

Karar Matrisi	ALT KRİTERLER															
AĞIRLIKLAR	0,193	0,290	0,370	0,147	0,394	0,141	0,233	0,233	0,289	0,289	0,176	0,247	0,167	0,333	0,167	0,333
ALTERNATİFLER	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
Karadan Ekskavatör ile Tarama	0,024	0,128	0,095	0,071	0,032	0,047	0,071	0,128	0,047	0,071	0,096	0,189	0,024	0,096	0,142	0,094
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	0,118	0,160	0,237	0,024	0,064	0,142	0,094	0,032	0,189	0,071	0,128	0,047	0,071	0,096	0,095	0,024
Dredger ile Karaya(jeotüp-membran susuzlaştırma vb)	0,118	0,128	0,189	0,024	0,128	0,142	0,094	0,032	0,142	0,094	0,128	0,047	0,071	0,128	0,189	0,024
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	0,094	0,160	0,189	0,094	0,160	0,189	0,094	0,160	0,189	0,118	0,096	0,189	0,047	0,096	0,189	0,071

Şekil 4.22. TOPSIS yönteminin normalize ve ağırlıklandırılmış normalize matrislerin oluşturulması

4.6.3. TOPSIS yöntemi ideal ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması

İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri	ALT KRİTERLER															
	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA
İdeal Çözüm Değerleri (A*)	0,118	0,160	0,237	0,094	0,160	0,189	0,094	0,160	0,189	0,118	0,128	0,189	0,071	0,128	0,189	0,094
Negatif İdeal Çözüm Değerleri (A-)	0,024	0,128	0,095	0,024	0,032	0,047	0,071	0,032	0,047	0,071	0,096	0,047	0,024	0,096	0,095	0,024

Şekil 4.23. TOPSIS yöntemi ideal ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması

4.6.4. TOPSIS yöntemi ideal uzaklıklar ve negatif ideal uzaklıkların hesaplanması

İdeal uzaklıklar tablosu (Si*)	ALT KRİTERLER																Toplam	Si*
	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA		
Karadan Ekskavatör ile Tarama	0,009	0,001	0,020	0,001	0,016	0,020	0,001	0,001	0,020	0,002	0,001	0,000	0,002	0,001	0,002	0,009	0,1067	0,32665
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	0,000	0,000	0,000	0,005	0,009	0,002	0,000	0,016	0,000	0,002	0,000	0,020	0,000	0,001	0,009	0,001	0,06587	0,25665
Dredger ile Karadan	0,000	0,001	0,002	0,005	0,001	0,002	0,000	0,016	0,002	0,001	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,001	0,05151	0,22695
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,005	0,01041	0,10203

Negatif İdeal uzaklıklar tablosu (Si-)	ALT KRİTERLER																Toplam	Si*
	DAB	DB	DUK	KAB	DU	DSU	SY	YA	ÇAU	DÇM	GDA	ŞT	DT	KT	MR	YA		
Karadan Ekskavatör ile Tarama	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,002	0,005	0,04608	0,21466
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	0,009	0,001	0,020	0,000	0,001	0,009	0,001	0,001	0,020	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,06515	0,25525
Dredger ile Karadan	0,009	0,000	0,009	0,000	0,009	0,009	0,001	0,001	0,009	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,009	0,000	0,06045	0,24586
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	0,005	0,001	0,009	0,005	0,016	0,020	0,001	0,026	0,020	0,002	0,000	0,020	0,001	0,000	0,009	0,002	0,13719	0,37039

Şekil 4.24. TOPSIS yöntemi ile ideal uzaklıklar ve negatif ideal uzaklıkların hesaplanması

4.6.5. TOPSIS yöntemi ideal çözüm oranlarının hesaplanması

İdeal Çözüm Oranları	Si*	Si-	Ci*
ALTERNATİFLER			
Karadan Ekskavatör ile Tarama	0,327	0,215	0,397
Denizden Deniz Aracı ile Tarama	0,257	0,255	0,499
Dredger ile Karaya(jeotüp-mebran susuzlaştırma vb)	0,227	0,246	0,520
Ekskavatör + Amfibi Deniz Aracı	0,102	0,370	0,784

Şekil 4.25. TOPSIS yöntemi ile ideal çözüm hesaplanması

Tüm bu işlemler sonucunda en uygun yöntem olarak Ekskavatör ve amfibi deniz aracı seçilmiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan nüfus ve kentleşmenin sürekli geliştiği günümüzde, çevre üzerindeki değişim ve baskı sürekli artmaktadır. Etrafı konut ve sosyal donatı alanları olarak kullanılan dere, nehir, göl, baraj ve haliçlerin kirlenmeye karşı gerekli planlama ve önlemlerin alınarak, sürdürülebilir yöntemlerle temizliği yapılarak işletilmelidir.

Bu çalışmada seçilen derelerin mansap kısımlarında biriken dip çamurunun taranmasında belirlenen kriterler AHP temelli ağırlıklandırılmış; alternatifler, kriterler ve alt kriterler tarafından değerlendirilerek TOPSIS yöntemiyle çözümlenmiştir. AHP sonucu en önemli ağırlık kriterleri; derenin ulaşım kriterine bağlı olarak denizden ulaşım, ikinci olarak derenin fiziksel yapısı kriterine bağlı dere üzerinde kısıt ve güvenlik kriterine bağlı karada tedbir ve yerleşim alanı alt kriterleri belirlenmiştir.

TOPSIS analizleri sonucu dere içinde biriken sedimanların temizlenmesinde en ideal yöntem ekskavatör + amfibi deniz aracı belirlenmiştir. İdeal çözüme en uzak olan alternatif ise karadan ekskavatör ile tarama yöntemi belirlenmiştir.

Marmara denizine mansaplı derelerde, temizlik çalışmalarında, dere içerisine indirilen amfibi tarama aracı ile dere içerisindeki çamurların taranarak ekskavatör yardımıyla bertarafa göndermek en ideal çalışma araçları olarak belirlenmiştir. Marmara denizine mansaplanan derelerde dip çamuru temizleme yönteminin belirlenmesi çalışmasında söz konusu olan dereler incelendiğinde, yerleşim alanları içerisinden geçen dereler üzerinde kısıtlar(köprü enerji, haberleşme, su ve atıksu nakil hatları) olduğu dere genişliğinden dolayı karadan çalışmanın yeterli gelmeyeceği bu nedenlerden dolayı dere içerisine tarama aracının indirilerek temizlenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. En ideal çözüme yakın ikinci çalışma yöntemi aynı şekilde dere içerisinde dredger ile tarama yöntemi belirlenmiş olup bu

tür derelerde tabanda çökelmiş teresubatların temizliği çalışmalarının dere içerisinde yapılması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmada ikinci yöntem olarak belirlenen dredger ile dip çamuru tarama metodunda; farklı çözümlerden faydalanabilir. Günümüzde dredger ile taranan malzeme yatayda 500-1000 metre arasında booster pompa kullanmadan pompalamak mümkündür. Bu mesafe içerisinde uygun alan bulunması durumunda dredger kullanılarak pompalanan dip çamuru jeotekstil malzemeden üretilen jeotüplerle yerinde susuzlaştırılarak depolama sahasına gönderilebilir.

Dere içinde çalışma sonucu dere tabanında biriken sediman tamamen temizlenerek akış sağlanmaktadır. Bunun sonucunda dere havzasından yağışlarla gelen katı atık ve sediman dere tabanında herhangi bir engel, sığlaşma olmadığından akıntıyla uzaklaşır. Dere tabanında tekrar sediman temizleme periyodu uzar. Bu çalışma sonucu dere koşullarına göre belirlenen en ideal yöntemle dere dip çamuru temizliği yapılmasında daha az araçla daha verimli sonuç alındığı görülmüştür. Belediye ve diğer kurumlar tarafından benzer çalışmalarda Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden faydalanarak kaynakların doğru ve verimli kullanılması sonucu; daha düşük maliyetle daha verimli bir temizlik yapılacaktır. Benzer çalışmalarda ideal yöntem belirlenmesinde kriterler çoğaltılabilir veya kriterler değiştirilebilir.

Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden farklı yöntemler kullanılarak (VIKOR, ELECTRE vs.) farklı bakış açıları geliştirilebilir.

REFERANSLAR

- Abdulrazak, Y. M. (2018). Bütünleşik AHP ve TOPSIS yöntemiyle bölgesel düzeyde afet depo yeri seçimi: Somali örneği / An integrated AHP-TOPSIS approach for disaster warehouse location selection at regional level: A case study of Somalia. TRABZON.
- Adriatico. (1966). Adriatico Dredging International fotoğrafları içinde. <https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/adriatico> adresinden alınmıştır.
- Akçay, M. (2019). AHP-TOPSIS hibrit yöntemi ile Türkiye'de güneş enerjisi santrali için yer seçimi. Ankara.
- Aksu, C. (2017). Hassas Alanlarda Analitik Hiyerarşi Metodu İle En Uygun İyileştirme Önlemlerinin Belirlenmesi: Manyas Gölü Örneği. Ankara: T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anders, D., Sweeney, D., Williams, T., Camm, J., & Martin, K. (2008). Quantitative Methods for Business (11 b.). South-Western Cengage Learning.
- Arıcan, U. (2018). Uluslararası Aktarma Konteyner Terminali Seçimine Yönelik Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Topsis Temelli Yaklaşım: Akdeniz Bölgesi Uygulaması. İstanbul.
- Aydın, G. (2008). Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Bir Sanayi İşletmesinde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Azarnivand, A., Hashemi, F., & Banihabib, M. E. (2015). Extended Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach In Water and Environmental Management (Case Study: Lake Urmia Basin, Iran). Environ Earth Sci., 13–26. .
- Backhoe Dredger. (t.y.). <http://www.jandenul.com/en/equipment/fleet/backhoe-dredger> adresinden alınmıştır.
- Bahçeçi, A. (2014). Ayamama Deresi Havzası'nın Taşkın Analizi. İstanbul.
- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. Expert Systems with Applications (Cilt 39).

- Bureau of the Intergovernmental Council of the International Hydrological Program. (1985). *Methods Of Computing Sedimentation In Lakes And Reservoirs*. Paris: Unesco.
- Cutter Suction Dredger. (2021). <http://worldmaritimenews.com/archives/59366/damen-environmental-cutter-suction-dredger-commissioned-in-china/> adresinden alınmıştır.
- Deniz ve İç Sular Tarama Yönetmeliği. (2016, 9 Ağustos).
- Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği. (2020). İstanbul: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Dip Tarama ve Boşaltım Faaliyetleri Uyg. ve Yetki Devri Genelgesi. (2020). Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı -Çevre Yön. Genel Müdürlüğü.
- Dredger. (2016). <https://www.tendersontime.com/blog-detail/manning-maintenance-operation-of-grab-dredger-3105.php> adresinden alınmıştır.
- Gelashvili, T. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile performans değerlendirmesi: AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin karşılaştırılması. İzmir.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*. New York: Springer.
- Kaya, O. (2018). Türkiye'deki tarama faaliyetleri ve geliştirmesine yönelik bir analiz. Ankara.
- MNE Çevre Mühendislik. (2013). Haliç ve Dere Ağızlarında Dip Çamuru Taraması ve Taranan Dip Çamurunun Yatay Yönde Taşınması Projesi İşi.
- Saaty, T. L. (2008). *Decision Making With The Analytic Hierarchy Process*. Services Sciences(1).
- Sonar, A. (t.y.). www.kentharita.com adresinden alınmıştır.
- Subramain, N., & Ramanathan, R. (2012). A Review of Application of Analytic Hierarchy Process in Operations Management. *Production Economics*(138), 215-241.
- Trailing Suction Hopper Dredger. (t.y.). https://confluence.qps.nl/display/KBE/Trailing+Suction+Hopper+Dredger+%28TSHD%29+-+Object+Definitions?preview=/54878709/54878711/TSHD_image_2.jpg adresinden alınmıştır.

Trailing Suction Hopper Dredger. (t.y.).

<http://www.dredgingtoday.com/2014/03/13/the-netherlands-hollandmt-introduces-plain-suction-dredger/> adresinden alınmıştır.

Vomatek Mühendislik. (2017). Kemikli, Ayamama, Haliç (Kağıthane Ve Alibeyköy Dereleri E-5 Köprüsü Altına Kadar) Ve Göksu Derelerinden Gelen Sediman Yüklerinin Hesaplanması, Hidrodinamik Yapısının İncelenmesi, Tarama Derinliğinin Ve Periyodunun Belirlenmesi, Raporunun Hazırlanması. İstanbul: İBB-Çevre Koruma Ve Kontrol Daire Başkanlığı-Deniz Hizmetleri Müdürlüğü.

Vomatek Mühendislik. (2017). Kemikli, Ayamama, Haliç (Kağıthane Ve Alibeyköy Dereleri E-5 Köprüsü Altına Kadar) Ve Göksu Derelerinden Gelen Sediman Yüklerinin Hesaplanması, Hidrodinamik Yapısının İncelenmesi, Tarama Derinliğinin Ve Periyodunun Belirlenmesi, Raporunun Hazırlanması. İstanbul: İbb-Çevre Koruma Ve Kontrol Daire Başkanlığı-Deniz Hizmetleri Müdürlüğü.

Yıldırım, B. F., & Önder, E. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. İstanbul: Dora.

Yıldırım, B., & Önder, E. (2018). İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin: Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. İstanbul: Dora.

EKLER

EK-A

Tablo A.1. Nitel araştırma yöntemi dahilinde görüşü alınan uzmanlar

#	Kurum	Unvan	Uzmanlık Alanı	Uzmanlık Seviyesi
1	İBB	Mühendis	Makina İkmal	İleri
2	İBB	Mühendis	Makina İkmal	İleri
3	IU	Akademisyen	Su Mühendisliği	İleri
4	İBB	Yönetici	Çevre	İleri
5	İBB	Mühendis	Çevre/Proje	İleri
6	İBB	Mühendis	Çevre	Orta
7	ALKU	Akademisyen	Kıyı Mühendisliği	İleri
8	İBB	Kaptan	Dip Tarama	Orta
9	ISKI	Yönetici	Kanal-Dere	İleri
10	ISKI	Yönetici	Atıksu-Dere Temizlik Çalışmaları	İleri
11	İBB	Mühendis	Çevre	Orta
12				
13				
14				
15				

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı-Soyadı: Suat BİÇER

Eğitim:

1991-1996 Fırat Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

1987-1990 Elazığ Fatih Lisesi

İş Deneyimi:

1997 –İBB (Devam ediyor)

