
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

LİMAN-TERSANE ALANLARINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN DİP TARAMA FAALİYETLERİNDE FAYDALI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Burak KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS 2024

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ali Burak KILIÇ
07/08/2024

LİMAN-TERSANE ALANLARINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN DİP TARAMA FAALİYETLERİNDE FAYDALI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ali Burak KILIÇ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2024

ÖZET

Dip tarama işlemi herhangi bir nedenle deniz ve kıyı tabanı ile nehir ağızlarında gerçekleştirilen kazı faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'deki dip tarama işlemleri sonucu olarak ortaya çıkan dip tarama malzemesi büyük ölçüde tekrar denize dökülerek yönetilmektedir. Bu kapsamda ülkemizde açığa çıkan dip tarama malzemesinin sürdürülebilir yönetimi çok önemli bir hale gelmiştir. Bu çalışma ile limanlarda/tersanelerde bakım işlemleri ve inşaat işlemleri sırasında zemin sağlamlaştırmaları için yapılan dip tarama işlemleri sonucu ortaya çıkan dip tarama malzemesinin denize boşaltım ve faydalı kullanım teknikleri ile Dünya genelinde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından ÇED Olumlu kararı verilmiş ve bu kapsamda anılan Bakanlık tarafından yayınlanmış olan dip tarama projeleri verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında literatür çalışmaları ile Dünya genelinde en çok uygulanmaya çalışılan ve araştırılan on çeşit faydalı kullanım yöntemi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu minvalde iki ayrı proje içerisindeki veriler değerlendirilerek dip tarama malzemesinin hangi faydalı kullanım yöntemi için uygun olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. On çeşit faydalı kullanım yöntemi içerisinden tarama malzemesinin, katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası olarak kullanılması, kıyı koruma işlemleri için kullanılması, terk edilmiş maden ocaklarında dolgu yapılması ve seramik/tuğla üretiminde kullanılabileceği sonuçlarına varılmıştır.

Bilim Kodu	:	93002
Anahtar Kelimeler	:	Dip tarama, faydalı kullanım, atık yönetimi, denize boşaltım, çevresel etkiler, bakım taraması, liman, tersane
Sayfa Adedi	:	77
Danışman	:	Doç. Dr. Sedat SÜRDEM

EVALUATION OF BENEFICIAL USE POSSIBILITIES IN DREDGING ACTIVITIES CARRIED OUT IN PORT- SHIPYARD AREAS

(M. Sc. Thesis)

Ali Burak KILIÇ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2024

ABSTRACT

Dredging is defined as excavation activities carried out for any reason on the sea and coastal floor and in river mouths. Dredging material generated as a result of dredging operations in Turkey is largely managed by dumping it back into the sea. In this context, sustainable management of dredged material in Turkey has become very important. In this study, the discharge and beneficial use techniques of dredging material generated as a result of dredging operations carried out for ground consolidation during maintenance operations and construction operations in ports/workshops are evaluated in comparison with the studies carried out worldwide. The data on dredging projects that have been given EIA Positive decision by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change and published by the Ministry in this context were used. Within the scope of the study, ten of the most widely practiced and researched beneficial use methods around the world were examined in detail through literature studies. In this context, the data in two separate projects were evaluated and an attempt was made to determine for which beneficial use method the dredged material is suitable. Among the ten types of beneficial use methods, it was concluded that dredging material can be used as a backfill cover layer in solid waste disposal sites, used for coastal protection operations, backfilling in abandoned mines and used in ceramic/brick production.

Science Code : 93002

Key Words : Dredging, beneficial use, waste management, discharge to sea, environmental impacts, maintenance dredging, port, shipyard

Page Number : 77

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Sedat SÜRDEM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmama başladığım günden itibaren akademik yönden desteğini ve katkılarını esirgemeyen kıymetli danışmanım, hocam Doç. Dr. Sedat SÜRDEM'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, değerli tez komitesi üyeleri Prof. Dr. Zafer EVİS ve Prof. Dr. Fatih AKKURT'a katkıları, rehberlikleri ve yorumları için minnettarlığımı ifade etmek isterim. Yüksek lisans öğrenimim boyunca üzerimde emeği olan Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalındaki bütün hocalarıma ve hayatım boyunca benden bir an olsun desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Ahmet Hilmi GÜLER'e teşekkür ederim. Ayrıca, tecrübeleri ile tez çalışmamın gelişiminde yönlendirici katkılarından dolayı değerli meslektaşlarım Mehmet Tuğran ATAY'a ve Murat DİKİLİTAŞ'a şükranlarımı sunarım. Bu tezi hazırlama sürecinde manevi desteğini eksik etmeyen, bana belki de en ihtiyacı olduğu zamanda bile beni tezim konusunda her zaman destekleyen sevgili eşim Aslıhan KILIÇ'a ve bana zor anlarım da hep yardım eden, benden desteklerini bir an olsun eksiltmeyen, hep yanımda olan annem İlkgül KILIÇ ve babam Muammer KILIÇ'a en içten duygularımla sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET…… iv

ABSTRACT……. v

TEŞEKKÜR……. vi

İÇİNDEKİLER…… vii

ÇİZELGELER LİSTESİ…….. x

ŞEKİLLER LİSTESİ……... xi

SİMGELER VE KISALTMALAR…….. xii

1. GİRİŞ……...…….. 1

2. DİP TARAMALARININ AMACI VE EKİPMANLARI…….…..... 5

2.1 Çalışmanın Amacı……..…... 5

2.2 Tarama Ekipman Tipleri……...…. 5

2.2.1 Mekanik tarayıcılar……..... 5

2.2.2 Hidrolik tarayıcılar……...……..... 6

2.2.3 Mekanik ve hidrolik tarayıcıların karşılaştırılması……..... 6

3. TARAMA MALZEMESİNİN TANIMLANMASI……...……. 9

3.1. Tarama Malzemesinin Fiziksel Özelliklerinin Tanımlanması……..... 9

3.1.1. Tarama malzemesinin tanecik boyutunun tanımlanması……..…...…. 9

3.1.2. Tarama malzemesinin diğer fiziksel özelliklerinin tanımlanması…….…..… 10

3.2. Tarama Malzemesinin Tehlikeli/Tehlikesiz Atık Olarak Tanımlanması…….. 12

3.3. Tarama Malzemesinden Numune Alma Yöntemleri, Ambalajlanması ve Muhafaza Edilmesi……..... 15

3.4. Tarama Malzemesinin Biyolojik Olarak Tanımlanması…….. 16

Sayfa

4. TARAMA MALZEMESİNİN DENİZE BOŞALTIMI……. 19

4.1. Boşaltım Alanlarının Özellikleri…….. 20

4.2. Dünya'da Tarama Malzemesinin Denize Dökülmesine Bakış Açısı……..…. 21

5. TARAMA MALZEMESİNİN FAYDALI KULLANIMI……. 27

5.1. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Mühendislik Kullanımı……..... 27

5.1.1. Sahil iyileştirme/kumsal besleme…….…..…... 28

5.1.2. Arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı…….…..……. 29

5.1.3. Katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası……..... 31

5.1.4. Kıyı koruma işlemleri……..... 32

5.2. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Çevresel İyileştirme……..… 34

5.2.1. Sulak alan oluşturma/iyileştirme…….……... 35

5.2.2. Karasal yaşam alanı oluşturma/iyileştirme…….…..…….. 36

5.2.3. Terk edilmiş maden ocaklarına dolgu yapılması…….……...… 38

5.3. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Ürün Üretiminde Kullanımı……..…... 38

5.3.1. Beton üretimi…….……..... 39

5.3.2. Karayolunda dolgu malzemesi olarak kullanımı…….…….…. 41

5.3.3. Seramik ve tuğla üretiminde kullanılması…….…..……... 42

5.4. Faydalı Kullanım Yöntemlerinde Diğer Seçenekler……..….. 43

6. TARAMA MALZEMESİNİN DENİZE BOŞALTIMINDAKİ VE FAYDALI KULLANIMDAKİ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ……..... 45

6.1. Çevresel Etkilerinin Değerlendirilme Kriterleri ve Kriterlerin Tanımlanması……. 45

6.2. Tuzla Dökü Alanına Gerçekleştirilmesi Planlanan 2 Adet Dip Tarama Projesinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi…… 46

6.2.1. Tersane alanı dolgu ve dip tarama projesi…….……. 46

Sayfa

6.2.2. Gübretaş liman tevsii ve dip tarama kapasite artışı projesi…….……... 55

7. SONUÇ VE ÖNERİLER……. 65

KAYNAKLAR…… 69

ÖZGEÇMİŞ……. 77

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Kovalı, kepçeli, hidrolik vinçli, alttan kapaklı emici, kesici uçlu ve düz emici tarayıcıların bazı parametrelere göre karşılaştırılması……... 7

Çizelge 3.1. Tarama malzemesinin fiziksel özellikleri ve ilgili testler ……... 10

Çizelge 3.2. Dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler… 14

Çizelge 4.1. ABD'de taranmış malzemeye ilişkin politikalar…….. 23

Çizelge 5.1. Mühendislik faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu…….……..……. 28

Çizelge 5.2. Çevresel iyileştirme faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu……...…... 34

Çizelge 5.3. Ürün üretimi faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu…..... 39

Çizelge 5.4. Faydalı kullanım yöntemlerinde diğer seçenekler…….…….……. 44

Çizelge 6.1. Tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi elek analizi sonuçları…. 48

Çizelge 6.2. Tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi kimyasal içerik sonuçları……..…. 48

Çizelge 6.3. Tersane dip tarama projesi kapsamındaki dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi……..…… 51

Çizelge 6.4. Liman dip tarama projesi tarama malzemesi elek analizi sonuçları……...…. 56

Çizelge 6.5. Liman dip tarama projesi tarama malzemesi kimyasal içerik analiz sonuçları……..…….. 56

Çizelge 6.6. Türkiye ve diğer ülkelerin sediment ağır metal konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık; minimum-maksimum)……..……... 58

Çizelge 6.7. Liman dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi…….……..…….... 61

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.1. Atterberg limitleri ……...……...… 11

Şekil 4.1. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi iş akım şeması…….. 19

Şekil 4.2. ABD dip tarama malzemesi yönetimi ……...……. 22

Şekil 4.3. İspanya Huelva Limanı tarama malzemesi yönetimi.……..……... 26

Şekil 6.1. Tersane dip tarama projesi proje alanı……. 46

Şekil 6.2. Tersane dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları……..... 47

Şekil 6.3. Liman dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları……. 55

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
km	Kilometre
l	Litre
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
mg	Miligram
kg	Kilogram

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CERC	Coastal Engineering Research Center
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu
ÇŞİDB	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DTM	Dip Tarama Malzemesi
DTMÇYY	Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yön.
İSTAÇ	İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş.
MEB	T.C. Milli Eğitim Bakanlığı
LL	Likit limiti
PL	Plastik limiti
TARGİM	Tarım Gıda Çevre Müş. Geri Dön. San. ve Tic. Ltd. Şti.
USACE	U.S. Army Corps of Engineers
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yerleşim için ilk tercih yerleri olan kıyılar, kara ile su arasındaki bir geçiş noktasıdır. Kıyı kesimler kara ile deniz arasındaki bir sınır çizgisi değil, değişen genişlikteki bir alanı ifade etmektedir. Tarih boyunca birçok uygarlık büyük akarsu ve deniz kıyılarında yoğunlaşmışlardır. Dünyada ve ülkemizde sosyal yaşamın, ekonominin ve deniz ticaretinin gelişmesiyle de açık deniz faaliyetleri çok önemli hale gelmiştir.

Sınırların ortadan kalktığı günümüz dünyasında ülkeler arasındaki ekonomik ilişkiler kaçınılmazdır. Bu ekonomik bağların temel dayanaklarından biri olan ulaşım, her geçen gün önem kazanmaktadır. Ulaşım karayolu, hava, demiryolu, deniz ve boru hattı gibi alt sistemlere ayrılmıştır. Ayrıca bu alt sistemlerden birkaçının entegre edilmesiyle oluşan entegre taşımacılık, günümüzde taşımacılık sektöründe adından sıkça söz ettiren oldukça verimli bir sistemdir (Kol, 2010).

Ülkemizin coğrafi yapısı, üç tarafı denizlerle çevrili olması ve 8.333 kilometre uzunluğunda kıyı şeridine sahip olması ile deniz ülkesi olarak tanımlanmaktadır. Ülke kıyılarımızda özellikle Marmara Bölgesi'nde gerçekleşen deniz ticareti için çok sayıda kıyı yapısı bulunmaktadır. 8.333 km kıyı uzunluğunun 1.077 kilometrelik kısmı adalar olup bölgelere göre ise Ege Denizi 3.484 km kıyı uzunluğu ile Türkiye'nin en uzun kıyı çizgisine sahiptir. Dünyanın en büyük iç denizi olan Akdeniz'in 1.707 km uzunluğunda kıyı şeridi bulunurken, Karadeniz 1.701 km, küçük bir iç deniz olan Marmara Denizi ise 1.441 km kıyı şeridi uzunluğuna sahiptir. Türkiye'de denize kıyısı olan toplam 28 il bulunmakta olup, 2020 yılı itibarıyla bu illerimizde Türkiye nüfusunun %55,05'i yaşamaktadır (Büyükfidan vd., 2022).

Günümüz dünyasında deniz ve denizcilik; yük ve yolcu taşımacılığı başta olmak üzere, gemi inşa sanayi, liman hizmetleri, deniz turizmi ile bir ticaret ve hizmet dalıdır. Denizyolu ulaştırmasının faaliyet alanı uluslararası bir özellik taşımaktadır. Bu yüzden de uluslararası ticaret üzerinde büyük bir öneme sahiptir (Kol, 2010). Ülkemizde deniz ve denizcilik faaliyetlerindeki ilerleyen teknolojiyi takip etmekte ve ülkemizde uygulamaya çalışmaktadır. Ayrıca, ülkemizin coğrafi yapısı, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve 8.333 kilometre uzunluğunda kıyı şeridine sahip olması ile ülkemiz denizcilik faaliyetlerinde büyük pay sahibi olmaya çalışmaktadır.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı verilerine göre 2020 Ağustos ayı ile ülkemiz kıyı şeridinde 945 adet kıyı yapısı yer almaktadır. Bu yapılardan 386'sı balıkçılık faaliyetlerine ait yapılar, 210 adedi liman-iskele yapıları, 153 adedi tekne imal yeri, 84 tanesi tersane, 62 adedi yat limanı, 27 adeti çekek yeri olup son olarak 23 adet gemi geri dönüşüm yapısı-alanı bulunmaktadır.

Limanların ve tersanelerin büyüklüğü deniz ticaretindeki yoğunluğun artması ile her geçen gün artmakta olup bu artış gemi trafiği ve gemi boyutlarının artmasına da neden olmaktadır. Bu artışlara bağlı olarak liman ve tersane faaliyetleri ile denizlerin doğal akıntı ve taşınım hareketlerine bağlı olarak özellikle kıyı yapılarının bulunduğu alanlarda zaman içerisinde sediment birikimleri oluşmaktadır. Bu durum gemilerin limanlara ve tersanelere giriş ve çıkışlarında emniyetli seyrine engel oluşturmaktadır. Bu anlamda biriken sedimentlerin belirli dönemlerde taranması zorunlu bir liman ve tersane işlemi haline gelmiş olup bu işlem deniz taşımacılığının ve tersane işlemlerinin devamlılığı açısından önem arz etmektedir.

14.01.2020 tarih ve 31008 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği'nde (DTMÇYY) dip tarama işlemi herhangi bir nedenle deniz ve kıyı tabanı ile nehir ağızlarında gerçekleştirilen kazı faaliyeti olarak tanımlanmaktadır (ÇŞİDB, 2020a). Bu yönetmeliğin amacı, deniz ve kıyı alanları ile nehir ağızlarında gerçekleştirilen dip tarama faaliyetlerinin çevresel yönetimi, bu faaliyetler sonucunda ortaya çıkan tarama malzemelerinin faydalı kullanımı ile çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde deniz ortamına boşaltılması veya bertarafına dair usul ve esasları belirlemektir.

''Deniz dibi tarama malzemesinin faydalı kullanımı için yıkama-eleme tesisi tasarımı ve yıkama-eleme prosesi atık suyunun yönetimi'' araştırması sırasında bulunan verilere göre Fransa'da yılda 50 milyon m^3, ABD'de 400 milyon m^3, Hollanda'da 40 milyon m^3, Almanya'da 40-50 milyon m^3, Japonya'da 25-30 milyon m^3 ve ülkemizde ise yılda yaklaşık 3 milyon m^3 dip tarama malzemesi (DTM) çıkarıldığı tahmin edilmektedir (Başar vd., 2017).

Dünya genelinde gerçekleştirilen dip tarama işlemi sonucunda çıkan DTM üç şekilde işlem görmektedir. DTM'nin tarama sahasına yakın bir bölgede bulunan ve devlet yönetimleri tarafından belirlenen boşaltım alanlarına boşaltılması en çok tercih edilen yöntemdir. İkinci olarak, doğal kaynakların tükenme sınırında olduğu ve çeşitli ülkelerin sürdürülebilir

kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi amacıyla sağlık ve çevre açısından tehlikesiz olan DTM karaya çıkarılarak faydalı kullanım amacıyla mühendislik kullanımında (arazi reklamasyonu, kumsal beslenmesi, kıyı koruma, depolama sahası (bertaraf sahası) günlük ara örtü/geçirimsiz tabaka), çevresel restorasyon (sulak alan oluşturma/iyileştirme, su ürünleri yetiştiriciliği vb.) ve ürün üretiminde (yüzey toprağı, karayolu dolgusu, tuğla, seramik, hafif agrega, hazır beton, beton parke taşı, çimento) değerlendirilmektedir. Son olarak bertaraf yöntemi tercih edilmekte olup bu yöntem maliyetli olduğu, geniş depolama alanlarına (bertaraf alanı) ihtiyaç duyulduğu ve uzun dönem izleme gerektiği için çok fazla tercih edilmemektedir (Başar vd., 2017).

Türkiye'de bakım ve inşası planlanan limanlarda/tersanelerde zemin sağlamlaştırması için yapılan dip tarama işlemleri sonucu olarak ortaya çıkan DTM büyük ölçüde denize dökülmektedir. DTM'nin denize dökülmesi ile yerel balıkçılık faaliyetleri, deniz canlıların biyolojik faaliyetleri, müsilaj oluşumu ve benzeri olaylarda potansiyel olumsuz etkileri olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda ülkemizde açığa çıkan DTM'nin sürdürülebilir yönetimi çok önemli bir hale gelmiştir.

Bu çalışma kapsamında ÇŞİDB tarafından ÇED Olumlu kararı verilmiş ve yayınlanmış olan dip tarama projelerinden içerisinde dip tarama alanlarındaki DTM'ni temsil eden analiz sonuçlarını içeren projelerin denize boşaltım ve faydalı kullanım teknikleri değerlendirilecektir.

14.01.2020 tarih ve 31008 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren DTMÇYY'nin Geçici Madde 2'de *"Bu Yönetmeliğin 6 ncı ve 9 uncu maddeleri çerçevesinde analizleri yapılan ve sınır değerlerin altında kalan dip tarama malzemesi yine bu Yönetmelikte belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde 30/06/2024 tarihine kadar Marmara Denizi'nde bu Yönetmeliğin 9 uncu maddesi kapsamında belirlenen boşaltım alanlarına boşaltılabilir."* denilmektedir. Bu kapsamda 2024 yılı Temmuz ayı itibari ile Marmara Denizi'nde bulunan boşaltım alanlarına boşaltım yapılması ÇŞİDB tarafından yasaklanmıştır (ÇŞİDB, 2020a). Bu sebepten dolayı liman/tersane yönetimleri, DTM'nin faydalı kullanım yöntemlerine eğilmek mecburiyetinde kalacaklardır.

Bu çalışma ile Marmara Denizi içerisinde yapılması planlanan 2 adet dip tarama faaliyeti ile oluşması beklenen DTM'nin fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilerek hangi faydalı kullanım yöntemiyle yönetilmesinin daha uygun olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. DİP TARAMALARININ AMACI VE EKİPMANLARI

Mevcut limanlarda/tersanelerde nakliye kanallarının genişletilmesi, derinleştirilmesi ve mevcut tesislerin gerekli derinliğinin korunması için yapılan dip tarama işlemlerine bakım taraması denilmekte olup yeni inşası planlanan limanlarda/tersanelerde zemin sağlamlaştırması için de dip tarama işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Tarama işlemleri için deniz koşulları (dalga, rüzgâr, su akımları), tarama alanlarının geometrisi, tarama derinliği, tarama malzemesinin fiziksel özellikleri (boyut, malzeme dayanımı) ve tarama bölgesindeki hassas yapılar göz önüne alınarak uygun tarama ekipmanları seçilir. Tarama işlemlerinde dünyamız ve ülkemiz genelinde kullanılan ekipmanlar 2.2 numaralı başlık altında ayrıntılı olarak verilmiştir.

2.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma kapsamında ÇŞİDB tarafından ÇED Olumlu kararı verilmiş ve yayınlanmış olan dip tarama projelerinden içerisinde dip tarama alanlarındaki DTM'ni temsil eden analiz sonuçlarını içeren iki adet projenin denize boşaltım ve faydalı kullanım tekniklerinin çevresel etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma ile incelenen projelerin hangi faydalı kullanım yöntemi ile sürdürülebilir bir şekilde yönetilebileceği tanımlanmaya çalışılmıştır.

2.2. Tarama Ekipman Tipleri

Ülkemizde tarama işlemleri için dalga, rüzgâr, su akımları, tarama alanlarının geometrisi, tarama derinliği, tarama malzemesinin boyut ve malzeme özelliklerine göre tarama ekipmanları seçilir. Dip tarama işlemleri sırasında mekanik ve hidrolik tipte iki çeşit tarama ekipmanı kullanılmaktadır. Bu iki tür arasındaki fark toprağın kazılma şeklinden kaynaklanmaktadır. Tarama ekipmanları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

2.2.1. Mekanik tarayıcılar

Mekanik tarayıcılarda bıçaklar, dişler ve benzeri kesici ekipmanlar ile tarama işlemi gerçekleştirilir. Mekanik tarayıcılar üç çeşit olup kovalı tarayıcı, kepçeli tarayıcı ve hidrolik vinçli tarayıcı olarak isimlendirilmiştir (Vlasblom, 2003).

2.2.2. Hidrolik tarayıcılar

Hidrolik tarayıcılar su akışının aşındırıcılığından faydalanarak çalışırlar. Hidrolik tarayıcılar üç çeşit olarak ayrılmakta olup düz emici tarayıcı, kesici uçlu tarayıcı ve alttan kapaklı emici tarayıcı olarak isimlendirilmiştir (Vlasblom, 2003).

2.2.3. Mekanik ve hidrolik tarayıcıların karşılaştırılması

Dip tarama işlemleri sırasında mekanik ve hidrolik tipte iki çeşit tarama ekipmanı kullanılmaktadır. Bu iki tür arasındaki fark toprağın kazılma şeklinden kaynaklanmaktadır.

Oturmuş zeminlerin (kayalık, sert zemin, sazlık vb.) temizliğinde mekanik tarayıcılar hidrolik tarayıcılara göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Yumuşak ve tam olarak zemine çökmemiş alanlardaki dip çamurlarının taranmasında ise hidrolik tarayıcılar mekanik tarayıcılara göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Bunların sebebi hidrolik tarama sistemlerinin gevşek olan malzemeyi emici santrifüj pompalar ile düzenli ve daha az kayıpla pompalayabilmesidir. Zeminin daha sert olduğu alanlarda ise mekanik tarayıcılar içerisinde bulunan ekipmanlar ile zemin yapısında işlem uygulanabilmektedir.

Hidrolik tarama işlemi, mekanik taramaya göre daha hızlı, ucuz ve güvenlidir. Mekanik taramalarda çamur yoğunluğu hidrolik taramalara göre çok fazladır. Bunun nedeni ise hidrolik taramada taranan dip çamurunun su muhtevasının %90 ile %95 arasında değişmesinden kaynaklanmaktadır. Mekanik tarama gemilerinin draftları hidrolik tarama gemilerine göre daha büyüktür, bu sebepten dolayı mekanik tarama gemilerinin sığ yerlerde çalışmaları hidrolik tarama gemilerine göre daha zordur. Mekanik tarama işlemi gerçekleştirilen çamur, organik karakterde ve anaerobik şartlarda ise çamurun tarama gemisine veya çamur gemisine taşınması esnasında etrafındaki balıklara şok etkisi yaparak öldürebilmektedir. Hidrolik taramada işleminde ise çamur borularla tarama gemisi içerisine çekildiği için böyle bir durum oluşmaz (Biçer, 2021).

Çizelge 2.1’de kovalı, kepçeli, hidrolik vinçli, alttan kapaklı emici, kesici uçlu ve düz emici tarayıcıların bazı parametrelere göre karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kovalı, kepçeli, hidrolik vinçli, alttan kapaklı emici, kesici uçlu ve düz emici tarayıcıların bazı parametrelere göre karşılaştırılması (Biçer, 2021)

PARAMETRELER	KOVALI TARAYICI	KEPÇELİ TARAYICI	HİDROLİK VİNÇLİ TARAYICI	ALTTAN KAPAKLI EMİCİ TARAYICI	KESİCİ UÇLU TARAYICI	DÜZ EMİCİ TARAYICI
KUMLU ÇAMURU TARAMA	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
KİLLİ ÇAMURU TARAMA	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun Değil	Uygun	Uygun Değil
KAYALIK MALZEMELERİ TARAMA	Uygun	Uygun Değil	Uygun	Uygun Değil	Uygun	Uygun Değil
SABİTLEME HALATLARI	Var	Var	Yok	Var	Var	Var
MAKSİMUM TARAMA DERİNLİĞİ (M)	30	>100	20	7	25	50
HASSAS TARAMA	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
AÇIK DENİZDE ÇALIŞABİLME	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var
ÇAMURU BORU HATTIYLA TAŞIMA	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Yok
YOĞUN ÇAMURDA TARAMA	Var	Var	Var	Yok	Kısıtlı	Yok

3. TARAMA MALZEMESİNİN TANIMLANMASI

Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği'nde DTM, dip tarama faaliyeti sonucunda ortaya çıkan malzeme olarak tanımlanmaktadır. Malzemenin tanımlanmasında tanecik boyutu incelenmesi ve tehlikeli-tehlikesiz atık olarak belirlenmesi şeklinde iki ana değerlendirme kapsamı bulunmaktadır. Bunlarla birlikte malzemenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri de ayrıntılı olarak incelenir.

3.1. Tarama Malzemesinin Fiziksel Özelliklerinin Tanımlanması

3.1.1. Tarama malzemesinin tanecik boyutunun tanımlanması

Dip tarama projelerinde öncelikle tarama yapılacak alanın büyüklüğü ve derinlikleri belirlenir. Sonrasında hedeflenen derinliğe ve tarama alanı büyüklüğüne göre alan içerisinden çıkarılacak olan DTM'nin yönetimi ile alakalı karar verebilmek için tarama alanı ve derinlikleri temsil edecek sayıda numune alımı gerçekleştirilir.

Alınan numunelere öncelikli olarak elek analizi işlemi gerçekleştirilir. Elek işlemleri öncesinde laboratuvar tarafından numuneye kurutma işlemi gerçekleştirilir. Elek analizi farklı büyüklükteki tanelerden oluşan malzemenin tane boyu dağılımını saptamak için yapılmaktadır. Numunedeki tanelerin boyutları ile miktarları arasındaki ilişki boyut dağılımı olarak tanımlanır ve numunede hangi boyutta ne kadar miktar malzeme bulunduğunu gösterir. Elek, eşit aralıklı tellerden oluşan ızgara şeklinde olan ekipmanlardır. Elek analizi, numune örneklerinin azalan elek açıklıklarında birikmesiyle başlar. Elek takımında en küçük açıklık boyutu en altta, en büyük açıklık boyutu ise en üst yer alır. Tarama alanlarından alınan numuneler, en üstteki eleğe yerleştirilir ve elekler elektrik veya mekanik enerji ile titreşim işlemi gerçekleştirilir. Titreşim işleminin tamamlanması ile her boyut aralığındaki biriken malzeme miktarı tartılır ve aralıktaki yüzde, her bir bölüm için hesaplanır (Anderson, 2007).

DTMÇYY'ye göre tarama alanında tabanından alınan bu yüzey numunelerine elek analizi işlemi gerçekleştirilerek tarama malzemesi içerisindeki kum, çakıl, kil ve silt (yumuşak kil) içeriği belirlenir (ÇŞİDB, 2020a).

Elek analiz sonuçlarından faydalanarak DTM'nin tarama alanından çıkarılmasını sağlayacak en uygun tarama ekipmanlarının belirlenmesi gerçekleştirilebilir. Ayrıca, DTM'nin denize boşaltılarak yönetimine karar verilmiş ise DTM'nin tanecik boyutu bilgisinden faydalanarak tarama malzemesinin denize boşaltılması sırasında oluşabilecek kum bulutunun etkilerini önlemek veya azaltmak için silt perdeleri kullanılabilir.

3.1.2. Tarama malzemesinin diğer fiziksel özelliklerinin tanımlanması

DTM'nin denize boşaltılarak yönetimi planlanmıyor, faydalı kullanım seçenekleri değerlendiriliyorsa tarama malzemesinin daha ayrıntılı bir şekilde fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekebilir. Faydalı kullanım seçeneklerini değerlendirebilmek için tarama malzemesinin; yığın yoğunluğu, Atterberg Sınırı (plastisite), su tutma, geçirgenlik ve sıkıştırma özellikleri incelenebilir (Burt, 1996). Çizelge 3.1'de tarama malzemesinin fiziksel özellikleri ve ilgili testler verilmiştir.

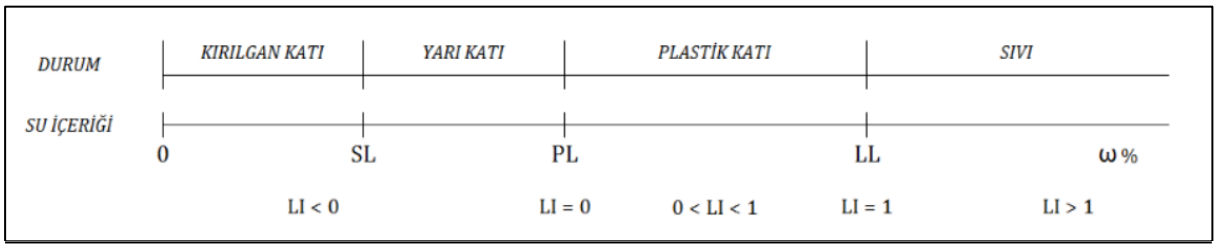
Çizelge 3.1. Tarama malzemesinin fiziksel özellikleri ve ilgili testler (Sheehan and Harrington, 2012a)

FİZİKSEL ÖZELLİK	ANALİZ/TEST ÇEŞİDİ
Tanecik Boyutu Dağılımı	Elek analizi
Yığın Yoğunluğu	Özgül ağırlık/Yığın yoğunluğu testi
Atterberg Sınırı/Plastisite	Likit limit ve plastisite testi
Su Tutma	Nemli içerik testi
Geçirgenlik	Geçirgenlik testi
Sıkıştırma	Sıkıştırma/Compaction testi

Yığın Yoğunluğu: Yığın yoğunluğu, tarama malzemesinin hacminin dikkate alındığı bir ağırlık ölçümüdür. Genellikle tarama malzemesi su içeren düşük veya ince taneli malzemelerden oluşmaktadır. Yığın yoğunluğu tarama malzemesinin faydalı kullanım veya bertaraf yöntemi uygulanmak üzere karaya çıkarılması planlanıyorsa nakliye sırasında ve yerleştirme sonrasında hacimlerin belirlenmesinde yardımcı olacak bir parametredir.

Atterberg Sınırı/Plastisite: Atterberg sınırı/plastisite, katı malzemelere uygulanan kuvvetlere karşı tepki olarak katı malzemelerin geri dönüşü olmayan bir şekilde deformasyona uğrama yeteneği olup DTM içerisinde yalnızca ince malzeme içeren kısımlar için geçerlidir. En yaygın kullanılan tanımlayıcılar Atterberg likit limiti ve plastik limitidir (LL ve PL). Likit

limiti (LL), malzemenin üzerinde yarı sıvı halde ve altında plastik halde olduğu söylenen su içeriğidir. Plastisite durumunun alt sınırını ve yarı katı durumun üst sınırını tanımlayan su içeriği plastik limit olarak adlandırılır (Burt, 1996). Numunenin içeriğinin Atterberg limitlerine, Şekil 3.1'de verilen Atterberg limitlerine göre yeri hakkında bilgi sahibi olmak, DTM'nin faydalı kullanım seçeneklerinde zemin yapıları içerisinde kullanılabilmesi için yorum yapılabilir (Koşun, 2017).



Şekil 3.1. Atterberg limitleri (Koşun, 2017)

Su Tutma: Su tutma özelliği, taranan malzemenin bitki yaşamını sürdürme kabiliyeti ile ilgilidir. Toprak olarak kullanılan bir malzemenin potansiyel kullanılabilir su tutma kapasitesi, bir mahsulün kuraklık nedeniyle verimi ciddi şekilde etkilenmeden önce topraktan kaldırabileceği su miktarı olarak tanımlanır (Burt, 1996). DTM su yapısı içeriğinde bulunduğundan öz ağırlığı hakkında bilgi sahibi olabilmek ve faydalı kullanım amacıyla su alanı dışına çıkarılacağından başka bir ortamda değerlendirilmesinde ne kadar su tutabildiği hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Geçirgenlik: Malzemenin geçirgenlik özelliği, suyun malzeme içerisinden geçme kolaylığını ifade eder. Geçirgenliği anlamak, zemin yapısını ve suyun zeminlerdeki farklı katmanlardan nasıl geçtiğini anlamak açısından önemlidir. Tanecikli malzeme için, parçacıkların spesifik yüzeyi (yani malzemenin birim ağırlığı başına yüzey alanı) ile ters orantılı olarak değişir (Burt, 1996). Faydalı kullanım amacıyla mühendislik kullanımında arazi reklamasyonu, kumsal beslenmesi, kıyı koruma, depolama sahası (bertaraf sahası) günlük ara örtü/geçirimsiz tabaka gibi kullanımlar planlandığında tarama malzemesinin geçirgenlik özelliğine bakılmalıdır. Çünkü malzemenin geçirgenlik özelliğinin zemin yapısı olarak kullanılmasında uygun olup olmadığına karar vermek için önemli bir parametre olup faydalı kullanım kapsamında zemin malzemesi olarak kullanılacaksa drenaj ve sızıntı kontrolü için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Sıkıştırma: DTM'nin sıkıştırılması, malzeme içerisindeki hava boşluklarının azaltılarak, statik ve dinamik yöntemler ile kuvvet uygulanarak tarama malzemesi içerisindeki parçacıkların zorlandığı bir işlemdir.

Yukarıdaki parametreler değerlendirilerek dünya ve ülkemiz genelinde DTM'nin faydalı kullanım seçenekleri araştırılmaktadır. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından 2017 yılında yapılan ''Dip Tarama Malzemelerinin Yol Dolgusu İçin Kullanımı ve İyileştirilmiş Malzemelerin Özellikleri'' adlı çalışmada bu araştırmalardan birine örnektir. Çalışmada İstanbul İli, Tuzla bölgesinden iki farklı konumdan alınmış tarama malzemesi numuneleri incelerek, bu malzemelerin yol dolgusu için yeni bir malzeme olarak yeniden kullanımı değerlendirilmiştir. Kirlilik içermeyen bu numunelerin temel fiziksel özellikleri belirlenmiş ve düşük mühendislik özelliklerine sahip bu malzemeye hidrolik katkılar ile bir yol dolgu malzemesi meydana getirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada yol dolgu malzemesi oluşturabilmek için katkı maddesi olarak kireç ve çimento kullanılmıştır. Çalışma sırasında elek analizi, sıkıştırma analizleri, LL-PL testleri ve basınç dayanım testleri yapılmıştır. Çalışma sayesinde killi yapıya sahip DTM'ne kireç ve çimento katkı malzemeleri eklenerek tarama malzemesinin mühendislik özelliklerinin iyileştirilebileceği/arttırılabileceği ve malzemenin yol dolgusu uygulamaları için kullanılabilir olduğu gösterilmiştir (Bayram, 2017).

3.2. Tarama Malzemesinin Tehlikeli/Tehlikesiz Atık Olarak Tanımlanması

11.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevre Kanunu içerisinde atık, herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü madde olarak tanımlanmıştır. Atıkların çeşitlerinin tanımlanması ve yönetimi ile çok fazla araştırma/çalışma yapılmakta olup literatürde çeşitli kriterler göz önünde bulundurularak sınıflandırılmaktadır. Atıklar kimyasal özelliklerine, fiziksel özelliklerine, atığın oluşum kaynağına ve benzeri gibi kriterlere göre sınıflandırılabilmekte olup ülkemiz genelinde atıklar, atığın tehlikeli-tehlikesiz özelliğine göre ayrılmakta, depolanmakta ve yönetilmektedir.

02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde atıklar 20 çeşide/bölüme ayrılmıştır. Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde yer alan tehlikeli atıklar, patlayıcı, oksitleyici, alevlenebilir, yüksek oranda alevlenebilir, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, aşındırıcı/korozif, enfeksiyon yapıcı,

üreme sistemine toksik, mutajenik, hava/su/asit ile temas etmesi sonucu zehirli gaz çıkarabilme, hassaslaştırıcı, ekotoksik ve bertarafı sonrasında herhangi bir yolla bahsedilen özelliklerden herhangi birine sahip başka bir madde (sızıntı suyu gibi) ortaya çıkarabilme gibi özelliklerinden bir veya daha fazlasına sahip atıklardır (ÇŞİDB, 2015).

Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde DTM için iki adet atık kodu tanımlanmıştır; 17 05 05 (Tehlikeli maddeler içeren dip tarama çamuru) ve 17 05 06 (17 05 05 dışındaki dip tarama çamuru) (ÇŞİDB, 2015). 17 05 05 atık kodlu tehlikeli olduğu saptanan tarama malzemeleri için, 17 05 06 ise tehlikesiz olduğu saptanan tarama malzemeleri için kullanılmaktadır.

Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atıkların tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla malzeme güvenlik bilgi formları, proses girdileri ve bilgileri, ÇŞİDB tarafından yayınlanan kılavuzlar veya Yönetmeliğin EK-3/B'de yer alan konsantrasyon değerleri esas alınarak yapılacak analiz çalışmaları kullanılır (ÇŞİDB, 2015). Bakanlık tarafından gerekli görülmesi halinde EK-3/B'de yer alan konsantrasyon değerleri esas alınarak atık üreticisi veya atık sahibi tarafından analiz yaptırılır.

Ayrıca, Atık Yönetimi Yönetmeliği'nden daha sonra yayımlanarak yürürlüğe giren DTMÇYY'de dip tarama faaliyetine başlamadan önce taranacak malzemenin kirlilik durumunun belirlenmesi amacıyla Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), Arsenik (As), Krom (Cr), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Cıva (Hg) ve toplam Poliklorlu bifeniller (PCB) parametrelerinde analiz yapılması istenmektedir (ÇŞİDB, 2020a).

Eğer tarama malzemesinin yönetimi tekrar denize boşaltılması olarak planlanıyorsa Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği içerisinde verilen sınır değerleri aşmaması gerekmektedir. Çizelge 3.2'de DTM'nin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler verilmiştir.

Çizelge 3.2. Dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler (ÇŞİDB, 2020a)

PARAMETRELER (Kuru ağırlık cinsinden)	MARMARA DENİZİ		KARADENİZ		AKDENİZ VE EGE DENİZİ	
	SINIR DEĞER	ÜST SINIR DEĞER	SINIR DEĞER	ÜST SINIR DEĞER	SINIR DEĞER	ÜST SINIR DEĞER
Cd (mg/kg)	2	4	3,5	5	1,5	2,5
Pb (mg/kg)	100	200	150	250	100	200
As (mg/kg)	30	50	50	100	30	50
Cr (mg/kg)	250	500	350	700	850	1300
Cu (mg/kg)	200	500	300	800	100	200
Ni (mg/kg)	75	150	100	200	1000	1750
Zn (mg/kg)	400	700	500	1000	200	400
Hg (mg/kg)	0,5	2	0,7	3	0,5	2
Toplam PCB (µg/kg)	23	40	23	65	23	45

DTMÇYY'ye göre ülkemiz içerisindeki denizler, Marmara Denizi, Karadeniz ve Akdeniz-Ege Denizi olmak üzere üçe ayrılmıştır. Yönetmelikte belirtilen sınır değerlerini aşmayan DTM uygun deniz alanına boşaltımı gerçekleştirilebilir. Eğer parametrelerden herhangi birinin üst sınır değeri aşması durumunda DTM'nin deniz ortamına boşaltılması yasaklanmıştır (ÇŞİDB, 2020a). Tarama malzemesinin denize boşaltılamaması gibi bir durumda çevresel yönetimi açısından faydalı kullanım veya bertaraf seçeneği kalmaktadır.

DTM'nin faydalı kullanım şeklinde yönetimi planlanıyorsa DTMÇYY'ye göre tarama alanı içerisinden tarama alanını yansıtacak şekilde sondaj numunesini alınması gerekmektedir. Sondaj numunesi alındıktan sonra numunelere CD, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg ve Toplam PCB parametrelerinde analizler yaptırılarak faydalı kullanım seçenekleri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilir (ÇŞİDB, 2020a).

Tarama malzemesinin yönetiminde son ve çok tercih edilmeyen seçenek düzenli depolamadır/bertaraftır. Bertaraf işlemi atıkların yönetiminde uygun bir çözüm olmadığı durumlarda, atığın düzenli depolama sahalarında gömülerek veya yakılarak imha edilmesidir (Asar, 2019). Tarama malzemeleri nemli ve kalorifik değeri düşük olduğundan dolayı yakılarak imha edilerek bertaraf edilmesi söz konusu değildir. Fakat, faydalı kullanım ve denize boşaltılarak yönetimi gerçekleştirilemeyecek olan tarama malzemesi düzenli depolama tesislerinde depolanarak bertarafı gerçekleştirilebilir. Bu işlem ülkemiz mevzuatları açısından

değerlendirildiğinde düzenli depolama sahasında bertaraf işlemlerine ait şartlar bulunmaktadır. Düzenli depolama tesisine gönderilmesi planlanan atığın üretildiği kaynakta yapısını ve tüm özelliklerini gösteren bilgiler toplanmalı, atığın temel özelliklerinin tanımlanması ve nitelendirilmesi gereklidir. Düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmesi planlanan atıktan ÇŞİDB'nca yetki verilen laboratuvarlar tarafından numune alınması ve atığın temel özelliklerinin belirlenmesi için 26.03.2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliği Ek-2'de verilen atık kabul kriterlerini sağladığı uygunluk testleri ile yapılmalıdır (ÇŞİDB, 2010). Uygunluk testleri kapsamında atığın arsenik, baryum, kadminyum, krom, bakır, cıva, molibden, nikel ve benzeri parametre değerlerine bakılarak, yönetmelikte verilen sınır değerler ile karşılaştırılır. Daha sonrasında atık sınır değerlerini sağlıyorsa düzenli depolama tesisine kabul edilebilir.

Dünya ve ülkemiz genelinde DTM'nin yönetimi denize boşaltım, faydalı kullanım ve düzenli depolama tesisinde bertaraf şeklindedir. Ulusal mevzuatımıza göre her üç yönetim şeklinde tarama malzemesinin yönetiminin planlanması aşamasında DTM'nin tehlikeli veya tehlikesiz bir atık olarak tanımlanması istenmektedir.

3.3. Tarama Malzemesinden Numune Alma Yöntemleri, Ambalajlanması ve Muhafaza Edilmesi

DTM'nin yönetimi ile alakalı karar verebilmek için tarama alanını temsil edecek sayıda tarama malzemesinden numune alımı gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde DTM numune alma işlemleri ÇŞİDB tarafından yetkilendirilmiş laboratuvarlar tarafınca gerçekleştirilir, yetkilendirilmiş laboratuvar bulunmaması durumunda akredite laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilir. Liman/tersane içerisinden sediment örneği alabilmek için TS ISO 5667-12, deniz içerisinden sediment örneği alabilmek için ise TS ISO 5667-19 standartlarına uygun bir şekilde numune alınması işlemi gerçekleştirilmelidir (Çevre Referans Laboratuvarı Şube Müdürlüğü, 2021).

TS ISO 5667-12 kıyı yapıları, nehirler, göller ve nehir ağzı alanlarında dip çökeltilerinden numune almayı tanımlamak için hazırlanmıştır. TS ISO 5667-12 sedimentlerin jeolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile su ve çökelti ara yüzeyindeki biyolojik, mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi için numune alma kurallarını kapsar. Bu

standart nehirler, göller, nehir ağızlarında ve kıyı yapıları içerisinde yapılması planlanan dip tarama projesi öncesinde numune alma işlemleri sırasında kullanılır. Standart içerisinde numune alma stratejisi, numune alma yer seçimi, numune alma noktası seçimi, numune alma zamanı, numune alma işlemleri esnasındaki uygun meteorolojik koşullar ve hidrolojik koşullar, numune alma ekipmanları, numune alma prosedürü, numunelerin saklanması-taşınması-stabilizasyonu ve numune tanımlama-kayıt işlemleri tanımlanmıştır (Çevre Referans Laboratuvarı Şube Müdürlüğü, 2021).

Numune örnekleri yetkili laboratuvara taşınana kadar plastik numune kaplarında veya petri kaplarında muhafaza edilebilirler. Tarama malzemeleri numunelerinin hem fiziksel hem de kimyasal bir değişim yaşamaması için dondurulması uygun olabilir. Bunun sebebi numunenin yetkili laboratuvara taşınması sırasında çalkalama veya titreşim gibi unsurlardan etkilenerek fiziksel yapısında bozulmanın önüne geçmektir. Ayrıca, tarama malzemesi içerisinde bulunabilecek mikro yapıdaki canlıların numunenin kimyasal yapısında değişime neden olabileceği de göz önünde bulundurulduğunda numuneyi bozulmadan muhafaza etmek için numunenin dondurulması uygun bir yöntemdir.

3.4. Tarama Malzemesinin Biyolojik Olarak Tanımlanması

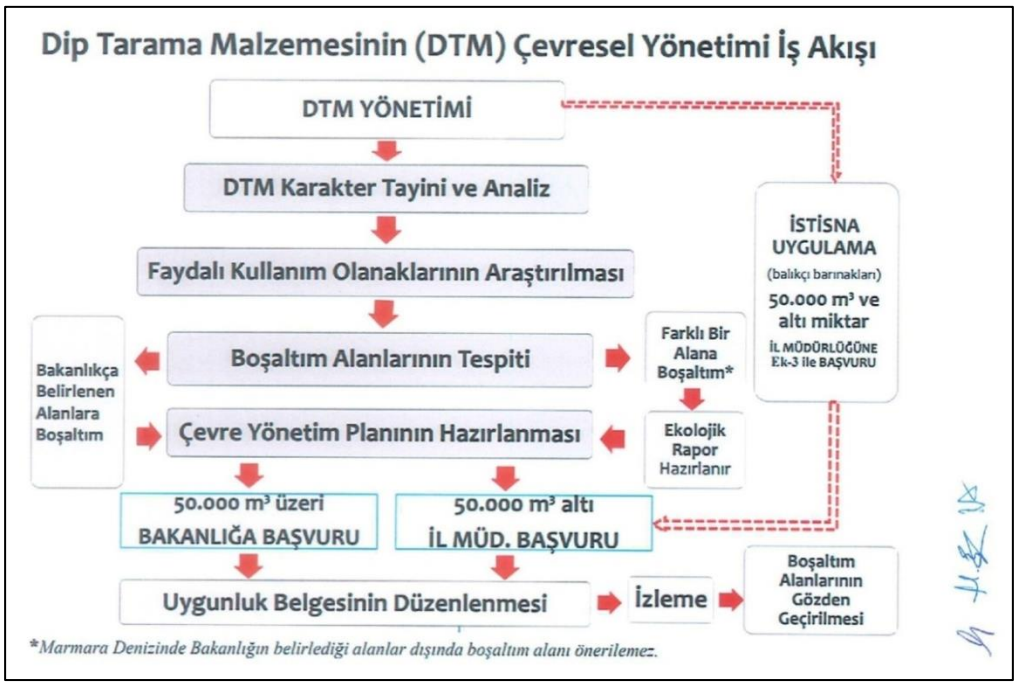
Biyolojik nitelendirme tarama malzemesine fiziksel ve kimyasal tanımlama süreçlerinin sonlanması ve sonuçlarının incelenmesi sonucunda değerlendirmelerin yetersiz kaldığı düşünülürse gerçekleştirilir. Bu kapsamda birçok test tekniği bulunmakta olup test teknikleri hakkında ülkemizde yeterli bilgi bulunmadığından ve çok fazla kullanılmadığından Avrupa ülkelerinin başvurduğu standartlara ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı standartları dikkate alınmaktadır. Biyolojik testlerin uygulanmasının amacı DTM'nin toksikliğini ve biyokümülatif özelliklerini belirlemektir (Demirbaş, 2016). Özellikle tarama malzemesinin yönetimde faydalı kullanım seçenekleri değerlendiriliyorsa tarama malzemesinin faydalı kullanım kapsamında kullanılacak ekosistem üzerindeki potansiyel biyokümülatif etkileri ve malzemedeki toksin seviyesini değerlendirmek önemlidir. Kullanımı yaygın olan biyolojik testler şu şekildedir (Demirbaş, 2016):

- Toksiklik Biyoanalizi: Biyoanaliz, genellikle kan, plazma, doku özütleri gibi belirli bir biyolojik numunede ilgilenilen bir maddenin tanımlanmasını ve miktarının belirlenmesini içerir.
- Toksiklik Tanılama Değerlendirmesi (TIE): Toksisiteye neden olan etkenleri izole eden, tanımlayan ve doğrulayan sahaya özgü bir çalışmadır. TIE, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından yayımlanan prosedürlere göre yürütülür (USEPA and USACE, 2007).
- Biyo-Belirteçler: Biyobelirteçler biyolojik işlevler üzerindeki kimyasal etkilerin organizmalı seviyelerde gözlemlenen göstergeleridir (White vd., 1996).
- Mikrokosma Deneyleri: Mikrokozmoslar, kontrollü koşullar altında doğal ekosistemlerin davranışlarını simüle etmek ve tahmin etmek için kullanılan yapay, basitleştirilmiş ekosistemlerdir. Açık veya kapalı mikrokozmoslar, ekologların doğal ekolojik süreçleri incelemeleri için deneysel bir alan sağlar (Eller vd., 2005).
- Mezokozmos Deneyleri: Mezokozmos doğal çevreyi kontrollü şartlarda inceleyen açık hava deney sistemidir. Mezokozm çalışmaları, saha araştırmaları ile yüksek kontrollü laboratuvar deneyleri arasında bir bağlantı sağlar (Lekunberri vd., 2010).

Yukarıdaki testler tarama malzemesinin biyolojik koşullarını ve tarama malzeme içerisindeki kirleticilerin biyoyararlılığını değerlendirir.

4. TARAMA MALZEMESİNİN DENİZE BOŞALTIMI

ÇŞİDB tarafından yayımlanan ‘‘Dip Taraması ve Boşaltım Faaliyetleri Uygulama ve Yetki Devri Genelgesi’’ konulu genelgede tarama malzemesinin çevresel yönetimi kapsamında denize boşaltım yönetimlerini, boşaltım alanları tanımlamıştır. Şekil 4.1’de DTM’nin çevresel yönetimi iş akım şeması verilmiştir.



Şekil 4.1. Dip tarama malzemesinin çevresel yönetimi iş akım şeması (ÇŞİDB, 2020b)

Dip tarama projelerinde öncelikle tarama yapılacak alanın büyüklüğü ve derinlikleri belirlenir. Sonrasında alandan yeterli sayıda numune alınarak, numunelere Cd, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg ve Toplam PCB parametrelerinde analizler yaptırılır. DTM’nin denize boşaltılabilmesi için DTMÇYY içerisindeki seçilen deniz sınır değerlerini aşmaması gerekmektedir (ÇŞİDB, 2020a). DTMÇYY ekinde verilen DTM’nin denize boşaltımında uygulanan sınır değerler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2’de DTM’nin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler verilmiş olup parametrelerden herhangi birinin üst sınır değeri aşması durumunda DTM’nin deniz ortamına boşaltılması yasaklanmıştır. Tarama malzemesinin denize boşaltılamaması gibi bir durumda çevresel yönetimi açısından faydalı kullanım veya bertaraf seçeneği değerlendirilmelidir. ÇŞİDB tarafından belirlenen boşaltım alanları haricinde bir deniz alanına boşaltım işlemi

planlanıyorsa; faaliyet sahibi tarafından boşaltım yapmak istedikleri alanla ilgili ekolojik rapor hazırlattırılarak, Dip Tarama Çevresel Yönetim Planı ile beraber ÇŞİDB'na sunulur. Yetkili merciinin izin vermesi halinde Bakanlığın belirlediği alan haricinde denize boşaltım gerçekleştirilebilir.

DTM'nin karakter tayini ve analizi süreci tamamlandıktan daha sonra tarama malzemesi denize boşaltıma uygun ise liman-tersaneye en uygun boşaltım alanı seçilerek ilk izleme çalışmaları gerçekleştirilir.

4.1. Boşaltım Alanlarının Özellikleri

ÇŞİDB tarafından ‘‘Dip Taraması ve Boşaltım Faaliyetleri Uygulama ve Yetki Devri Genelgesi’’ içerisinde belirtilen boşaltım alanları; Karadeniz'de 31 adet, Marmara denizinde 6 adet, Akdeniz'de 13 adet ve Ege denizinde 9 adet olmak üzere toplam 59 adettir (ÇŞİDB, 2020b).

Boşaltma işlemleri, özellikle rekreasyon veya ticari bölgelerin yakınında gerçekleştiğinde çevreye zarar verebilir. Boşaltım işlemi, deniz besin zinciri için önemli olan bentik organizmalar üzerinde geri dönüşü olmayan biyolojik etkilere neden olabilir veya ağır metaller ve hidrokarbonlar gibi önemli kirleticilerin salınmasına yol açabilir. Taranmış malzemenin dökülmesine ilişkin iznin verilebileceği koşulları tanımlamak amacıyla, deniz çevresinin ve insan sağlığının korunmasına ilişkin olarak söz konusu malzemenin fizikokimyasal özelliklerinin ve toksisitesinin değerlendirilmesine yönelik bir süreç izlenmeli ve bu sürece paralel olarak etkilenebilecek olanaklar ile ekonomik ve ticari insan faaliyetleri de dikkate alınmalıdır (Kapsimalis vd., 2010).

TÜBİTAK, Ortadoğu Teknik Üniversitesi (Deniz Bilimleri Enstitüsü) ve İstanbul Üniversitesi (Deniz Bilimleri Enstitüsü) akademisyenleri beraber çalışarak “Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi (DİPTAR)” projesini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin kıyı ve deniz alanlarındaki döküm sahalarının seçimi temel olarak şu ilkelere dayanmaktadır; sınırlı alana sahip olmalı ve çeşitli toksik olmayan jeokimyasal özelliklere sahip taranmış malzemelerin bertarafından en düşük düzeyde etkilenecek hidro-dinamik, tipolojik ve biyo-jeo-kimyasal özelliklere haizdir (Tan vd., 2015).

Türkiye'yi çevreleyen kapalı denizler farklı hidrografik, biyolojik ve jeokimyasal özelliklere sahiptir. Ayrıca, taranan malzemeler farklı jeokimyasal özelliklere ve farklı kökenlerden gelen çeşitli kimyasal kirleticilere sahip olabilir. Bertaraf sahalarının seçiminde yukarıdaki gereklilikleri sağlamak amacıyla şu kriterler dikkate alınmıştır: Toksik olmayan taranmış malzemelerin toplam hacmi ve jeo-kimyasal özellikleri, boşaltım alanı ile kıyılar arasında en az 1 mil mesafe bulunması, boşaltım alanının üst katmanın hidrodinamik olması, bölgede balıkçılık yapılmamasına, dip suyunu oksijenli tutacak kadar güçlü olması (kısa yenilenme süresi), sedimentlerin su kolonundaki dağılımını azaltmak için toplam derinliğin 250 m'den az olmasının tercih edildiği yerlerde en az 3 mil mesafe kriteri dikkate alınarak boşaltım alanları belirlenmiştir (Tan vd., 2015).

4.2. Dünya'da Tarama Malzemesinin Denize Dökülmesine Bakış Açısı

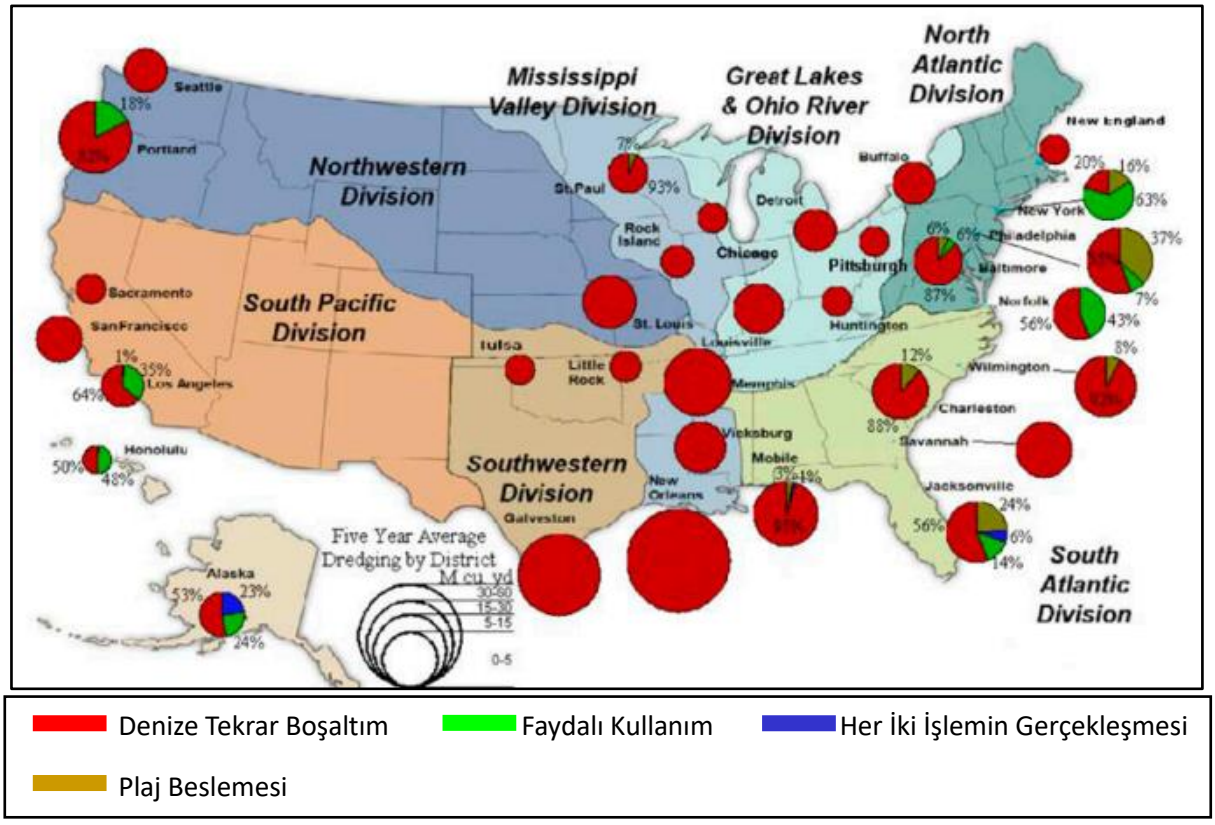
Dünya genelinde liman-tersane-barınak alanlarından, su kanallarından ve nehirlerden her yıl milyonlarca metreküp sediment malzemesi taranmakta olup genellikle boşaltım yöntemiyle yönetilmektedir. DTM'nin yönetimi dünya genelinde ciddi bir sorundur. Dünya genelinde DTM genellikle atık olarak değerlendirmektedir, oysa 21. yüzyılda DTM küresel bir kaynak olarak görülmelidir (Bose and Dhar, 2022). DTM'nin suyolları aracılığıyla taşınması oldukça kolaydır, böylece taranmış malzemeler işlenmemiş kaynaklara değerli bir alternatif olarak kullanılabilir. Sediment malzemelerin potansiyel kullanımı, küresel sürdürülebilir kalkınmada önemli bir rol oynayan çevresel, toplumsal ve ekonomik faydalara sahiptir. DTM dünya çapında su kütlelerinde biriken alternatif bir kaynak olarak düşünülmekte olup kaynak kullanıma ilişkin yeni yollar bulunmaya çalışılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri bakış açısı

Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Mühendisler Birliği'ne (USACE) göre, 2008-2012 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki suyolları ve kanallardan çıkarılan yıllık ortalama DTM miktarı yaklaşık 152 milyon m^3'tür. Taranan malzemelerin %95'inden fazlası, uygun yerlere yerleştirildiği takdirde verimli bir şekilde kullanılabilecek temiz ve uygulanabilir bir kaynak olarak değerlendirilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde tarama işlemleri400'den fazla limanı, 200'den fazla derin su limanını ve 25.000 mil (40.234 km) kanalı kapsamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri

içerisindeki çoğu bölgede taranan malzemelerin sadece %10'u yeniden kullanılmış, %90'ı denize boşaltılmıştır. Şekil 4.2'de ABD'de DTM'nin yönetiminde en yaygın uygulama yöntemler verilmiş olup USEPA tarafından onaylanan uygun sahalarda okyanus sularına boşaltılmasıdır (Solanki vd., 2023).



Şekil 4.2. ABD dip tarama malzemesi yönetimi (Solanki vd., 2023)

ABD'de DTM'nin çevresel yönetimi genel olarak denize boşaltım olarak gerçekleşmekte olup ABD'de DTM'nin faydalı kullanım uygulamalarını kapsamlı veya sistematik olarak kaydeden sadece birkaç akademik inceleme bulunmaktadır. DTM'nin faydalı kullanımını teşvik etmek, ABD'de ve küresel toplumda çevresel açıdan daha sürdürülebilir çözümler elde etmek için çalışmalar gerçekleşmektedir (Solanki vd., 2023). Çizelge 4.1'de, Amerika Birleşik Devletleri'nde DTM'nin işletilmesini ve yönetimini düzenleyen ve DTM'nin oluşumuna katkıda bulunan faaliyetleri yöneten ilgili federal ve/veya eyalet düzeyindeki politikaları özetlemektedir.

Örneğin, Temiz Su Yasası (CWA) hem kirleticilerin sulara deşarjının idaresini desteklemek hem de yüzey sularının kalitesini düzenlemek için temel dayanağı oluşturmaktadır. Ulusal Çevre Politikası Yasası (NEPA), tüm federal kurumların çevreye ve biyosfere verilen zararı

ortadan kaldırmak için önerilen herhangi bir eylemi (örneğin nehirlerden malzeme taranması) gerçekleştirmeden önce çevresel etkileri değerlendirmesini gerektirir (Solanki vd., 2023).

Çizelge 4.1. ABD'de taranmış malzemeye ilişkin politikalar (Solanki vd., 2023)

Politikaların Adı	Tanımı
Temiz Su Yasası (CWA)	Hem kirleticilerin sulara deşarjının idaresini desteklemek hem de yüzey sularının kalitesini düzenlemek için temel dayanağı oluşturur.
Ulusal Çevre Politikası Yasası (NEPA)	Tüm federal kurumların çevreye ve biyosfere verilen zararı ortadan kaldırmak için önerilen herhangi bir eylemi (örneğin nehirlerden malzeme taranması) gerçekleştirmeden önce çevresel etkileri değerlendirmesi ile ilgilidir.
Nesli Tehlike Altındaki Türler Yasası (ESA)	Tehdit ve tehlike altındaki türleri (ör. bitkiler ve hayvanlar) ve yaşam alanlarını korumayı amaçlayarak, deniz dibinden veya sulak alanlardan malzeme tarama gibi insan faaliyetlerinin türlerin ve yaşam alanlarının hayatta kalmasına yönelik tehditlere neden olmamasını amaçlar
Kaynak Koruma ve Geri Kazanım Yasası (RCRA)	Sivilleri ve doğal çevreyi bu tür atıkların potansiyel tehlikelerinden korumak ve atık yönetiminin uygun bir şekilde yapılmasını sağlamak için kentsel ve endüstriyel atıkların bertarafını düzenler
Toksik Maddeler Kontrol Yasası (TSCA)	Yeni veya halihazırda mevcut kimyasalların piyasaya sürülmesini düzenler (atıkların taşınması, nakliyesi ve bertarafı ile ilgili olarak).
Kıyı Bölgesi Yönetim Yasası (CZMA)	Kıyı bölgesi yönetim planlarının geliştirilmesi ve uygulanması.

Almanya bakış açısı

Hamburg Teknoloji Üniversitesi (TUHH), Çevre Teknolojisi ve Enerji Ekonomisi Enstitüsü görevlileri Alexander Scheffler, Thomas Rothand Wolfgang Ahlf tarafından ‘‘Belirsizlik Altında Sürdürülebilir Karar Verme: Taranmış Malzeme Yönetiminde Bir Vaka Çalışması’’ adlı çalışmada Almanya’nın Lübeck şehrinde bakım taramaları sonucunda oluşan DTM’nin yönetimi hakkında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Lübeck şehri Almanya'nın kuzeyinde yer almaktadır ve Trave nehri üzerinden Lübeck Körfezi'ne bağlanmaktadır. Diğer tüm limanlarda olduğu gibi Lübeck'te de çevresel tarama çalışmaları yapılmakta ve bunun sonucunda uygun yönetim çözümleri gerektiren az ya da çok kirlenmiş tarama malzemesi ortaya çıkmaktadır. Lübeck Limanı’nda 1986'dan 2011'e kadar yaklaşık 2,1 milyon m^3 sediment taranmıştır (Scheffler vd., 2014).

1986'dan 2011'e kadar sadece 5.000 m^3 DTM önemli ölçüde kirlenmiş olarak belirlenmiş ve kapalı bertaraf sahalarına taşınmıştır. Lübeck şehrinde bakım taramaları sonucunda oluşan DTM’sine gerekli analizler yaptırılarak denize boşaltım, faydalı kullanım ve bertaraf

seçeneklerinden biri seçilerek çevresel yönetimi gerçekleştirilmektedir. Alexander Scheffler, Thomas Rothand Wolfgang Ahlf tarafından yapılan araştırmada faydalı kullanım seçeneklerine yönelinmesi gerektiği belirtilmiş olup faydalı kullanım seçeneklerinin çevresel, sosyal, ekonomik ve ekolojik etkileri değerlendirilmiştir. Oluşan DTM'nin kuş türlerinin üreme alanı olarak insan yapımı adaların oluşturulması şeklinde habitat geliştirmede kullanımın gelecekteki bir seçenek olduğu düşünülmüştür (Scheffler vd., 2014).

Hollanda bakış açısı

Hollanda, bazı büyük nehirlerin deltasında yer alan yoğun nüfuslu ve sanayileşmiş bir ülkedir ve bu da sık dip taraması yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Su yollarının taranması ekonomi, ekoloji ve su yönetimi için hayati önem taşımaktadır. Her yıl 30-35 milyon metreküp, kısmen kirlenmiş, taranmış malzemenin çıkarılması gerekmektedir (Hakstege and Laboyrie, 2002). Bunun ana nedeni suyollarının deniz taşımacılığı ve su tahliyesi için bakımının yapılmasıdır.

Hollanda çevre politikalarına göre DTM'nin yönetiminin tercih sırası şöyledir: kıyıya-denize tekrar boşaltım, doğrudan yeniden kullanım ve faydalı kullanım, son olarak kapalı bertaraf sahalarında bertaraftır. Taranan malzemelerin çoğu temiz veya az kirli olup denizde, yüzey suyunda veya karada yeniden konumlandırılmaktadır. Şimdiye kadar sadece küçük miktarlarda taranmış malzeme, çoğunlukla kum ayrıştırma yoluyla, inşaat malzemelerine dönüştürülmüştür (Hakstege and Laboyrie, 2002).

İrlanda bakış açısı

Avrupa'nın kuzey batısında yer alan Büyük Britanya ya da Avrupa anakarasıyla kara bağlantısı bulunmayan İrlanda Cumhuriyeti'nde uluslararası ticaretin neredeyse tamamı deniz taşımacılığı yoluyla gerçekleşmekte olup bu nedenle İrlanda Cumhuriyeti çok sayıda limana ve tersaneye sahiptir. Denizde bertaraf, tarihsel olarak hem İrlanda'da hem de uluslararası alanda, özellikle ince taneli DTM için en yaygın yöntemdir. Bu yaklaşım uzun süredir devam eden uygulamalara ve DTM için faydalı bir kullanımın belirlenmesi ve uygulanmasına kıyasla nispeten daha kolay olmasına dayanmaktadır (Sheehan and Harrington, 2012b).

Tarama malzemesinin faydalı kullanımına yönelik son dönemdeki kayda değer projeler, İrlanda'daki tarama projeleri için önerilen yenilikçi tarama malzemesi yönetim teknikleri sunmuştur. Tarama malzemesinin daha faydalı kullanımını teşvik etmek ve İrlanda için denizde bertarafı en aza indirmek için çevresel krediler, vergi indirimleri ve pilot programlar için bir hibe sistemi de dâhil olmak üzere öneriler sunulmuştur. İrlanda'da taranan malzemenin yaklaşık %20'si faydalı olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Sheehan and Harrington, 2012b).

Baltık Denizi'ne kıyısı olan ülkelerin bakış açısı

Baltık Denizi'ne kıyısı olan ülkelerde taranmış malzemenin yönetimine ilişkin yasal ve pratik tavsiyeleri ele alan ‘‘Managing dredged material in the coastal zone of the Baltic Sea’’ adlı çalışmaya göre Baltık Denizi'ne kıyısı olan Estonya, Letonya, Litvanya, Polonya, Almanya, Danimarka, İsveç, Rusya ve Finlandiya taranan malzeme çoğunlukla denizde (Baltık Denizi) veya karada özel olarak belirlenmiş sahalarda depolanmaktadır. Ekonomik nedenlerden dolayı bu sahalar limanlara nispeten yakındır. Çevre dostu eğilimlere rağmen, Baltık Denizi bölgesinde taranmış malzemenin pratik uygulamaları çok sınırlı olduğu değerlendirilmekte ve denizde veya karada bertaraf edilmektedir (Staniszewska and Boniecka, 2017).

İspanya bakış açısı

İspanya'daki büyük limanlarda seyrüseferin sürdürülebilmesi için sedimentler periyodik olarak taranmaktadır (Guerra, 2004). Taranan DTM faydalı kulanım yöntemleri ile değerlendirilmeye çalışılıyor. İspanya'da Huelva Limanı'nda yapılan dip tarama çalışmalarını inceleyen Pedro Garcı´a Navarro'nun çalışmalarına göre limandan çıkarılan taranan malzemeleri hapsetmek için kapalı alanlar kullanılmıştır. Güney rıhtımını inşa etmek için bu birikintilerin oluşturduğu arazi kullanılmıştır. Huelva'da, taranan kumlu çamur, kıyılardaki bataklık zemine dökülerek, şu anda şehrin alt kısmı ve endüstrisi tarafından işgal edilen geniş yüzey alanları oluşturulmuştur. Çevresel konulara ilişkin artan endişe, bu malzemelerin bertaraf edilme biçiminde değişiklikler yapılmasına yol açmıştır (Navarro, 2010).

İspanya'da taranan malzemenin çevre dostu bir şekilde yönetilmesi için başlangıçta 'kapatma' olarak bilinen bir teknik kullanılmaya çalışılmıştır. Kıyıdan bir mesafe belirlenerek duvar inşa edilmiş, deniz alanın bir kısmı duvar ve kıyı arasında bırakılmıştır. Bu kapalı deniz alanı

zamanla liman bölgesinden çıkarılan tarama malzemesi ile doldurulmuştur. Saha dolup mühürlendikten sonra, saha üzerine liman alanı inşa edilmiştir. Şekil 4.3'de İspanya Huelva Limanı'ndan çıkan tarama malzemesinin bertaraf edildiği ve bertaraf sahasının limana dönüştüğünü gösterir görseller verilmiştir (Navarro, 2010).



Şekil 4.3. İspanya Huelva Limanı tarama malzemesi yönetimi (Navarro, 2010)

Yukarıdaki araştırmaları, çalışmaları ve yönetmelikleri genel olarak değerlendirdiğimizde DTM'nin yönetimi dünya genelinde ciddi bir sorundur, bu sorunu çoğu ülke DTM'yi tekrar denize boşaltarak bertaraf ederek çözmeye çalışmıştır. Fakat, Dünya genelinde çevresel konulara ilişkin artan endişe ile DTM'nin denize tekrar boşaltılarak yönetiminin gerçekleştirilmesinin çok çevresel bir aktivite olmadığı kanaatine varılarak Dünya genelinde tarama malzemesinin faydalı kullanımın nasıl gerçekleştirilebileceğine dair araştırmalar ve çalışmalar yapılmıştır.

5. TARAMA MALZEMESİNİN FAYDALI KULLANIMI

Dip tarama faaliyeti doğal olmayan bir olay olarak tanımlanabileceği için yerel çevreyi doğal olarak rahatsız eder. Ancak bu potansiyel olumsuz etki, tarama işleminden elde edilen sosyal, ekonomik veya çevresel fayda ile dengelenmektedir (Sheehan and Harrington, 2012a). DTM hem bir kaynak olarak değerlendirilebilmesi hem de ekonomik değeri olmasından faydalı kullanım yöntemleri ile yönetilmesi teşvik edilmeli ve ulusal-uluslararası mevzuatlarda bu kapsamlarda değişiklikler yapılması gerekmektedir.

Dip tarama projelerine potansiyel olarak getirilebilecek kısıtlamalar, denizde bertaraf etmeye yönelik uygulanabilir alternatiflerin daha fazla dikkate alınması gerekliliği yoluyla DTM'nin faydalı kullanım uygulamasını artırabilir. DTM'nin faydalı kullanımının bu şekilde değerlendirilmesini ve uygulanmasını artırmak için en uygun yaklaşım, daha fazla yasal-ekonomik önlemler ve eylemler getirmektir (Vellinga, 2002).

DTM'nin faydalı kullanım yöntemleri mühendislik kullanımı, çevresel iyileştirme kullanımı ve ürün üretiminde kullanımı olarak üçe ayrılabilir. Mühendislik kullanımında sahil iyileştirme/kumsal besleme, arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı, katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası, kıyı koruma işlemleri ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir. Çevresel iyileştirme kullanımında, sulak alan oluşturma/iyileştirme, karasal yaşam alanı oluşturma/iyileştirme, terk edilmiş maden ocağı dolgusu ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir. Son olarak ürün üretiminde kullanımı ise beton üretimi, karayolunda dolgu malzemesinde kullanımı, seramik ve tuğla üretiminde kullanılması ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir.

DTM'nin faydalı kullanımı mühendislik kullanımı, çevresel iyileştirme kullanımı ve ürün üretiminde kullanımı olarak yönetimine ait ayrıntılı bilgiler aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

5.1. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Mühendislik Kullanımı

Mühendislik kullanım yöntemlerinde sahil iyileştirme/kumsal besleme, arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı, katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası, kıyı koruma

işlemleri ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir. Çizelge 5.1.'de mühendislik faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu verilmiştir.

Çizelge 5.1. Mühendislik faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu (USACE, 1987; Burt, 1996; USEPA and USACE, 2007; Murray, 2022; Esen vd., 2014; Demirbaş, 2016; Gökçe ve Özcan, 2018)

Mühendislik Kullanım Çeşidi	Dip Tarama Malzemesinin Özelliği									
	Kirlenmemiş	Kirlenmiş	Denizden Çıkarılmış Malzeme	Tatlı Sudan Çıkarılmış Malzeme	Yumuşak Kil	Kum ve Yumuşak Kil Karışımı	Kum-Silt Karışımı	Sert Kil	Çakıl-Kum Karışımı	Kaya
Sahil İyileştirme/Kumsal Besleme	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	●
Arazi Oluşturma/Dolgu Alanı Oluşturma/Arazi Islahı	✓	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Katı Atık Bertaraf Sahalarında Dolgu Örtü Tabakası	✓	●	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
Kıyı Koruma İşlemleri	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓

(✓: uygun, ●: kısmen uygun, -: uygun değil)

5.1.1. Sahil iyileştirme/kumsal besleme

Kıyılarda doğal kum miktarındaki yetersizlikten dolayı erozyon problemleri meydana gelmektedir. Erozyon problemine çözüm olarak erozyon gerçekleşmiş kıyılara, kıyının fiziksel özelliklerine benzer kum-çakıl veya kaya getirilerek yerleştirilmesi ile çözülmeye çalışılır. Bu işlemin gerçekleştirilmesine ise sahil iyileştirme/kumsal besleme denilmektedir (CERC, 1984).

Faydalı kullanım kapsamındaki sahil iyileştirme/kumsal besleme ise tarama malzemesinin erozyona uğramış bölgeye taşınarak, yerleştirilmesidir. Bu işlem gerçekleştirilmeden önce kıyı şeridini içerisinde bulunan malzemenin ve tarama malzemesinin fiziksel-kimyasal özellikleri tespit edilmelidir. Daha sonrasında fiziksel özelliklerinin birbirine uyumlu olduğu

değerlendirilmelidir. Diğer bir değişle benzer yapıya sahip olmalı ve sahilin/kumsalın estetik görüntüsü bozulmamalıdır.

Sahil iyileştirme/kumsal besleme projelerinde kullanılabilecek en uygun DTM, elek analizlerine göre kum ve çakıl içeriği yüksek olandır. Kil ve silt içeriği bu projeler için uygun olarak değerlendirilmemektedir. Nedeni ise kil ve silt içeriği yüksek DTM çamurlu bir yapıya sahip ve su tutma kapasitesi yüksek malzemelerdir. Sahil ve kumsal yapısından farklı olan kil ve silt içeriği yüksek tarama malzemesinin sahil iyileştirme/kumsal besleme kapsamında kullanılması uygun değildir. Ayrıca, DTM kirlilik içermemelidir (Demirbaş, 2016).

Sahil iyileştirme/kumsal besleme projelerinde çevresel açıdan ve ekonomik yönden en önemli faktör tarama projesi gerçekleştirilecek alan ile sahil iyileştirme/kumsal besleme gerçekleştirilecek alan arasındaki coğrafi mesafedir. Çünkü tarama malzemesinin taşınması sırasında gerçekleştirilecek nakliye işlemi sırasında petrol veya petrol türevi yakıt kullanılacak olup yakıt tüketiminin artması ekonomik kriteri belirleyecektir. Ayrıca ne kadar çok yakıt kullanılırsa o kadar çok egzoz emisyonu oluşumu gerçekleşecek ve bu durum ise çevresel değerlendirme faktörünü belirleyecektir.

Sahil iyileştirme/kumsal besleme projelerinin de her projede olduğu gibi artı ve eksik yönleri bulunmaktadır. Artı yönleri açısından değerlendirdiğimizde; taşkınların-sahil erozyonun engellenmesinde ve kontrol altında tutulmasına yardımcı olur, sahil bölgesi oluşturarak turizmi destekler, dalgakıran-su duvarları inşası gibi ağır mühendislik çözümleri yerine hafif mühendislik yaklaşımı sağlar. Eksi yönleri açısından değerlendirildiğinde; yerel dalga iklimini ve sahil erozyon ihtimallerinin değerlendirilmesi için teknik analizler gereklidir, proje kapsamında sahile ait benzer olmayan DTM kullanılması durumunda estetik görünüşün bozulmasına sebebiyet verir (Demirbaş, 2016).

5.1.2. Arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı

Arazi oluşturma, dolgu alanı oluşturma ve arazi ıslahı işlemleri birbirine benzeyen işlemler olmakla beraber belirlenen alanının DTM ile doldurulması ve yükseltilmesi işlemlerini içerir. Bu işlemler sırasında genel olarak kaba malzemeler, kumlar ve çakıllar içeren tarama malzemesi kullanılır. Bunun başlıca nedeni, silt ve killerin uzun bir süre boyunca pekişmesi

ve arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı işlemleri sırasında temel yapısının sağlamlığı için uygun değildir (Burt, 1996).

İri taneli malzeme olarak tanımlanan çakıl ve kaya parçaları yüksek teknik özellikleri sebebiyle genellikle her türdeki alanda kullanımı uygundur. İri taneli malzemelerin yük taşıma kapasitesi yüksek olduğundan kullanılacağı alan üzerine yapılar eklenebilir. Ancak ince taneli malzeme olan kum ve daha küçük çakıl parçalarının kullanılması durumunda alanın taşıyacağı yük kapasitesi için tarama malzemesinin fiziksel özelliklerinin daha detaylı analizleri gerçekleştirilmelidir. Daha ince malzeme olan silt ve killi malzemelerin, kuruma ve oturma için daha uzun süreye ihtiyacı olacağından mukavemet düşük olabilir, bu ise tarama malzemesinin, yeni oluşturulan alanda kendi yükü dışında yükleri düşük olan park veya diğer kara kullanımları gibi kullanımlarla sınırlar (Demirbaş, 2016).

Osaka Güney Limanı'nın (Japonya) geliştirilmesiyle ilgili ıslah çalışmasından bir ders çıkarılmalıdır. Islah maliyetinin mümkün olduğunca düşük tutulması gerektiğinden, dolgu malzemesi olarak kanal ve rıhtım alanlarından taranan malzemenin kullanılmasına karar verilmiştir. Islah edilen alanda orijinal zemin çok yumuşak alüvyonlu kil tabakasından oluşmaktaydı. Islah edilen alanda orijinal zemin 15-20 m kalınlığında çok yumuşak bir alüvyonlu kil tabakasından oluşuyordu ve bunun üzerine ıslah için daha yumuşak olan taranmış kil yerleştirilmiştir. Bu durum ciddi çökme ve yetersiz taşıma kapasitesi sorunlarını beraberinde getirmiştir. Islahın yaklaşık 100 hektarlık kısmında yapılan iyileştirme çalışmaları ile mükemmel sonuçlar elde edilmiştir ancak bazı kısımlarında çökmeler ve bozulmalar gerçekleşmiştir (Ohnishi and Sasaki, 1990).

Arazi oluşturma/dolgu alanı oluşturma/arazi ıslahı projelerinin, her projede olduğu gibi artı ve eksi yönleri bulunmaktadır. Artı yönleri açısından değerlendirdiğimizde; yeni oluşturulmuş ya da ıslah edilmiş alanlar/araziler çeşitli sektörler için yatırımcılara alan oluşumu sağlayarak yatırımcıları teşvik eder, DTM'nin deniz içerisindeki boşaltım sahasına nakliyesi yerine faydalı kullanım alanına nakliyesi daha ucuza mal olabilir ve daha az egzoz emisyonu oluşumunu destekleyebilir, DTM'nin kullanılması doğal kaynakların/madenlerin kullanılmasını azaltır. Eksi yönleri açısından değerlendirdiğimizde; DTM'nin fiziksel içeriğine göre faydalı kullanım yöntemi sonucu oluşturulan alanın nihai kullanımı kısıtlı olabilir (örneğin; yumuşak bir zemin yapısı olabileceğinden üst yapılar inşa edilemez), alan

derinlikleri yüksek olan yerlerde dolgu işlemi uygulanamayabilir, arazi mülkiyetleri ile ilgili sorunlar meydana çıkabilir (Burt, 1996; Demirbaş, 2016)

5.1.3. Katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası

Ülkemizde genel olarak evsel nitelikli katı atıklar yerleşim bölgelerinden uzak olan alanlarda, düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmektedir. Düzenli depolama sahası içerisindeki atıklar yeterli hücre yüksekliğine ulaştığında bir ara örtü oluşturularak rahatsız edici unsurlar kontrol edilmesi amaçlanmaktadır (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2014). Ayrıca, atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra katı atık düzenli depolama sahasının üst örtüsü düzenli depolama tesisi sınıflarına ve tesisin kurulduğu bölgenin yağış özelliklerine göre uygun örtü malzemesi ile kapatılır. Örtü malzemesi ile kapatılan bertaraf sahası, bitki örtüsü ile kapatılarak görsel düzenleme de gerçekleştirilmiş olur (Gökçe vd., 2015).

Düzenli depolama sahaları ara örtülerinde ve son örtüsünde geçirgenlik azaltmak amacıyla killi malzemeler kullanılmaktadır. Dip tarama işlemleri sırasında çıkarılan killi ve siltli malzemeler ise düzenli depolama sahalarında örtü malzemesi olarak kullanılabilmesi için bir alternatif oluşturmaktadır.

DTM'nin düzenli depolama sahasında kullanılması açısından yapılan bir araştırmada; Teksas'ta düzenli depolama sahaları için geliştirilen bir kapatma tasarımında, katı atık düzenli depolama sahalarının killi taranmış malzeme ile kapatılarak geri kazanılmasına yönelik uygun maliyetli bir yöntem gösterilmiştir. Bu tasarımda, atık depolama alanlarının yakındaki bir körfezde yapılan bakım taramasından elde edilen taranmış killi ve kumlu malzeme ile kapatılması ve tuza dayanıklı bitki türleri kullanılarak kapak üzerinde bitkisel bir tabaka oluşturulmasından oluşmaktadır. Laboratuvar silindir testleri, saha yeniden bitkilendirme testleri ve bilgisayar tabanlı taşıma modellemesinden oluşan bir araştırma metodolojisi, çeşitli kapatma alternatiflerinin etkinliğini değerlendirmek ve depolama sahası için nihai tasarım parametrelerini seçmek için kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, 0,61 m killi taranmış malzeme tabakası (düşük geçirgenlik tabakası) altında 0,31 m kumlu taranmış malzeme tabakasından (bitki örtüsü oluşturmak için üst toprak tabakası) oluşan bir kapağın, katı atık depolama alanlarının kapatılması için etkili bir bariyer olarak kullanılabileceğini ve atığın çevreden etkili bir şekilde izole edilebileceğini göstermiştir. Bu çalışmada geliştirilen

tasarım, atık özelliklerine, saha özelliklerine ve tesisin kapatma gereksinimlerine bağlı olarak küçük değişikliklerle diğer benzer katı atık sahalarına da uygulanabilir (Mohan vd., 1997).

DTM'nin üst örtü olarak kullanılması planlanıyorsa, tuza dayanıklı bir bitki örtüsü oluşturulabilir. Bunun sebebi ise düzenli depolama sahası üst örtü tabakasının estetik görünüş ve çevresel açıdan tekrar doğaya kazandırılması için bitki örtüsü ile kaplanmasıdır. Katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası genel olarak değerlendirildiğinde ara örtülerde kil ve/veya silt içeriği yüksek, tehlikeli atık özelliği taşımayan, tuz içeriği fark etmeksizin DTM'nin kullanılması uygun bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

5.1.4. Kıyı koruma işlemleri

Mühendislik uygulamaları açısından en riskli dallardan biri olan kıyı mühendisliği, çok çeşitli doğal etkenlerin ve bu etkenlerin etkileştiği deniz ortamında bir mühendislik yapısı inşa etmektir. Kıyı koruma çalışmaları, genel olarak karmaşık bir yapıya sahip kıyı bölgelerinde gerçekleştirildiğinden tasarımları zor olup iyi bir mühendislik deneyimi gerektirmektedir. Ülkemizde merkezi ve yerel yönetimler son yıllarda kıyı koruma işlemlerine önem verdikleri ve yatırımlar gerçekleştirdikleri gözlemlenmektedir (Kapdaşlı, 1996).

Kıyı koruma yapıları; kıyı çizgisi gerisini dalga etkilerine karşı korumak, kıyı çizgisi gerisindeki zemini tutmak ve kıyı çizgisini kararlı hale getirmek amacıyla öngörülen yapılardır. Klasik kıyı koruma yapılarının ortaya çıkardıkları olumsuz çevresel etkiler nedeniyle çağdaş kıyı mühendisliğinde yeni alternatif uygulama olanakları arayışı bulunmaktadır, bu arayışta temel yaklaşım yapının doğal koşullarla uyum içinde olmasıdır. En etkin, en uzun ömürlü, en hafif ve en estetik çözüm doğal kıyının kendisidir ve bu nedenle kıyı koruma yapıları bu doğal kıyı davranışı ile benzer davranışlara sahip olmalıdır (Kapdaşlı, 1996).

Kıyı koruma işlemleri için DTM kullanılması ile ilgili araştırmalar ve uygulamalar incelendiğinde, açık denizlerde banket (berm) oluşturma ve jeotüpler oluşturma en çok merak edilen ve geliştirilmeye çalışılanlar olmuştur (Demirbaş, 2016).

Banketler dalgaların taşıdığı sedimentlerin kıyı arkasında birikmesiyle oluşan yatay kısım olup banketler kıyıya yaklaşık olarak paralel uzanır ve uzun bir doğrusal eksene sahiptir.

Banketler, ağırlıklı olarak kaba taneli kum gibi malzemelerin düşük enerjili dalgalar tarafından birikmesiyle oluşur. Kıyıya yakın banketler kıyı şeritlerini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Temiz taranmış malzeme, kıyıya paralel su altı banketleri olarak yerleştirilebilir. Bu işlem kıyıya malzeme sağlar ve kıyıya doğru dalga hareketini azaltır (Pollock and Allison, 1993). Ayrıca, dalga hareketinin azaltılması ile kıyı koruma işlemi basit bir yöntemle gerçekleştirilmiş olur.

Bu faydalı kullanım yönteminde dip tarama alanının kıyı koruma işlemi gerçekleştirilebileceği alana yakınlığı, DTM ile kıyı yapısının fiziksel-kimyasal-biyolojik özellikleri değerlendirilmelidir. Banket oluşturma ile denizde boşaltma işlemleri birbirlerine benzemektedir. Fakat boşaltım işlemiyle tarama alanından uzaklaştırılan tarama malzemesinin kaynak kullanımını azaltmaya yardımcı olmamaktadır.

Jeotüpler ise pompalanan malzemeyi almak ve tutmak için tasarlanmış yüksek gerilme mukavemetli dokuma polipropilenden üretilen jeotekstildir. Jeotüpler içerisine doldurulan malzemenin gerekli yoğunluğu elde edilene kadar suyun ince gözeneklerden kaçmasına izin verir. Jeotüpler atıksu endüstrisinde susuzlaştırma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, jeotüpler hem karada hem de açık denizde yapılar oluşturmak için taranmış malzemeyi tutmak için de kullanılabilir. Jeotüp teknolojisi esas olarak bentleri yükselterek sel ve su kontrolü için kıyı yapılarında kullanılır (Sheehan and Harrington, 2012a).

Jeotekstillerin ilk kullanımları Florida’da sahil erozyon kontrolü için gerçekleşmiştir (Karadoğan, 2021). DTM, jeotüplere tarama aracıyla direkt doldurulabilir ya da depolama alanından jeotüpler içerisine de pompalanabilir (Demirbaş, 2016). Jeotüp oluşturmak, kıyılara paralel deniz banketleri oluşturma işlemi gibi kolay bir işlem olup banketlerden daha kalıcı ve uzun süre korunabilir bir yöntemdir.

Jeotüpler içerisinde her türlü DTM kullanılabilir. Jeotüpler, kıyı koruma işlemlerinde kullanılan taş dolgu yapılarına göre çevresel olarak değerlendirildiğinde daha ekonomik ve faydalı bir uygulamadır. Ayrıca, jeotüpler içerisinde kirlilik tutunmasını da sağlayarak ortamda kirlilik oluşmasını engelleyebilir.

Klasik kıyı koruma yapılarının yüksek yatırım maliyetleri ve negatif çevresel son yıllardaki araştırmaları ve çalışmaları daha sempatik, estetik, ekonomik ve çevreci yapı tipleri ve

kriterleri bulmaya yönlendirmiştir. Bu yeni yapı tipini "Düşük maliyetli çevreyi bozmayan kıyı yapıları" olarak tanımlayabiliriz (Mutlu vd., 1996).

Deniz banketleri ve jeotüpler ile kıyının doğal karakterine mümkün olduğunca uyan ve aktif dalga bölgesini değiştirmeyen yapı sistemleri oluşturulabilir. Hem daha çevresel hem de daha ekonomik bir işlem gerçekleştirilerek DTM'nin faydalı kullanımı da gerçekleştirilebilir.

5.2. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Çevresel İyileştirme

Çevresel iyileştirme yöntemlerinde sulak alan oluşturma/iyileştirme, karasal yaşam alanı oluşturma/iyileştirme, terk edilmiş maden ocağı dolgusu ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir. Çizelge 5.2.'de çevresel iyileştirme faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu verilmiştir.

Çizelge 5.2. Çevresel iyileştirme faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu (USACE, 1987; Burt, 1996; USEPA and USACE, 2007; Murray, 2022; Esen vd., 2014; Demirbaş, 2016; Gökçe ve Özcan, 2018)

Çevresel İyileştirme Yöntemleri	Dip Tarama Malzemesinin Özelliği									
	Kirlenmemiş	Kirlenmiş	Denizden Çıkarılmış Malzeme	Tatlı Sudan Çıkarılmış Malzeme	Yumuşak Kil	Kum ve Yumuşak Kil Karışımı	Kum-Silt Karışımı	Sert Kil	Çakıl-Kum Karışımı	Kaya
Sulak Alan Oluşturma/İyileştirme	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Karasal Yaşam Alanı Oluşturma/İyileştirme	✓	-	●	✓	●	✓	✓	✓	✓	✓
Terk Edilmiş Maden Ocaklarına Dolgu Yapılması	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-

(✓: uygun, ●: kısmen uygun, -: uygun değil)

5.2.1. Sulak alan oluşturma/iyileştirme

Sulak alanlar gelgit hareketleri, mevsimsel yağışlar veya yer altı su seviyelerinin değişimlerinden kaynaklı olarak suyla kaplı olan arazilerdir. Gelgit hareketleri sonucu toprağın doygunluğa ulaşması ile karasal ve sulak alanların özelliklerinin birleşmesi ile su canlıların oluştuğu bir alan oluşabilir, böyle olan alanlar ise tarama malzemesi ile oluşturulabilecek veya iyileştirilebilecek alanlar olarak değerlendirilir (Demirbaş, 2016). Son yıllarda, taranmış malzeme potansiyel bir kaynak olarak görülmeye başlanmış ve gelgit habitatlarının oluşturulması ve/veya iyileştirilmesi için kullanılmıştır (Bolam and Whomersley, 2005).

Sulak alan oluşturma/iyileştirme çalışmalarında DTM ile sulak alanın fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılarak uygunlukları değerlendirilir. Değerlendirmelerde DTM ile sulak alan uyumluluk sağlar ise yeni bir sulak alan oluşturma veya mevcut sulak alanın iyileştirilmesi gerçekleşebilir. Tarama malzemesi ile yöntemin uygulanacağı alanın özelliklerinin uyumlu olmaması halinde alandaki ekosistemin bozulmasına sebep olunabilir.

Bu faydalı kullanım yönteminde, tarama malzemesinin fiziksel içeriğinde kaya içeriği bulunmaması gerekmemektedir. Kil, silt, kum ve çakıl içeriğine sahip DTM kullanılabilir. DTM ile alanın uyumluluk sağlayabilmesi için ayrıntılı fiziksel ve özellikler incelenmelidir.

Sulak alan oluşturma/iyileştirme projelerinin, her projede olduğu gibi artı ve eksik yönleri bulunmaktadır. Artı yönleri açısından değerlendirdiğimizde; tehlikede olan ekosistem ve/veya habitatların korunmasına yardımcı olabilir, sel ve erozyon problemlerinin önüne geçerek sulak alan içerisinde popülasyon dengesinin kurulmasını destekleyebilir, DTM'nin deniz içerisindeki boşaltım sahasına nakliyesi yerine faydalı kullanım alanına nakliyesi daha ucuza mal olabilir ve daha az egzoz emisyonu oluşumunu destekleyebilir. Eksi yönleri açısından değerlendirdiğimizde; DTM'nin fiziksel, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gerekir, bu sebepten hem uzun süreli bir süreç hem de maliyetli bir işlem olarak değerlendirilebilir (Burt, 1996; Demirbaş, 2016). Bu yöntemin öncesinde ve tamamlanması ile belirli izleme sürelerinde alandaki biyolojik ve çevresel etkilerin incelenmesi gerekir. Bunun sebebi ise sulak alan oluşturma/iyileştirme işlemi sonrasında alanda bozulmalar ve iyileşmeler incelenmelidir.

5.2.2. Karasal yaşam alanı oluşturma/iyileştirme

DTM ile karasal yaşam alanı oluşturma veya iyileştirme kapsamında taranan malzemenin karakterizasyonu, saha seçimi, mühendislik, alternatiflerin maliyeti, sosyopolitik etkileri ve çevresel etkileri değerlendirilerek bataklık, ada ve benzeri alanlar oluşturulabilir/ iyileştirilebilir. Dünya genelinde bataklık oluşturma/iyileştirme diğer habitat geliştirme alternatiflerinden daha fazla ilgi görmüştür. Bu sebepten kaynaklı bataklık habitatların dikkatli bir şekilde planlanması, tasarlanması ve çoğaltılmasını sağlamak için teknikler geliştirilmiştir. Hem bataklık hem de karasal habitat geliştirme alternatiflerinin fizibilitesi çok sayıda saha ve laboratuvar çalışmasıyla belgelenmiştir. Ada habitatı oluşturma, taranmış malzemeyi bertaraf etmek ve yaban hayatı habitatı oluşturmak için standart bir tekniktir (Smith, 1979).

Bataklıklar, periyodik veya kalıcı su baskınına maruz kalan herhangi bir ot veya bitki topluluğu olarak kabul edilir. Tipik olarak bunlar gelgit tatlı su veya tuzlu su bataklıkları ve nispeten kalıcı olarak su altında kalan tatlı su bataklıklarıdır.

Bataklıklar genellikle son derece değerli doğal sistemler olarak kabul edilir ve gıda üretimi, balık ve yaban hayatı örtüsü, besin döngüsü, erozyon kontrolü, sel suyu tutma, yeraltı suyu şarjı ve estetik açısından önem taşır. Bataklık oluşturma, habitat geliştirme alternatifleri arasında en iyi anlaşılmış olanıdır ve maliyetleri tahmin etmek, bu sistemleri tasarlamak, inşa etmek ve sürdürmek için doğru teknikler geliştirilmiştir. Bataklık geliştirme uygulamasının açık ara en zor yönü uygun sahaların bulunmasıdır. Düşük enerjili, sığ su sahaları en cazip olanlardır; ancak düşük enerjili sahalara ulaşmak için uzun taşıma mesafeleri gerekiyorsa maliyet faktörleri önemli hale gelecektir. Buna ek olarak, bu habitatlar genellikle normal proje işletiminin üzerinde çok az bir maliyet artışıyla geliştirilebilir; bu durum, taranmış malzeme üzerinde yanlışlıkla kurulmuş olan yüzlerce bataklık tarafından kanıtlanmıştır (Smith, 1979).

Bu çalışma kapsamında incelenen Türkiye'deki liman ve tersanede yapılacak dip tarama işlemleri sonucu olarak ortaya çıkan DTM endüstriyel kirliliğe sahip olabileceğinden bataklık oluşturmak için uygun bir DTM değildir.

Taranmış malzemelerden oluşturulan adaların büyüklüğü birkaç metre kareden birkaç yüz dönüme kadar değişmekte olup genellikle kumlu ve kabuklu taranmış malzemeden oluşurlar.

Ada habitatları karasal topluluklar olarak kabul edilir, tamamen su veya sulak alanlarla çevrilidir, izolasyonları ve sınırlı yiyecek ve örtüleri ile ayırt edilirler. Yalıtılmış ve nispeten yırtıcı hayvanlardan arındırılmış olmaları nedeniyle, çok sayıda deniz ve su kuşu türü (martılar, sumrular, ak balıkçıllar ve pelikanlar) için yuvalama ve tüneme alanları olarak özel bir değere sahiptirler.

Taranmış malzemelerden yapılan adaların yuva yapan türler için önemi, büyüklük ve yaş arttıkça sıklıkla azalır çünkü daha büyük ve yaşlı adaların yırtıcıları destekleme olasılığı daha yüksektir. Bununla birlikte, izolasyon boyuttan daha önemlidir ve bu nedenle büyük izole adalar yuva yapan kuşlar için çok çekici olabilir (Smith, 1979).

Bu faydalı kullanım yönteminde, tarama malzemesinin fiziksel içeriği açısından her türlü tarama malzemesi kullanılabilir. Ayrıntılı olarak planlanması gereken husus ada yapısının tabandan en üst zeminine kadar katmanlarındaki tarama malzemesinin içeriğinin belirlenmesi gerekmektedir. Tarama malzemesinden ada yapımı projeleri çok büyük tarama projelerinde kullanılmaktadır. Bu sebepten böyle projelerde DTM'nin içeriğinin çeşitli olması beklenmektedir. Bu kapsamda, dip tarama işlemleri tarama bölgesinin içeriğine göre planlanmalı ve ada tabanına hangi DTM yerleştirilecek ise o malzemeyi içeren tarama bölgesinden başlanarak bir tarama planı hazırlanmalıdır. Ayrıca, oluşumu tamamlanmış bir adayı genişletmek amacıyla bir tarama malzemesi kullanılacak ise DTM ile alanın uyumluluk sağlayabilmesi için ayrıntılı fiziksel ve özellikler incelenmelidir.

Tarama malzemesinden ada oluşturma projelerinde, her projede olduğu gibi artı ve eksik yönleri bulunmaktadır. Artı yönleri açısından değerlendirdiğimizde; kolay bir yöntem olması, kritik yuvalama habitatlarının sayısına katkı sağlar, DTM ada etrafına eklenerek daha sonraki gerçekleştirilecek olan dip tarama işlemlerinde de kullanılabilir. Eksi yönleri açısından değerlendirdiğimizde; DTM'nin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gerekir, bu sebepten hem uzun süreli bir süreç hem de maliyetli bir işlem olarak değerlendirilebilir, ayrıca tarama malzemesinin yerleştirilmesi diğer yöntemlere göre daha zordur (Burt, 1996; Demirbaş, 2016). Bu yöntemin öncesinde ve tamamlanması ile belirli izleme sürelerinde alandaki biyolojik ve çevresel etkilerin incelenmesi gerekir. Bunun sebebi ise ada oluşturma işlemi sonrasında alanda bozulmalar ve iyileşmeler incelenmelidir.

5.2.3. Terk edilmiş maden ocaklarına dolgu yapılması

Tarama alanına yakın bulunan maden ocakları, dip tarama işlemlerinden elde edilen DTM'nin yerleştirilmesi için çok yararlı ve uygulanabilir yerlerdir. Bu yöntem daha zengin ekolojinin yaratılmasını da sağlayabilirler (Esen vd., 2014).

Maden sahası dolgusunda kullanılabilecek DTM'nin kirlilik durumu ile alakalı birden fazla yaklaşım bulunmaktadır. Mevzuat sınırları içerisinde hem kirlenmiş malzemenin de kirlenmemiş malzeme ile dolgu yapılabileceği belirtiyor (Demirbaş, 2016).

Çevresel faktörler ve canlıların sağlığı açısından değerlendirildiğinde maden sahaları açık sahalar olduğundan dolgu malzemesi olarak kirlenmemiş ve kum-kil-silt içeriği yüksek malzemenin kullanılması daha uygun olacaktır. DTM'nin nakliye masrafları ve nakliyenin çevresel etkileri proje için önemli faktörlerdir. Bu sebepten dolayı tarama gerçekleştirilecek alan ile ıslah edilecek maden sahasının birbirine yakın olması önemlidir (Demirbaş, 2016).

1997 ve 1999 yılları arasında Haliç Islah Projesi kapsamında, İstanbul'da Haliç dibinde biriken killi ve siltli dip çamuru temizlenmiştir. Proje kapsamında yaklaşık 5 milyon m^3 DTM borular yardımıyla Alibeyköy'de eski taş ocakları üzerine inşa edilen çamur barajlarına pompalanmıştır. Ülkemizde ilk defa gerçekleştirilen bu çalışma, ülkemizdeki diğer körfezlerde de gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Taş ocaklarına inşa edilen barajlarının kapasitelerinin sınırlı olması ve Haliç'te dip malzemesinin birikmesi döngüsel olarak devam etmesi nedeniyle, ilerleyen dönemde Haliç dip çamurunun yeniden taranması gerekecektir (Horoz vd., 2014).

5.3. Faydalı Kullanım Yöntemlerinden Ürün Üretiminde Kullanımı

Ürün üretiminde kullanımı yöntemlerinde beton üretimi, karayolunda dolgu malzemesinde kullanımı, seramik ve tuğla üretiminde kullanılması ve benzeri olarak çeşitlendirilebilir. Çizelge 5.3.'de ürün üretimi faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu verilmiştir.

Çizelge 5.3. Ürün üretimi faydalı kullanım çeşitleri ve dip tarama malzeme uyumluluğu (USACE, 1987; Burt, 1996; USEPA and USACE, 2007; Murray, 2022; Esen vd., 2014; Demirbaş, 2016; Gökçe ve Özcan, 2018)

Ürün Üretimi Yöntemleri	Dip Tarama Malzemesinin Özelliği									
	Kirlenmemiş	Kirlenmiş	Denizden Çıkarılmış Malzeme	Tatlı Sudan Çıkarılmış Malzeme	Yumuşak Kil	Kum ve Yumuşak Kil Karışımı	Kum-Silt Karışımı	Sert Kil	Çakıl-Kum Karışımı	Kaya
Beton Üretimi	✓	●	●	✓	-	✓	✓	-	✓	-
Karayolunda Dolgu Malzemesi Olarak Kullanımı	✓	✓	✓	✓	-	●	✓	✓	✓	-
Seramik ve Tuğla Üretiminde Kullanılması	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-

(✓: uygun, ●: kısmen uygun, -: uygun değil)

5.3.1. Beton üretimi

Beton üretimi, su, çakıl, kum, çimento ve herhangi bir katkı maddesi karıştırılması işlemidir. Beton üretimi zamana duyarlı olduğundan malzemeler karıştırıldıktan sonra beton sertleşmeden önce kullanılmalıdır. Üretimde kullanılan kum, çakıl, mıcır gibi malzemelerin genel adı agregadır. Normal dayanım sınıfındaki beton çeşidinde, hacim olarak yaklaşık %75 oranında agrega, %10 oranında çimento ve %15 oranında sudan kullanılmaktadır (MEB, 2012). Bugün pek çok beton üreticisi kuruluş, piyasadan standartlara uygun kaliteli agregayı, taş ocakları işletmelerinden temin ederek veya üreticiye ait taş ocaklarından doğrudan üreterek elde ediyorlar.

DTM'nin beton üretiminde kullanılmasında kalın taneli kumlu DTM betonun çakıl bileşeni yerine, ince taneli tarama malzemesi ise betonun kum bileşeni yerine kullanılması önerilmiştir (Demirbaş, 2016).

Japonya'da 2. Dünya Savaşından sonraki yeniden yapılanma döneminde ve daha sonraki ekonomik büyüme yıllarında kanal inşaları için 200 milyon m^3/yıldan fazla sediment taranmıştır. 1980'lerden sonra tarama ihtiyacı kanalların bakımına ve büyük gemiler için liman derinleştirmesine kaymış ve taranan ortalama malzeme miktarı 10-20 milyon m^3/yıl civarına düşmüştür. 1950'lerde Japonya'da DTM'nin faydalı kullanımına başlanmış olup taranan malzemelerin çoğu yeni limanın inşası sırasında kullanılmıştır. En son gerçekleştirilen projelerden biri ise Yeni Kitakyushu havaalanıdır, Japonya'nın batı kıyısında yer alan çok önemli bir kanal olan Kanmon seyir kanalından taranan tortu ile doldurulmuş tipik bir insan yapımı ada tipi havaalanıdır. Kanmon kanalından gerçekleştirilen bakım taraması sonucu oluşan DTM işlem görmeden direkt çimento, kireç ve cüruf ile karıştırılmış ve inşaat sırasında beton olarak kullanılmıştır (Hosokawa vd., 2019).

Türkiye'de gerçekleştirilen ''Deniz dibi tarama malzemesi, kömür uçucu külü ve atık döküm kumunun hafif agrega olarak geri kazanımı'' adlı çalışmada, DTM, kömür uçucu külü ve atık döküm kumu kullanılarak hafif agrega üretimi araştırılmıştır. DTM ile birlikte atık döküm kumu ve uçucu külü kullanılarak elde edilen hafif agreganın fiziksel, mekanik, mineralojik, mikroyapısal ve çevresel açıdan uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Erdoğan ve Başar, 2019).

Dünya genelinde kıyı yapılarının inşaatı öncesinde hem zemin sağlamlığı sağlamak hem de deniz araçlarına derinlik sağlamak amacıyla büyük tarama projeleri gerçekleştirilmektedir. Japonya da uygulanan yöntemin ülkemizde de uygulanması yaygınlaştırılabilir. Kıyı yapıları inşaatı öncesi ve kıyı yapılarının işletilmesi sırasında gerçekleştirilen taramalar sonucu oluşan DTM kıyı yapısının yakınında bulunan beton üreticilerine bir hammadde potansiyeli sağlayabilir. Dünya'da ve ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalarda kum ve çakıl içeriği yüksek DTM'nin normal beton ve hafif beton üretiminde hammadde olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

DTM ile beton üretimi çalışmalarında, her çalışmada olduğu gibi artı ve eksik yönleri bulunmaktadır. Artı yönleri açısından değerlendirdiğimizde; taş ocakları kullanımı azaltarak tarama malzemelerin ekonomik olarak bir hammadde olarak kullanılmasını sağlar, DTM'nin hafif ve kendi kendine yerleşen bir ürün olduğundan farklı çimento türleri ile farklı yoğunluklardaki beton üretiminde kullanılabilir, yüksek ekonomik maliyetler gerektirmeden DTM'nin faydalı olarak kullanılmasını sağlayabilir. Eksi yönleri açısından

değerlendirdiğimizde; DTM içerisindeki çakıl, kum, silt ve kilin ayrıntılı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir, kil-silt içeriği yüksek DTM'nin kullanılması uygun olarak değerlendirilmemektedir, tarama malzemesi fiziksel kompozisyonu içerisinde azımsanmayacak kadar çakıl-kum bulunmakta ise eleme işlemi ile çakıl ve kumun faydalı kullanımda kullanılması sağlanabilir. Fakat eleme yöntemi hem maliyetli hem de uzun süreçli bir işlem olarak değerlendirilebilir (Burt, 1996; Demirbaş, 2016).

5.3.2. Karayolunda dolgu malzemesi olarak kullanımı

Karayolları yapımı, zemin yapısına göre birçok farklı malzeme katmanı içeren tasarımlardır. Karayolları, altyapı ve üstyapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Altyapı yarma ve dolgulardan oluşmakta olup üstyapı ise trafik yüklerini altyapıya dağıtan tabakalı bir yapıdır. Altyapı, üstyapıya destek sağlayacak bir şekilde yayımlanan standartlara ve şartnamelere göre hazırlanır.

Karayolunun üstyapısı kullanıma bağlı olduğundan direkt olarak trafik yükünün ve iklim şartlarının etkisi altındadır. Ülkemizde standartlara göre karayolları genel olarak ana tabakaları aşağıdan yukarıya şu şekildedir; tabi zemin tabanı, üstyapı taban dolgusu, alt temel, temel, bitümlü temel, binder ve aşınma tabakalarıdır (Sağlık ve Güngör, 2008).

İnce taneli DTM, genellikle yüksek su içeriği ve nispeten düşük mekanik performans nedeniyle kimyasal bağlayıcı ile stabilize edilerek alt temel veya temel tabakası malzemesi olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur (Wang vd., 2017).

Daha büyük taneli olarak tanımlanabilecek çakıl içeriği yüksek DTM ise taş ocaklarından temin edilen çakıla alternatif olarak herhangi bir bağlayıcı malzeme eklenmeden kullanılabilir özelliğe sahiptir.

DTM'nin su içeriğinin yüksek olmasından kaynaklı karayolu dolgu malzemesi olarak kullanılabilmesi için susuzlaştırma işlemine tabii tutulmaktadır. Susuzlaştırma işlemi ile su içeriğinin bağlayıcı içeriği azaldığından kaynaklı ince taneli DTM içerisine kimyasal bağlayıcılar eklenmektedir. Ayrıca, ince taneli tarama malzemesine eklenen kimyasal bağlayıcılar miktarını tarama malzemesi içerisindeki tuzluluk oranı da etkilemektedir. Kimyasal bağlayıcı miktarını azaltmak için tuz içeriğinin azaltılması ya da tamamen tuzdan

arındırılması gerekebilir. Bu kapsamda, DTM'nin tuzsuzlaştırma işlemi için doğal su kaynakları kullanılacaktır. Hem temiz su kullanılacak olması hem de kimyasal bağlayıcılar kullanılacak olmasından kaynaklı ince taneli DTM'nin karayolu dolgusunda kullanılması çok uygun değildir.

DİPTAR projesi kapsamında Türkiye'nin 8 farklı noktasından alınan tarama malzemelerine yapılan araştırmalarda taramam malzemesinin taşıma gücünün, oturma ve şev stabilite tahkiklerinin Karayolları Teknik Şartnamesi'ne göre uygun olduğu ve karayolu dolgusu olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Karadoğan vd., 2020).

5.3.3. Seramik ve tuğla üretiminde kullanılması

Bazı ülkelerde gerçekleştirilen pilot projelerde, tarama malzemelerinin tuğla ve seramik üretiminde kullanıldığı denemeler gerçekleştirilmiş ve başarılı olarak sonuçlanmıştır. Tuğla üretiminde, hammadde olarak kil ve ince mil kullanılarak pişirme işlemi gerçekleştirilir. Seramik üretiminde ise kil, kuvars, kaolen, feldspat gibi maddelerin yüksek ısıda pişirilmesi ve sonrasında soğutması ile tamamlanır. Seramik üretiminde kullanılan killerde, tuğla üretiminde kullanılan killere göre farklı olarak demir, silis ve karbonat içeriği yüksek olanlar kullanılır. Tuğla ve seramik üretiminin prosesleri birbirine benzediği için aynı yöntem altında değerlendirilmiştir.

Hammadde olarak tuğla ve seramik üretimlerinde kil kullanıldığından kaynaklı kil tuğla/seramik üretimini kısıtlayıcı bir kaynaktır. Bu kaynağa alternatif kullanmak ya da üretimdeki kil oranını azaltmak için geri dönüştürülmüş malzemelerle ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Atık malzemelerin tuğla ve seramik üretimine dâhil edilmesi, çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan ve şu anda dünya çapında çevresel tehlikeler oluşturan büyük hacimli maddelerin bertaraf edilmesi sorununa sürdürülebilir bir çözüm getirebilir (Slimanou vd., 2020).

Hammadde kaynaklarının kısıtlı olmasından dolayı, geleneksel tuğla ve seramik üretiminde sürdürülebilir alternatifler geliştirilmesine talep artışı gerçekleşmektedir. Bu talepler kapsamında dünya genelinde ve ülkemizde çalışmalar gerçekleşmekte olup hem endüstriyel hem de akademik ilgi son ürünlerin kalitesini optimize eden ve maliyetlerini düşüren yeni çevre dostu tuğlaların üretimi üzerine çalışılmaktadır.

DTM’nin tuğla ve seramik üretiminde kullanılmasındaki en önemli faktör tuz oranıdır. Eğer DTM’nin tuz oranı %30’dan az ise tuğla ve seramik üretiminde uygun bir malzeme olarak değerlendirilir (Demirbaş, 2016). Diğer bir faktör ise tarama malzemesinin fiziksel içeriğidir, DTM’nin içeriği yumuşak kil veya kum-silt veya sert kil ağırlıklı ise uygundur (Burt, 1996).

Tuğla ve seramik üretimi prosesi içerisinde bulunan pişirme işlemi yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirildiğinden dolayı hammadde içerisindeki kirleticilerin termal hareketsizleşmesini sağlandığı değerlendirilmektedir. Bu kapsamda kirlilik içeren DTM’nin bu faydalı kullanım yöntemi ile yönetiminin gerçekleştirilebileceği değerlendirilmektedir (Demirbaş, 2016).

Tarama malzemesinin seramik/tuğla üretiminde hammadde olarak kullanılması projelerinde; kil ocaklarından temin edilen hammaddeye alternatif bir kaynak oluşturması, kirli malzemenin üretim sırasında pişirme işlemi ile nötr kirleticiler haline getirilerek kullanılabilmesi, DTM’nin deniz içerisindeki boşaltım sahasına nakliyesi tarama alanına yakın üretimde tesisinde kullanılması ile daha az maliyetli olması ve bu sayede daha az çevreyi etkilemesi, bu faydalı kullanımın artı yönleri olarak değerlendirilebilir. Eksi yönleri açısından değerlendirdiğimizde; tarama malzemesinin fiziksel özellikleri (yığın yoğunluğu, Atterberg sınırı (plastisite), su tutma, geçirgenlik, sıkıştırma ve benzeri) ayrıntılı olarak incelenmelidir, seramik/tuğla üretiminde hammadde temininde süreklilik sağlanamayabilir, kil içeriği yüksek DTM dışındaki tarama malzemesi kullanılması uygun olarak değerlendirilmemektedir (Burt, 1996; Demirbaş, 2016).

5.4. Faydalı Kullanım Yöntemlerinde Diğer Seçenekler

DTM’nin faydalı kullanımların uygulanabilirliği daha çok deneme/pilot projeler ve araştırmalar ile geliştirilmeye çalışılmaktadır. Faydalı kullanım yöntemlerinde mühendislik kullanımı, çevresel iyileştirme kullanımı ve ürün üretiminde kullanımı yöntemleri dışında da yaygın olmayan ve uygulaması denenmemiş birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlar; gübre, toprak barajlar, ormancılık, su ürünleri yetiştirme, dekoratif ürün üretimi, polimer kompozitler için astardır. Çizelge 5.4.’de faydalı kullanım yöntemlerinde diğer seçenekler verilmiştir.

Çizelge 5.4. Faydalı kullanım yöntemlerinde diğer seçenekler (USACE, 1987; Burt, 1996; USEPA and USACE, 2007; Murray, 2022; Esen vd., 2014; Demirbaş, 2016; Gökçe ve Özcan, 2018)

Faydalı Kullanım Yöntemi	Yöntem Hakkındaki Değerlendirmeler	Uygulamasının Araştırıldığı veya Denemesi Gerçekleştirilen Ülkeler
Gübre	Göllerin taranması sonucu oluşan tarama malzemesinin uygun miktarlardaki nutrientler ile karıştırılması ile gübre oluşturulabilir ve tarımda kullanılabilir.	Amerika Birleşik Devletleri
Toprak Barajlar	Geniş vadilerde suyun tutulması için toprak ve kaya malzemelerin karıştırılması ile toprak barajlar oluşturulur. Susuzlaştırma işlemine tabii tutulmuş, tehlikesiz olarak değerlendirilen DTM de toprak barajların yapımında kullanılabilir.	Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda
Ormancılık	Birçok çalışma DTM'nin ağaçlandırılmamış alana serpilmesi bazı ağaç türlerinin yetişmesine katkı sağlamıştır (kavak, ladin ve söğüt). DTM'nin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ile ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir.	Amerika Birleşik Devletleri, Belçika
Su Ürünleri Yetiştirme	Bazı çalışmalar DTM'nin tekrar denize döküldüğü boşaltım sahalarında bazı balık türlerinin yaşam koşullarını desteklediği gözlemlenmiştir. Bu kapsamda balıkların yaşam alanlarını destekleyecek alanlar oluşturulabilir.	Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık
Dekoratif Ürün Üretimi	Geri dönüştürülmüş malzemeler ve tarama malzemelerinin karıştırılması ile dekoratif ürünler (taş, biblo, vazo ve benzeri) üretilebilir.	Amerika Birleşik Devletleri
Polimer Kompozitler İçin Astar	Polimer üretiminde DTM içerisinde bulunan kum ve/veya kilden faydalanabilirler. İnorganik astarlar, malzemenin Geçirgenlik, korozyon ve dayanıklılık gibi özelliklerini değiştirmektedir. DTM ise inorganik astarlara bir alternatif olarak organik bir astar olarak kullanılabilir.	Amerika Birleşik Devletleri

6. TARAMA MALZEMESİNİN DENİZE BOŞALTIMINDAKİ VE FAYDALI KULLANIMDAKİ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DTMÇYY Geçici Madde 2'ye göre 2024 yılı Temmuz ayı itibari ile Marmara Denizi'nde bulunan boşaltım alanlarına boşaltım yapılması ÇŞİDB tarafından yasaklanmıştır (ÇŞİDB, 2020a). Bu sebepten dolayı liman/tersane yönetimleri, DTM'nin faydalı kullanım yöntemlerine eğilmek mecburiyetinde kalacaktır. Bu çalışma ile Marmara Denizi içerisinde yapılması planlanan 2 adet dip tarama faaliyetinin faydalı kullanım yöntemlerinin, tekrar boşaltım yapılmasına karşın daha sürdürülebilir çevre ortaya koymaya yardımcı olduğu kanıtlanmaya çalışılmıştır.

6.1. Çevresel Etkilerinin Değerlendirilme Kriterleri ve Kriterlerin Tanımlanması

Bu çalışmada, ÇŞİDB tarafından yayınlanmış olan 2 adet ÇED raporu incelenmiştir. ÇED raporları içerisinden:

- DTMÇYY'nde dip tarama faaliyetine başlamadan önce taranacak malzemenin kirlilik durumunun belirlenmesi amacıyla Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), Arsenik (As), Krom (Cr), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Cıva (Hg) ve Toplam PCB parametrelerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçları,
- DTMÇYY'ye göre tarama alanı tabanından yüzey numunelerine gerçekleştirilen elek analizlerinin sonuçları kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen 2 projede de DTMÇYY'ye göre tehlikesiz olarak tespit edilen malzeme, Marmara Denizi içerisinde belirlenen Tuzla Boşaltım alanına tekrar dökülerek bertaraf edilmesi planlanmaktadır.

6.2. Tuzla Dökü Alanına Gerçekleştirilmesi Planlanan 2 Adet Dip Tarama Projesinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında ÇŞİDB tarafından ÇED Olumlu kararı verilmiş olan; Kuzey Star Shipyard Denizcilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından gerçekleştirilmesi planlanan Tersane Alanı Dolgu ve Dip Tarama Projesi ve Gübre Fabrikaları T.A.Ş. tarafından gerçekleştirilmesi planlanan Gübretaş Liman Tevsii ve Dip Tarama Kapasite Artışı Projesi incelemesi gerçekleştirilmiştir.

6.2.1. Tersane alanı dolgu ve dip tarama projesi

Kuzey Star Shipyard Denizcilik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, İstanbul İli, Tuzla İlçesi, Evliya Çelebi Mahallesi sınırları içerisinde bulunan tersanede ‘‘Tersane Alanı Dolgu ve Dip Tarama Projesi” yapılmasını planlamıştır. Bu kapsamda 36.030,73 m^2 alandan oluşan iki tarama bölgesinde toplamda 121.831 m^3 dip tarama işlemi yapılması planlanmaktadır. Şekil 6.1.’de tersane dip tarama proje alanı verilmiştir.



Şekil 6.1. Tersane dip tarama projesi proje alanı (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)

Proje kapsamında, ÇŞİDB'nca yetki verilen AEM Çevre Laboratuvar Analiz Tic. A.Ş. tarafından 21.04.2021 tarihinde 8 noktadan birer adet olmak üzere toplamda 8 adet sediment numunesi alınmıştır. Şekil 6.2.'de tersane dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları verilmiştir.



Şekil 6.2. Tersane dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)

DTM'nin kimyasal özelliklerini ve fiziksel kompozisyonunu belirlemek amacıyla alınan 8 adet sediment numunesine elek analizi gerçekleştirilmiştir. Elek analizlerinde 0,0039 mm'den küçük tanecik boyutu kil, 0,0039-0,0625 mm aralığı silt, 0,0625-2 mm aralığı kum ve 2-256 mm aralığı ise çakıl olarak tanımlanmaktadır (Anderson, 2007). Çizelge 6.1.'de tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi elek analiz sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre tarama malzemesi çok düşük miktarda çakıl, azımsanmayacak kadar kum ve çoğunluk olarak silt-kil içermekte olup malzeme genel olarak az kumlu siltli-killi olarak tanımlanabilir.

Çizelge 6.1. Tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi elek analizi sonuçları (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)

Numune	% Çakıl Oranı	% Kum Oranı	% Silt ve Kil Oranı	Tarama Malzemesi İçeriği Tanımlanması
1 Nolu	1,5	23,1	75,4	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
2 Nolu	3,8	20,2	76,0	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
3 Nolu	3,0	21,1	75,9	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
4 Nolu	2,5	22,4	75,1	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
5 Nolu	3,6	20,9	75,5	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
6 Nolu	2,4	21,5	76,1	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
7 Nolu	3,5	21,2	75,3	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme
8 Nolu	1,5	21,7	76,8	Az Kumlu Siltli-Killi Malzeme

Numunelere kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Cd, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg ve Toplam PCB analizleri yapılmıştır. Çizelge 6.2.'de tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi kimyasal içerik analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 6.2. Tersane dip tarama projesine ait tarama malzemesi kimyasal içerik analiz sonuçları (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)

Parametreler	Marmara Denizi Sınır Değerleri	Analiz Sonuçları (mg/kg)		
		En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ort.
Cd	2	<0,25	0,39	0,19
Pb	100	4,3	17	11,23
As	30	<2,5	3,83	1,5
Cr	250	16,7	50	34,9
Cu	200	102	199	143,3
Ni	75	<2,5	7,58	4,9
Zn	400	36	105	77,34
Hg	0,5	<0,025	<0,025	<0,025
Toplam PCB	23	<10	<10	<10

Analiz sonuçları Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği sınır değerleri ile karşılaştırıldığında sınır değerleri geçmemektedir. Fakat Cu değerleri 3 noktada sınır değerlerine göre çok yakın çıkmış olup söz konusu tersanenin analiz sonuçları bu çalışma kapsamında incelenen liman projesinin analiz sonuçları ile karşılaştırıldığında Cu ve Zn değerlerinin yüksek çıktığı değerlendirilmiştir.

Metaller deniz suyunun doğal bileşenleri olup biyolojik açıdan önem taşıyan metaller hafif, geçiş ve ağır metaller olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Sodyum, potasyum, kalsiyum gibi hafif metaller normalde sulu çözeltilerde hareketli katyonlar olarak taşınır. Demir, bakır, kobalt ve manganez gibi geçiş metalleri düşük konsantrasyonlarda gereklidir ancak yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilir. Cıva, kurşun, kalay, selenyum ve arsenik gibi ağır metaller genellikle metabolik aktivite için gerekli değildir ve oldukça düşük konsantrasyonlarda bile hücre için toksiktir (Clark, 1986).

Ağır metallerin hayvanlarda tümör ve mutasyonları teşvik ettiği tespit edilmiştir (Degraeve, 1981). Hem erkek hem de dişi hayvanların germ hücrelerine genetik zarar verme kapasitesine sahiptirler (Hayes, 1984). Bitkilerde biyomanyifikasyon yoluyla insanların sağlığını etkileyen büyüyen toksinler olarak gözlenmektedirler (Sardar vd., 2013). Hayvanlarda (insan dâhil), ağır metaller nispeten daha küçük miktarlarda son derece zehirlidir. Çok yüksek derecede ağır metal içeren yiyeceklerin veya içme suyunun alınması mideyi acımasızca çileden çıkarır, ishal ve kusma ile sonuçlanır (ATSDR, 1993).

2018 yılında Yalova İli, Altınova Tersaneler bölgesinde gerçekleştirilen çalışmalarda 6 noktadan alınan sediment numunelerinde ağır metal içeriği incelenmesi yapılmıştır (Bayrak ve Kam, 2018). Söz konusu çalışma değerleri ile Kuzey Star Tersanesi değerleri karşılaştırıldığında her ikisinde Cu ve Zn değerlerinin yakın olduğu gözlemlenmiştir. Cu değerleri Kuzey Star Tersanesi için 102-199 mg/kg aralığında olup Zn değerleri ise 62-105 mg/kg aralığındadır. Altınova Tersaneler Bölgesi'nde Cu yaklaşık 100 mg/kg değere sahip olup Zn değeri 69-90 mg/kg aralığında değişmektedir (Bayrak ve Kam, 2018).

Fransa'da bulunan ve 4.600 rıhtımıyla Avrupa'nın en büyük marinası olan Port Camargue'de yapılan çalışmalarda 27 adet noktadan sediment karot numuneleri alınarak zamanla biriken ağır metal kirliliğinin tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmada tekne bakım faaliyetlerinden ve tekne boyalarından kaynaklı marina içerisinde bulunan tekne bakım alanında diğer alanlara göre yüksek miktarda Cu, Zn, Pb kirliliği tespit edilmiştir (Briant vd., 2013).

Tekne bakım alanında Cu değeri 1497 mg/kg ve Zn değeri ise 475 mg/kg olarak tespit edilmişken, bakım alanı çevresinde bulunan 12 noktada Cu değeri 93-203 mg/kg arasında, Zn değeri ise 67-98 mg/kg aralığında değişmiştir. 12 noktada tespit edilen değerler ile Kuzey Star

Tersanesi ve Altınova Tersanesi değerleri karşılaştırıldığında değişim aralıkları benzemektedir (Briant vd., 2013).

Gemi inşa sürecinde, Cu, Zn, Fe, Pb ve Hg gibi çeşitli metallerin tersanelerden çevre sularla etkileşime geçme ihtimali her zaman mevcuttur (Kim and Jang, 2014). Tersanelerde, limanlarda ve tekne bakım alanlarında yüksek miktarda Cu, Zn, Pb kirliliği ile karşılaşılmasının ana nedenleri kullanılan boyalar ve gemi gövdelerinin biyolojik kirlenmesini engellemek amacıyla gövde yapılarında kullanılan kurşun ve bakır levhalardır (Yebra vd., 2004).

Kuzey Star Tersanesi, Tuzla Tersaneler Bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Bu bölgede 32 adet faal tersane bulunmakta olup Altınova Tersaneler Bölgesi içerisinde 34 adet faal tersane bulunmaktadır (Yılmaz, 2014). Türkiye genelinde marinalarda, tersanelerde ve gemi söküm alanlarında metal kirliliğin seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Tuzla Tersaneler Bölgesinden iki adet sediment numunesi alınmış, sedimentlerde Cu için 594-697 mg/kg değerleri, Pb için 110-167 mg/kg değerleri, Zn için ise 383-534 mg/kg değerleri tespit edilmiştir. Tüm çalışma genelinde Cu, Pb ve Zn'den kaynaklanan önemli bir metal kirliliğine rastlanmış olup en kirli bölgeler olarak Aliağa Limanı Bölgesi ve Tuzla Tersaneler Bölgesi olarak değerlendirilmiştir (Okay vd., 2016).

Port Camargue'den alınan genç sedimentlerde As, Pb, Hg konsantrasyonundaki düşüşün Fransa'da As, Pb, Hg içeren boya tüketiminin yasaklanmasına ve Cu'daki eş zamanlı artışın ise küçük tekne üretimlerinde hammadde olarak bakır tüketiminin artmasına bağlanmaktadır (Briant vd., 2013).

Port Camargue'de karot numunelerinde Hg kirliliği gözlemlenmiş olsa da yerel mevzuatlar ile Hg içeren boya tüketiminin yasaklanması ile Hg kirliliğinin genç sedimentlerde azaldığı belirtilmiştir (Briant vd., 2013). Kuzey Star Tersanesi'nde Hg değerlerinin <0,025 mg/kg olduğu, Altınova Tersaneler Bölgesi'nde ise Hg değerlerinin ölçülebilir limitin altında kaldığı gözlemlenmiştir. İncelenen tersanelerde Hg kirliliği oluşmaması, üretim sırasında Hg içeriği olan malzemelerin kullanımının gerçekleştirilmediğine yorumlanabilir.

Altınova Tuzla Tersaneler bölgesinde çok sayıda tersane bulunmasından ve benzer kirlilik değerlerinin gözlemlenmesi, Port Camargue ve Türkiye genelinden yapılan çalışmalar ile

karşılaştırılması sonucu bu bölgelerde gerçekleştirilecek dip tarama işlemlerinde oluşacak DTM'nin Cu ve Zn değerlerinden dolayı göz ardı edilemeyecek bir kirlilik içerdiği düşünülmektedir. Çizelge 6.3'de tersane dip tarama projesi kapsamındaki dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi verilmiştir.

Çizelge 6.3. Tersane dip tarama projesi kapsamındaki dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)

NO	YÖNETİM ŞEKLİ	DEĞERLENDİRME		
		FİZİKSEL İÇERİK	KİMYASAL İÇERİK	YÖNETİM ŞEKLİ UYGUNLUĞU
1	Sahil İyileştirme/Kumsal Besleme	-	-	-
2	Arazi Oluşturma/Dolgu Alanı Oluşturma/Arazi Islahı	✓	-	-
3	Katı Atık Bertaraf Sahalarında Dolgu Örtü Tabakası	✓	●	✓
4	Kıyı Koruma İşlemleri	✓	●	✓
5	Sulak Alan Oluşturma/İyileştirme	✓	-	-
6	Karasal Yaşam Alanı Oluşturma/İyileştirme	-	-	-
7	Terk Edilmiş Maden Ocaklarında Dolgu Yapılması	✓	-	-
8	Beton Üretimi	●	●	●
9	Karayolunda Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılması	●	-	-
10	Seramik/Tuğla Üretiminde Kullanılması	✓	✓	✓

(✓: uygun, ●: kısmen uygun, -: uygun değil)

1 numaralı yöntemde kum ve çakıl oranı yüksek DTM kullanılmakta olup bu proje kapsamındaki DTM'nin kil-silt içeriğinin kum-çakıl oranına göre yüksek olmasında dolayı fiziksel açıdan uygun olarak değerlendirilmemiştir. Ayrıca, kimyasal açıdan da ağır metal içeriğinin yüksek bulunması da göz önünde bulundurularak yönetim şekli her açıdan olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

2, 5 ve 7 numaralı faydalı kullanım yöntemlerinde DTM ve yöntemin fiziksel kompozisyonu kil-silt içeriği yüksek olmasından dolayı uyumlu olarak değerlendirilmiştir. Fakat bu yöntemler fiziksel içerik açısından uygun olsa da ‘‘Heavy Metals Contamination and what are the Impacts on Living Organisms’’ adlı çalışma göz önüne alınarak DTM'nin Cu ve Zn

ağırlıklı kirlilik içermesinden dolayı su, toprak ve hava ile iletişim sağlayarak çevreye kirlilik yayabileceğinden ve canlılara zararlı verebileceğinden uygun olarak değerlendirilmemiştir (Sardar vd., 2013).

3 numaralı yöntemde, düzenli depolama sahaları ara örtülerinde ve son örtüsünde geçirgenlik azaltmak amacıyla killi malzemeler kullanılmakta olup DTM az kumlu siltli-killi malzeme olmasından dolayı bu yöntem ile kullanılabilir ancak malzemenin ağır metal içermesinden kaynaklı I. Sınıf Düzenli Depolama Sahaları ara örtülerinde kullanılması uygun olarak değerlendirilebilir. ‘Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi’ adlı çalışmada göz önüne alınarak, DTM’nin son örtü tabakasında kullanılması; Cu, Zn ve diğer ağır metal içeriğinin yüksek olmasından, bu ağır metallerin son örtüde canlılar ile etkileşim sağlama olasılığından dolayı uygun olmayabilir (Gökçe vd., 2015).

Teksas'ta gerçekleştirilen bir çalışmada bir körfezde yapılan bakım taramasından elde edilen taranmış düşük seviyede kirliliğe sahip, killi ve kumlu malzeme ile düzenli depolama sahası kapatılması, tuza dayanıklı bitki türleri kullanılarak dolgu üzerinde bitkisel bir tabaka oluşturulması üzerine çalışılmıştır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen çalışmalar 0,61 m killi taranmış malzeme tabakası (düşük geçirgenlik tabakası) altında 0,31 m kumlu taranmış malzeme tabakasından (bitki örtüsü oluşturmak için üst toprak tabakası) oluşan bir kapağın, katı atık depolama alanlarının kapatılması için etkili bir bariyer olarak kullanılabileceğini ve atığın çevreden etkili bir şekilde izole edilebileceğini göstermiştir (Mohan vd., 1997). Her ne kadar Teksas’ta yapılan çalışmada kullanılan malzemenin düşük seviyede ağır metal içermesi ile atığın etkili bir şekilde izole edilebileceği kanıtlanmış olsa da incelemesi gerçekleştirilen tersanede oluşacak DTM’nin ara örtülerde kullanılması hem canlılarla oluşabilecek bağlantıları engelleyebilir hem de ara örtülerde kullanılmasıyla oluşabilecek sızıntı suları drenaj toplama kanalları ile kontrol altına alınabilir. DTM’nin son örtü tabakasında kullanılması ile yüzey sularıyla direkt bir bağlantı oluşması ihtimali oluşabilir.

İstanbul İl’inde iki adet düzenli depolama sahası bulunmakta olup İSTAÇ tarafından işletilmektedir. İSTAÇ’ın işlettiği düzenli depolama sahalarından proje alanına en yakın olanı ile proje alanı arasında karayolu ile yaklaşık 54 km mesafe bulunmaktadır (İSTAÇ, 2024). İşletme I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi olup tehlikeli olarak değerlendirilebilecek DTM malzemesini kil içeriğinin yüksek olmasından kaynaklı dışarıdan temin etmesi gereken killi

malzeme yerine kullanabilir. Bu sayede hem daha sürdürülebilir bir yönetim gerçekleştirilmiş olur hem de hammadde kaynak tüketimi azaltılmış olur. Ancak, karayolu mesafesinin uzun olması konusu proje sahipleri tarafından ayrıntılı olarak değerlendirmeli ve faydalı kullanım yöntemine karar verilmelidir.

4 numaralı yöntem (kıyı koruma işlemleri) için açık denizlerde banket (berm) ve jeotüpler oluşturma en çok merak edilen ve geliştirilmeye çalışılan çeşitlerdir (Demirbaş, 2016). Proje kapsamında herhangi bir kıyı koruma yapısı planlanmamakta olup eğer proje kapsamında bir kıyı koruma yapısı inşa edilmesi planlanmış olsaydı DTM'nin killi-siltli yapısından dolayı jeotüpler oluşturularak değerlendirme gerçekleştirilebilirdi. DTM'nin kimyasal açıdan yorumlamasında ise jeotüpler susuzlaştırma ve polimer şartlandırma özellikleri sayesinde kirlenmiş sedimentlerin toplanması ve susuzlaştırılması için basit, uygun maliyetli bir süreç sağlamakta olup kirli sedimentlerin jeotüpler içerisinde toplanmasını içerisindeki suyun dışarı çıkmasını sağlayacaktır (Bossy vd., 2023). Bu kapsamda DTM'nin fiziksel-kimyasal özelliklerinin yöntem için uygun olduğu, tarama alanı yakınında bu işlemin gerçekleştirilebileceği de göz önünde bulundurularak sürdürülebilir bir faydalı kullanım yöntemi olarak değerlendirilebilir. Proje alanı Tuzla Tersaneler bölgesinde bulunduğundan, alan çevresinde bir kıyı koruma inşası gerçekleşmesi halinde DTM bu amaç için kullanılabilir.

Limanlarda/tersanelerde yapılan dip tarama işlemleri sonucu olarak ortaya çıkan DTM'nin denizlerden çıkarılmasından dolayı yüksek miktarda tuz içermekte olup bu sebepten bu DTM'lerin 6 numaralı yöntem ile kullanılması uygun olarak değerlendirilememiştir.

DTM'nin beton üretiminde kullanılması yönteminde maden ocaklarından temin edilen kum-çakıl yerine DTM içerisindeki kum-çakıl bileşenlerinin kullanılması gerçekleşmektedir (Demirbaş, 2016). Proje kapsamındaki DTM düşük miktarda çakıl ve kum içermekte olup DTM içerisindeki kum ve çakıl miktarına ulaşılabilmek için tersane alanında eleme tesisi kurularak, kum-çakıl içeriğinin kil-silt içeren kısımdan ayrılması gerçekleştirilebilir. Kalan killi ve siltli kısmın ise başka bir faydalı kullanım yöntemi ile I. Sınıf Düzenli Depolama Sahaları ara örtülerinde kullanımı gerçekleştirilebilir.

Kurşun, cıva ve çinko gibi inorganik kirleticiler kirlenmiş taranmış sedimentlerde sıklıkla bulunduğundan, herhangi bir inşaat amacı için her zaman arzu edilmezler (Manap vd., 2016). Brezilya, Paranagua Liman'ından alınan sedimentlerden, betonun %30 ağırlığını oluşturacak

deneysel anlamda beton üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu betona çözünürlük testleri yapılmış olup çözünürlük testlerinin 180. gününde 0,09 mg/L Cu, 0,35 mg/L Pb ve 0,15 mg/L Zn çözülümü gözlemlenmiştir. Bu çözülüm değerlerinin düşük olduğu değerlendirilmiş olup bu testlere ilave olarak dayanıklık testleri de yapılarak betonun dayanıklı bir yapıya sahip olduğu kanıtlanmıştır (Mymrin vd., 2021). Çalışma sayesinde betonun sedimentteki kirliliği içeriğine hapsettiği örneklenmiştir. Bu kapsamda orta seviyede kirlilik içeren DTM malzemesi 8 numaralı yöntem ile kısmen kullanılabileceği düşünülmekte olup kalite standartlarına uygun üretim gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

9 numaralı yöntem tersanedeki DTM'nin hem fiziksel içeriğinden hem de yüksek ağır metaller içermesinden kaynaklı olarak uygun olmaz. DTM'nin karayolunda dolgu malzemesi olarak kullanılması işleminde malzeme susuzlaştırma işlemine tabii tutulması gerekmekte olup susuzlaştırma işlemi ile su içeriğinin bağlayıcı içeriği azaldığından kaynaklı ince taneli DTM içerisine kimyasal bağlayıcılar eklenmesi gerekecektir (Wang vd., 2017). Bu işlem sırasında temiz su kaynakları kullanılacak olması, DTM içerisinde ağır metaller bulunmasından kaynaklı endüstriyel atık su oluşacak olması ve dolgu malzemesinin aktifliğini arttırmak amacıyla kimyasal bağlayıcılar kullanılacak olmasından kaynaklı bu proje kapsamındaki DTM'nin 9 numaralı yöntem ile yönetilmesi çok uygun değildir.

DTM'nin tuz oranı %30'dan az ise tuğla ve seramik üretiminde uygun bir malzeme olarak değerlendirilir (Demirbaş, 2016). Ayrıca, DTM'nin içeriği yumuşak kil veya kum-silt veya sert kil ağırlıklı ise söz konusu yöntemde kullanılması uygundur (Burt, 1996). Bu proje kapsamında DTM'nin tuz içeriği incelenmemiş olup malzeme yüksek oranda kil-silt içermektedir. Seramik ve tuğla üretiminde kullanılabilmesi için öncelikli olarak malzemenin tuz içerikleri incelenerek uygunluğu değerlendirilebilir. Ayrıca, DTM içerisindeki ağır metallerin seramik/tuğla üretimindeki pişirme prosesinde seramik/tuğlanın camsı matrisi içinde katılaşması ile stabilize edilecektir (Slimanou vd., 2020). Proje alanına 10 km mesafe tuğla fabrikası, 15 km mesafede ise birkaç seramik üretim tesisi bulunmaktadır. 10 numaralı yöntemin uygulamaya geçilmesi sağlanır ise hem tuğla/seramik fabrikaların hammadde ihtiyaçları azaltılmış olur hem de daha çevresel bir yöntem ile DTM yönetimi gerçekleştirilmiş olur. Sürdürülebilir üretim seviyelerinin iyileştirilmesi, birincil jeo-kaynakların daha az kullanılması ve yeni malzemelerin üretiminde kullanılacak DTM'lerin yeniden değerlendirilmesiyle birlikte daha iyi atık yönetimi gerçekleştirilebilecektir.

Proje kapsamında dip tarama işlemleri ile oluşacak DTM Çizelge 6.3'de on adet faydalı kullanım yöntemi kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, malzemenin kirlilik durumunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre orta seviyede kirlilik içermesi, elek analiz sonuçlarına göre kil-silt yoğunluğu yüksek olması ve faydalı kullanım yöntemlerindeki önemli fiziksel-kimyasal özellikleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Tarama malzemesinin on yöntem içerisinden katı atık bertaraf sahalarında dolgu ara örtü tabakası, kıyı koruma işlemleri ve seramik/tuğla üretiminde kullanılabileceği, beton üretiminde ise kısmın kullanılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar kesin sonuçlar olmamakla beraber her dört yöntem içinde ayrıntı analizler yapılarak, hangi yöntemin daha uygun olduğuna karar verilerek faydalı kullanım yöntemi belirlenebilir.

6.2.2. Gübretaş liman tevsii ve dip tarama kapasite artışı projesi

Gübre Fabrikaları T.A.Ş. tarafından Kocaeli İli, Körfez İlçesi, Yarımca Mahallesi, Yarımca Tesisleri Müdürlüğü alanında Liman Tevsii ve Dip Tarama Kapasite Artışı projesi yapılması planlanmaktadır. Proje kapsamında rıhtımın uzatılması, dolgu yapılması ve dip tarama gerçekleştirilmesi planlanmaktadır (TARGİM, 2022).

Proje kapsamında 85.813 m^2 tarama alanını temsil edecek şekilde deniz tabanından ÇŞİDB'nca yetki verilen AEM Çevre Laboratuvar Analiz Tic. A.Ş. tarafından 12.08.2021 tarihinde 5 noktadan birer adet olmak üzere toplamda 5 adet yüzey numunesi alınmıştır. Şekil 6.3.'de liman dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları verilmiştir.



Şekil 6.3. Liman dip tarama projesi zemininden alınan numune noktaları (TARGİM, 2022)

DTM'nin fiziksel kompozisyonunu ve ağır metal içeriğini belirlemek amacıyla deniz tabanından alınan numunelere elek analizi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 6.4.'de liman dip tarama projesi tarama malzemesi elek analizi sonuçları verilmiştir. Elek analiz sonuçlarında tarama malzemesinin kum, çakıl, silt ve kil içerdiği ölçümleri gerçekleştirilen laboratuvar tarafından kil ve silt oranlarını ayırmadığı gözlemlenmiştir (TARGİM, 2022). Kil ve silt oranları ayrı ayrı verilmediği için malzemenin kil-silt oranın yüksek olduğu ama azımsanmayacak kadar da kum ve çakıl içerdiği tespit edilmiş olup az çakıllı ve kumlu siltli-killi malzeme olarak tanımlanabilir.

Çizelge 6.4. Liman dip tarama projesi tarama malzemesi elek analizi sonuçları (TARGİM, 2022)

Numune	% Çakıl Oranı	% Kum Oranı	% Silt ve Kil Oranı	Tarama Malzemesi İçeriği Tanımlanması
1 Nolu	20,8	22,1	57,1	Az Çakıllı ve Kumlu Siltli-Killi
2 Nolu	21,3	21,8	56,9	Az Çakıllı ve Kumlu Siltli-Killi
3 Nolu	23,8	20,5	55,7	Az Çakıllı ve Kumlu Siltli-Killi
4 Nolu	22,7	20,3	57	Az Çakıllı ve Kumlu Siltli-Killi
5 Nolu	20,4	21,3	58,8	Az Çakıllı ve Kumlu Siltli-Killi

Numunelere Cd, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg ve Toplam PCB parametrelerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 6.5'de liman dip tarama projesi tarama malzemesi kimyasal içerik analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 6.5. Liman dip tarama projesi tarama malzemesi kimyasal içerik analiz sonuçları (TARGİM, 2022)

Parametreler	Marmara Denizi Sınır Değerleri	Analiz Sonuçları (mg/kg)					
		1	2	3	4	5	Ort.
Cd	2	0,25	0,3	0,3	0,32	0,69	0,37
Pb	100	14,7	<0,25	3	3,8	5,94	5,5
As	30	3	<0,25	3,4	<0,25	4,5	2,2
Cr	250	24	3,3	6	6,7	12,09	10,42
Cu	200	83	16,6	27	28	42	39,3
Ni	75	3,4	5,6	5	5,2	10	5,8
Zn	400	69	21	24	28,5	39	36,3
Hg	0,5	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Toplam PCB	23	-	-	-	-	-	-

Analiz sonuçlarının Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği'ne göre sınır değerleri ile karşılaştırıldığında sınır değerleri aşmadığı gözlemlenmiştir. Ancak, numune değerleri arasında karşılaştırma yapıldığında, tarama alanının en doğusundan alınan 1 numaralı numunenin Pb, Cr, Cu ve Zn değerlerinin diğer numunelere göre 4-5 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Proje alanın doğu kıyısında Rota Liman Tesisleri ve 2003-2018 yılları arasında faaliyet gösteren ve atıl durumda bulunan Marmara Tersanesi bulunmaktadır. Marmara Tersanesi 15 yıl süresince gemi inşaatı-bakım işlemleri gerçekleştirmiş olup Rota Liman Tesisleri'nde ise tahıl, çimento, alüminyum, demir, rulo saç, silis kumu, konteynır vb. yükleme-boşaltma hizmetleri verilmektedir (MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2023). Komşu tersane faaliyetleri durdurmuş olsa da tersane alanına en yakın numunede Pb, Cr, Cu ve Zn değerlerinin diğer numunelere göre yüksek gözlemlenmesinin sebebi komşu tersaneye dayandırılabilir.

Ayrıca, 2019 yılında liman alanında 33.000 m^3 dip tarama işlemi yapılmıştır. Eski dip tarama projesi kapsamında 5 adet numune alınarak TÜBİTAK'a Atık Yönetimi Yönetmeliği (AYY) kapsamında Ek 3-B analizleri yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tarama malzemesinin tehlikesiz atık olduğuna, hafif bazik, nemli, ağırlıklı olarak inorganik madde içerikli olduğu, ağır metal kompozisyonunun risk içerecek bir seviyede olmadığı sonuçlarına varılmıştır (TARGİM, 2022).

Çizelge 6.6.'da Türkiye ve diğer ülkelerin sediment ağır metal konsantrasyonları (mg/kg kru ağırlık; minimum-maksimum) verilmiştir.

Çizelge 6.6. Türkiye ve diğer ülkelerin sediment ağır metal konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık; minimum-maksimum)

Çalışma Alanı	Cd	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn	Hg	Referans
Kuzey Star Shipyard (Tuzla)	0,19-0,39	4,3-17	17-50	102-199	2,5-7,6	62-105	<0,025	(MGS Proje Müşavirlik Mühendislik, 2021)
Gübre Fabrikaları (Kocaeli)	0,25-0,69	0,25-14,7	3,3-12	16,6-83	3,4-10	21-69	<0,025	(TARGİM, 2022)
İzmit Körfezi 25 Nokta	0,1-1	10-34	41-121	50-105	19-73	124-363	0,05-1	(Tan ve Aslan, 2020)
İzmit Körfezi 22 Nokta	0,2-1	20-61	110-406	20-82	24-108	25-240	0-1	(Yasar vd., 2001)
Altınova Tersaneler Bölgesi	16-21	21-34	72-110	22-100	15-72	69-90	<0,025	(Bayrak ve Kam, 2018)
Nemrut Körfezi (İzmir)	0,1-0,25	29,5-89,4	39,6-99	23,5-43	31-59,5	75-271	1,7-9,6	(Esen vd., 2010)
Camargue Limanı (Fransa)	---	8-94	---	10-1497	MD	17-475	0-0,8	(Briant vd., 2013)
Montevideo Limanı (Uruguay)	0-1,6	44-128	79-242	58-135	27-34	174-491	0,6-1,3	(Muniz vd., 2004)
Al-Khobar Bölgesi (Arap Körfezi)	0,08-0,52	2,1-9,4	14-83	96-330	32-116	24-86	0,05-1,6	(Alharbi and El-Sorogy, 2017)

Altınova Tersaneler Bölgesi hariç Cd değerleri 0-1 mg/kg arasında değişmekte olup Altınova Tersaneler Bölgesi'nde ise 16-21 mg/kg arasında değişmektedir. Cd bileşikleri PVC ürünlerinde, renk pigmentlerinde, çeşitli alaşımlarda ve günümüzde en yaygın olarak yeniden şarj edilebilir nikel-kadmiyum pillerde stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Metalik Cd çoğunlukla korozyon önleyici madde (kadmiyasyon) olarak kullanılmaktadır (Järup, 2003). Altınova Tersaneler Bölgesi'nde Cd değerlerinin diğer alanlara göre yüksek çıkmasında numune alımlarına yakın bir zamanda, üretim sırasında Cd içerikli korozyon önleyici maddeler kullanılmasından kaynaklı olduğuna yorumlanmaktadır.

Pb değerleri en yüksek Uruguay'da bulunan Montevideo Limanı'nda tespit edilmiş olup bunun sebebi ise liman yakınında bulunan petrol rafinerisinden kaynaklanan büyük miktarlarda Pb girişinden sorumlu olduğu hakkında araştırmacılar tarafından yorumlar yapılmıştır (Muniz vd., 2004). Montevideo Limanı'nın Pb değerlerini Camargue Limanı (Fransa) ve Nemrut Körfezi (İzmir) 94 ve 89,4 mg/kg ile takip etmekte olup bu çalışma verilerini gösterir çalışmalarda Pb'nin çok yüksek kirlilik seviyelerine sahip olduğunu ve

antropojenik kirliliğe işaret ettiği belirtilmiştir (Esen vd., 2010). Bu çalışma kapsamında incelenen tersane ve limandaki değerler Pb değerlerinin diğer çalışmalar göre düşük olduğu ve az seviyede kirlilik içerdiği ifade edilebilir.

Cr değerleri Uruguay'da bulunan Montevideo Limanı'nda, İzmit Körfezinde 22 ve 25 noktada yapılan çalışmalarda diğer alanlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cr değerleri bu alanlar için 79-406 mg/kg aralığında değişiklik göstermektedir. Cr değerlerinin yüksek çıkmasında bölge yakınlarında bulunan boya, kaplama ve deri endüstrilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine bu çalışma kapsamında incelenen tersanedeki Cr değerinin limandaki değerlere göre yüksek çıkmasının sebebinin tersane işlemlerinde kullanılan boyalardan ve kaplama proseslerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Suudi Arabistan'ın Arap Körfezi'ndeki AlKhobar kıyı şeridinden toplanan kıyı sedimentlerindeki Cu değerleri ile Kuzey Star Tersanesi Cu değerleri benzerlik göstermektedir. AlKhobar kıyı şeridinden toplanan kıyı sedimentlerindeki metallerin ciddi şekilde artışı kısmen antropojenik faaliyetlere, özellikle de Al-Khobar sahilindeki arama, nakliye ve tuzlu su tuzdan arındırma tesislerinden kaynaklanan petrol sızıntılarına ve bölgedeki diğer endüstriyel faaliyetlere bağlanmıştır (Alharbi and El-Sorogy, 2017). Kuzey Star Tersanesi'ndeki Cu değerlerinin ise gemi gövdelerinde biyolojik kirlenmeyi engellemek amacıyla kullanılan bakır levhalardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında incelenen liman ve tersane sedimentlerinin Ni değerleri birbirine benzerlik göstermekte olup 2,5-10 mg/kg arasında değişiklik göstermektedir. AlKhobar kıyı şeridi ve İzmir Körfezinden alınan 22 adet sediment numunelerindeki Ni değerleri ise 24-116 mg/kg arasında değişiklik göstermekte olup AlKhobar kıyı şeridindeki en yüksek Cr değeri 116 orta kirlilik seviyesi olarak belirlenmiştir. Bu tespite göre bu çalışma kapsamındaki tersane ve limandaki Ni değerlerinin kirlilik düzeyleri çok düşük olarak yorumlanabilir.

Tersanedeki Zn değerleri 62-105 mg/kg arasında seyrederken limandaki Zn değerleri ise 21-69 mg/kg arasında değişkenlik göstermektedir. Tersane alanının tamamının ve liman alanının doğusunda faaliyetlerini tamamlamış tersaneden kaynaklı olarak gemi inşaat-bakım proseslerindeki boya kullanımı, kaplama işlemleri, korozyon önleyici malzeme kullanımından etkilenerek Zn kirliliği oluştuğu yorumlanabilir. AlKhobar kıyı şeridinden alınan numunelerde Zn değerleri 24-86 mg/kg arasında olup limanın sonuçlarına benzemektedir. AlKhobar kıyı

şeridinde bir tersane bulunmamasına rağmen çok sayıda endüstriyel tesis bulunmakta olup buradaki Zn kirliliği orta seviyede olarak değerlendirilmiştir. AlKhobar kıyı şeridinde kıyı kirliliği göz önüne alınarak limandaki Zn kirliliği için orta seviye olarak yorumlama gerçekleştirilebilir.

Hg değerleri İzmir'de bulunan Nemrut Körfezi hariç çok düşük değerlerde seyretmektedir. Körfezde ise 1,7-9,6 mg/kg arasında değişmektedir (Esen vd., 2010). Cıva oldukça toksik bir metal olup bu yüksek konsantrasyonlara sebebiyet veren kaynakların daha fazla araştırılması gerekmektedir. Bu kadar yüksek Hg kirliliği Venedik Lagünü'nde de gözlenmiştir (0,5-11,9 mg/kg kuru ağırlık) (Zonta vd., 2007).

Proje kapsamında Doç. Dr. Halim Aytekin Ergül ve Arş. Gör. Serdar Aksan tarafından ''Dip Tarama Çalışması Biyoçeşitlilik Envanteri ve Hidrobiyolojik İnceleme Teknik Raporu'' hazırlanmıştır. Raporda saha çalışmalarında tehdit altında ya da tehlike altında olan bir tür bulunmadığı, dip tarama çalışmaları sırasında tarama alanındaki bentik habitatların faaliyetlerden etkilenebileceği, dip tarama işlemleri ile bölge zemininin genelini oluşturan ve doğal süreçler dışında oluşan organik çökelti ve gevşek sediment uzaklaştırılması sonucu uzun vadede bölgede canlı çeşitliliğine olumlu etkide bulunabileceğine değinilmiştir. Ayrıca, potansiyel risklerin kontrolü amacıyla, proje tamamlandıktan sonra tarama alanında ve etki alanında biyolojik çeşitliliğe etkileyebilecek unsurlarda artış olup olmadığı yeniden değerlendirilebileceği hakkında tavsiye verilmiştir (TARGİM, 2022).

Gübre Fabrikaları Limanı doğusunda faaliyetlerini 2018 yılında tamamlamış tersane bulunmasından kaynaklı liman alanın en doğusunda diğer alanlara nazaran Pb, Cr, Cu ve Zn metallerinin değerlerine göre bir kirlilik tespit edilmiştir. Alanın en doğusunda bulunan DTM orta seviyede bir kirlilik özelliğine sahip olduğu düşünülürken limanın diğer bölgelerinde düşük kirlilik olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda dip tarama malzemesinin yönetimi açısından ÇED raporunda verilen veriler, literatür taramaları ve kirlilik değerleri göz önünde bulundurularak DTM'nin hangi faydalı kullanım yönteminde kullanılabileceği değerlendirmeleri değerlendirilmiştir. Çizelge 6.7.'de liman dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi verilmiştir.

Çizelge 6.7. Liman dip tarama malzemesinin faydalı kullanım yöntemlerinde değerlendirilmesi (TARGİM, 2022)

NO	YÖNETİM ŞEKLİ	DEĞERLENDİRME		
		FİZİKSEL İÇERİK	KİMYASAL İÇERİK	YÖNETİM ŞEKLİ UYGUNLUĞU
1	Sahil İyileştirme/Kumsal Besleme	●	-	-
2	Arazi Oluşturma/Dolgu Alanı Oluşturma/Arazi Islahı	●	-	-
3	Katı Atık Bertaraf Sahalarında Dolgu Örtü Tabakası	✓	●	✓
4	Kıyı Koruma İşlemleri	✓	●	✓
5	Sulak Alan Oluşturma/İyileştirme	✓	-	-
6	Karasal Yaşam Alanı Oluşturma/İyileştirme	-	-	-
7	Terk Edilmiş Maden Ocaklarında Dolgu Yapılması	✓	●	●
8	Beton Üretimi	●	●	●
9	Karayolunda Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılması	-	-	-
10	Seramik/Tuğla Üretiminde Kullanılması	✓	✓	✓

(✓: uygun, ●: kısmen uygun, -: uygun değil)

1 ve 2 numaralı yöntemlerde kum-çakıl içeriği yüksek sedimentler kullanılmakta olup liman sedimentleri yaklaşık %40 oranında kum-çakıl içermektedir. Kum-çakıl malzemenin siltli-killi malzemeden ayrımı liman tesisinde geçici olarak kurulacak eleme tesisleri ile gerçekleştirilebilir. Ancak, limanın doğu bölümü orta seviyede ağır metal kirliliği içerirken diğer kısımlar düşük seviyede ağır metal kirliliği içermesinden kaynaklı 1 ve 2 numaralı yöntemle kullanılacak alanlardaki canlılara toksik etki gösterebileceği düşünülmektedir. 1 ve 2 numaralı yöntem, limandaki sedimentlerin fiziksel özelliğinden kaynaklı kısmen uygun, kimyasal içeriğinden dolayı ise uygun olmadığı yorumlanmıştır.

3 numaralı yöntemde, hem sedimentlerin kil-silt içeriğinin daha yoğun olmasından hem de sedimentlerin bir noktada yüksek diğer noktalarda düşük seviyede ağır metal içermesinden kaynaklı I. Sınıf Düzenli Depolama Sahaları ara örtülerinde kullanılması uygun olarak değerlendirilebilir. I. Sınıf Düzenli Depolama Sahalarında kullanılması ile saha dışından/içinden temin edilmesi gereken killi malzeme tüketimi azaltılabilir. Liman ile en yakın I. Sınıf Düzenli Depolama Sahası arasında karayolu ile yaklaşık 30 km mesafe bulunmaktadır. Kuzey Star Tersanesi'nin İSTAÇ'ın işlettiği düzenli depolama sahasına 54 km mesafede bulunmasından kaynaklı yöntemin proje sahipleri tarafından hem ekonomik hem çevresel anlamda ayrıntılı olarak değerlendirilmesi yorumu yapılmış olup limanın düzenli

depolama sahasına daha yakın olması diğer projeye göre hem daha ekonomik hem de daha çevreci ve sürdürülebilir olabileceğini göstermektedir.

4 numaralı yöntemi genel olarak açık denizlerde banket (berm) oluşturma ve jeotüpler oluşturma olarak tanımlanmaktadır. İncelenen ÇED projesi kapsamında bir kıyı koruma yapısı inşa edilmesi planlanmış olsaydı DTM'nin killi-siltli yapısından dolayı jeotüpler oluşturularak değerlendirme gerçekleştirilebilirdi. Jeotüpler kirli sedimentlerin içerisinde toplanması ve içerideki suyun dışarı çıkmasını sağladığından, liman sedimentlerinde görülen düşük ve orta seviyedeki ağır metal kirlikleri ile çevre alanların bağlantısı kesilmiş olacak kirlilik jeotüpler içerisinde kalacaktır (Bossy vd., 2023). DTM'nin fiziksel-kimyasal özelliklerinin yöntem için uygun olduğu, proje alanı limanlar, tersaneler ve endüstriyel tesislerin bulunduğu bir alanda olduğundan bölgede bir kıyı koruma inşası gerçekleşmesi halinde DTM bu amaç için kullanılabilir.

5 numaralı yöntemde kil-silt içeriği yüksek DTM kullanılmasından kaynaklı uyumlu olarak değerlendirilmiş olup DTM'nin orta ve düşük seviyede ağır metal kirliliği içermesinden, İzmit Körfez bölgesinde çok sayıda sulak alan bulunmamasından ve körfez bölgesinin antropojenik kaynaklardan kirliliğe maruz kalmasından uygun olarak değerlendirilmemiştir.

Tatlı sularda oluşan DTM karasal yaşam alanı oluşturmak için kullanılabilmektedir. Limanda oluşacak DTM'nin tuz içermesinden DTM'lerin 6 numaralı yöntem ile kullanılması uygun olarak değerlendirilememiştir.

Maden sahası dolgusunda kullanılabilecek DTM'nin kirlilik durumu ile alakalı birden fazla yaklaşım bulunmakta olup uluslararası mevzuatlarda hem kirlenmiş malzemenin de kirlenmemiş malzeme ile dolgu yapılabileceği belirtiyor (Demirbaş, 2016). Pensilvanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada düşük seviyede ağır metal kirliliği içeren DTM ve kömür külü karıştırılarak maden sahalarının rehabilitasyonunda kullanılmıştır. DTM içerisine kömür külü ilavesi ile malzeme içindeki serbest suyun bağlaması sağlanmıştır. Dolgu işlemleri başladıktan sonra yeraltı ve yüzey suyu etkilerinin izlendiği beş yılı aşkın süre boyunca, halk sağlığını ilgilendiren maddeler, PCB'ler, pestisitler, uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler, dioksinler ve furanlar-yüzey ve yeraltı suyu izleme noktalarının hiçbirinde tespit edilmemiştir. (Voros, 2005). 7 numaralı yöntem için silt-kil içeriği yüksek malzemeler kullanılmakta olup liman içerisindeki DTM'nin fiziksel özellikleri bunu karşılamaktadır. Limanın genel olarak

düşük seviyede kirlilik değerleri içermesi, Pensilvanya'da gerçekleştirilen çalışmalarda örnek alınarak 7 numaralı yöntem ile kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, DTM'nin hem taşınması için hem de maden sahalarında suyu tutabilmesi için kömür külü gibi maddeler eklenmesi gerektiğinden ve saha çevresindeki yer altı, yer üstü su kaynaklarının izlemesinin sürecinin uzun olmasından kaynaklı 7 numaralı yöntemin kısmen uygun olduğu yorumlanmıştır. Söz konusu uygulama hakkında yerel yönetimler ve maden işletme firmaları ile iletişim sağlanarak projeler gerçekleştirilebilir.

DTM'nin kum-çakıl içeriğine göre daha çok kil-silt içermektedir. 8 numaralı yöntemin kullanılabilmesi için DTM içerisindeki kum ve çakıl miktarına ulaşılması gerekmektedir. Bu işlem için liman alanında eleme tesisi kurularak, kum-çakıl içeriğinin kil-silt içeren kısımdan ayrılması gerçekleştirilebilir. Kalan killi ve siltli malzeme ise başka bir faydalı kullanım yöntemi ile kullanılabilir. Eleme tesisinin kurulumunun gerekeceğinden 8 numaralı yöntem fiziksel açıdan kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Brezilya, Paranagua Liman'ından alınan sedimentler ile üretilen betonun çözünürlük ve dayanıklık testlerinin sonuçları DTM'nin beton üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir (Mymrin vd., 2021). Paranagua Liman'ında yapılan çalışma ile betonun sedimentteki kirliliği içerisinde tuttuğu örneklemiş olup bu çalışma kapsamında incelenen orta ve düşük seviyede kirlilik içeren liman sedimentlerinin de 8 numaralı yöntem ile kısmen kullanılabileceği düşünülmekte olup kalite standartlarına uygun üretim gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

9 numaralı yöntemin kullanılabilmesi için DTM içerisindeki kum-çakıl kısmının ayrıştırılması yapılmalıdır. Bu işlem için liman alanında eleme tesisi kurulabilir. Ayrıca, DTM'nin karayolunda dolgu malzemesi olarak kullanılması için malzeme susuzlaştırma işlemine tabii tutulması gerekmekte olup su içeriğinin bağlayıcı içeriği azalacağından kum içeriğine kimyasal bağlayıcılar eklenmesi gerekecektir (Wang vd., 2017). Bu işlem aşamalı gerçekleştirileceğinden, işlemler sırasında temiz su kaynakları kullanılacak olması, DTM içerisinde orta-düşük seviyede ağır metaller bulunmasından kaynaklı endüstriyel atıksu oluşacak olması sebeplerinden limandan oluşacak DTM'nin 9 numaralı yöntem ile yönetilmesi çok uygun değildir.

Seramik/tuğla üretiminde kullanılacak DTM'nin tuz oranı %30'dan az ve fiziksel içeriğinin ise kil-siltten oluşmalıdır (Demirbaş, 2016; Burt, 1996). Limandaki DTM'nin tuz içeriği incelenmemiş olup malzeme yüksek oranda kil-silt içermektedir. DTM içerisinde

azımsanmayacak kadar kum-çakıl bulunmakta olup DTM üretime gönderilmeden önce eleme işlemine tabi tutulmalıdır (Demirbaş, 2016). Seramik/tuğla üretiminde kullanılabilmesi için öncelikli olarak malzemenin tuz içerikleri incelenerek uygunluğu değerlendirilebilir. Ayrıca, DTM içerisinde orta-düşük seviyede ağır metal kirliliği bulunmakta olup seramik/tuğla üretimindeki pişirme prosesinde ağır metaller seramik/tuğlanın camsı matrisi içinde katılaşması ile stabilize edilecektir (Slimanou vd., 2020). Proje alanına 15-40 km mesafe aralığında birçok tuğla/seramik fabrikası bulunmakta olup yöntemin uygulamaya geçilmesi sağlanır ise hem fabrikaların hammadde ihtiyaçları azaltılmış olur hem de daha sürdürülebilir DTM yönetimi gerçekleştirilmiş olur.

Gübre Fabrikaları Liman'ında dip tarama işlemleri ile oluşacak DTM Çizelge 6.5'de on adet faydalı kullanım yöntemi kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler, limanın doğusunda orta seviyede kirlilik, diğer bölümlerde düşük seviyede kirlilik içermesi, elek analiz sonuçlarına göre kil-silt yoğunluğu yüksek olması ve faydalı kullanım yöntemlerindeki önemli fiziksel-kimyasal özellikleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır. On yöntem içerisinden katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası, kıyı koruma işlemleri ve seramik/tuğla üretiminde kullanılabileceği, beton üretiminde ise kısmın kullanılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar kesin sonuçlar olmamakla beraber her dört yöntem içinde ayrıntı analizler yapılarak, hangi yöntemin daha uygun olduğuna karar verilerek faydalı kullanım yöntemi belirlenebilir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ticarette deniz ulaşımının karayoluna, havayollarına ve demiryollarına göre daha yaygın olarak kullanılması ile limanlarda genişleme-bakım çalışmaları, yeni liman yapımları ve bunlara bağlı olarak artan gemi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için gemi inşa (tersane) sanayisinin gelişmesi gerçekleşmektedir. Bu gelişmelerle, liman ve tersane faaliyetlerinden ve denizlerin doğal akıntı-taşınım hareketlerinden kaynaklı kıyı yapılarında zaman içerisinde sediment birikimleri oluşmaktadır. Sediment birikimleri zaman içerisinde gemilerin limanlara ve tersanelere giriş ve çıkışlarında emniyetli seyrine engel oluşturmaktadır. Biriken sedimentlerin belirli dönemlerde taranması zorunlu bir limancılık ve tersanecilik işlemi haline gelmiş olup bu işlem deniz taşımacılığının ve tersane işlemlerinin devamlılığı açısından önem arz etmektedir.

DTMÇYY'ye göre 2024 yılı Temmuz ayı itibari ile Marmara Denizi'nde bulunan boşaltım alanlarına boşaltım yapılması ÇŞİDB tarafından yasaklanmıştır (ÇŞİDB, 2020a). Bu sebepten dolayı liman/tersane yönetimleri, DTM'nin faydalı kullanım yöntemlerine eğilmek mecburiyetine kalacaktır. Bu çalışmada incelenen toplam 2 adet dip tarama projesi; Marmara Denizi içerisinde 1 adet limanda ve 1 adet tersanede planlanmış olup bu projeler için Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporu hazırlanmış, ÇŞİDB tarafından ÇED Olumlu kararı verilmiştir. Rapor içerisindeki veriler kullanılarak DTM'nin faydalı kullanım yöntemlerinin, tekrar boşaltım yapılmasına karşın daha sürdürülebilir çevre ortaya koymaya yardımcı olduğu, Dünya genelinde yapılan çalışmalarla karşılaştırmalar yapılarak kanıtlanmaya çalışılmıştır.

Her iki projedeki DTM'nin fiziksel kompozisyonun kil ve silt içeriğinin ağırlıklı olduğu sonucuna varılmıştır. Projelerdeki verilere göre her iki projedeki DTM, Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği'ne göre kirlilik durumunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), Arsenik (As), Krom (Cr), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Cıva (Hg) ve Toplam PCB parametreleri analizlerine göre kirlilik içermediği belirtilmektedir. Fakat limandaki ve tersanedeki ağır metal sonuçları Dünya genelindeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında tersanenin Cu ve Zn metal kirliliğine, limanın ise doğu kısmında diğer bölgelerine karşın orta seviyede bir ağır metal kirliliğine olduğu düşünülmektedir.

Cu ve Zn metal kirliliklerinin sebebinin gemi inşaat-bakım proseslerindeki boya kullanımı, kaplama işlemleri, korozyon önleyici malzeme kullanımı ve gem gövdelerinde bakır levha kullanımında kaynaklı olduğu kanısına varılmıştır. Limanın doğusundaki kirliliğin liman alanının diğer yerlerine göre yüksek çıkmasının sebebinin ise yine liman doğusunda üretim faaliyetlerini tamamlamış olan tersaneden olduğu düşünülmektedir.

ÇŞİDB tarafından yayımlanan DTMÇYY' ve ''Dip Taraması ve Boşaltım Faaliyetleri Uygulama ve Yetki Devri Genelgesi'' içeriklerinde belirtilen Marmara Denizi dökü alanları sınır değerlerinin yeterli olmadığı düşünülmektedir. Marmara Denizi, sanayi-tarımsal faaliyetlerin yoğunluğundan kaynaklı endüstriyel metal kirliğine maruz kalmaktadır. Bu tarımsal ve endüstriyel metal yüklemelerinden kaynaklanan metal kirliliğini önlemek için uygun izleme ve iyileştirme stratejileri olmalıdır. Sanayi ve atık su tesislerinin yüklemeleri azaltmak için uygun arıtma sistemleri geliştirmesi çok önemlidir. Metal kirliliğinin daha fazla sınırlandırılması için ulusal ölçekte uygun sediment kalitesi mevzuatına ihtiyaç bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında literatür çalışmaları ile Dünya genelinde en çok uygulanmaya çalışılan ve araştırılan on adet faydalı kullanım yöntemi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Daha sonrasında ise iki adet proje içerisindeki veriler değerlendirilerek DTM'nin hangi faydalı kullanım yöntemi için uygun olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, tarama malzemesinin on yöntem içerisinden katı atık bertaraf sahalarında dolgu örtü tabakası olarak kullanılması, kıyı koruma işlemleri için kullanılması, terk edilmiş maden ocaklarında dolgu yapılması ve seramik/tuğla üretiminde kullanılabileceği sonuçlarına varılmıştır. Bu sonuçlar projeler için son karar olmamalıdır. Çünkü fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmelidir. Daha sonra sonrasında hangi faydalı kullanım yöntemi için uygun olabileceğine karar verilebilir.

DTM hem bir kaynak olarak değerlendirilebilmesi hem de ekonomik değeri olmasından faydalı kullanım yöntemleri ile yönetilmesi teşvik edilmeli ve ulusal/uluslararası mevzuatlarda bu kapsamlarda değişiklikler yapılması gerekmektedir. Dip tarama projelerinde denizde bertaraf etmeye yönelik getirilebilecek kısıtlamalar ile faydalı kullanım yöntemleri daha fazla dikkate alınması sağlanabilir. DTM'nin faydalı kullanım da değerlendirilmesini ve uygulanmasını artırmak için en uygun yaklaşımlar yerel yönetimler tarafından ekonomik olarak teşvik edilebilir.

Faydalı kullanım gerçekleştirilme aşamasında tüm taraflar arasında koordinasyon ve bilgi akışı düzenli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. DTM'nin depolanmasını gerektirmeyecek şekilde zamansal koordinasyonu sağlanır ise malzemenin daha sağlıklı ve ekonomik bir şekilde taşınması sağlanabilir. Dünya ve ülkemizde artan çevresel duyarlılık sayesinde çevreye zarar verilmesini önleyici mevzuatlar hazırlanmakta, sözleşmeler imzalanmakta, yeni projeler hazırlanmakta ve yeni araştırmalar yapılmaktadır. 2024 yılı Temmuz ayı itibari ile Marmara Denizi'nde bulunan boşaltım alanlarına boşaltım yapılması ÇŞİDB tarafından yasaklanacaktır. Bu sebepten dolayı liman/tersane yönetimleri, DTM'nin faydalı kullanım yöntemlerine eğilmek mecburiyetine kalacak olup bu çalışma ile tüm taraflara yönelik faydalı kullanım yöntemlerinin kullanılması hakkında bir ön kılavuz olabilmesi için hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Alharbi, T., and El-Sorogy, A. (2017). Assessment of metal contamination in coastal sediments of Al-Khobar area, Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Journal of African Earth Sciences* , 129, 458-468.

Anderson, J. (2007). Sand sieve analysis. P.J.W. Gore (Ed.), *Historical Geology Online Laboratory Manual*. Department of Geology, Georgia Perimeter College, Dunwoody, Georgia, 278.

Asar, M. (2019). *Düzenli depolama alanlarının planlanması ve Osmaniye ili örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Ay, C. (2020). *İstanbul Boğazından geçen ticari gemilerden kaynaklanan emisyonun incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aygül, Ö. ve Baştuğ, S. (2020). Deniz taşımacılığı kaynaklı hava kirliliği ve insan sağlığına etkisi. *Journal of Maritime Transport and Logistics*, 1(1), 26-40.

Başar, H. M., Güzel, B., Erdoğan, P. Ö. ve Tolun, L. (2017). Türkiye'deki deniz dibi tarama malzemelerinin faydalı kullanım öncesi çevresel etkilerinin belirlenmesi: Ticari limanlar & balıkçı barınakları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(4), 1063-1076.

Bayrak, K. (2018). *Marmara Denizi İzmit Körfezi Altınova tersane bölgesinde ağır metal ve çevresel radyoaktivite incelemesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayram, E. (2017). *The use of dredged materials for road fill and the characteristical analysis of treated materials*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Tekniik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Biçer, S. (2021). *Marmara Denizine mansaplı derelerde sediman tarama ve uzaklaştırma yöntemlerinin AHP ve TOPSIS yöntemi ile irdelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İbn Haldun Üniversitesi Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Bolam, S., and Whomersley, P. (2005). Development of macrofaunal communities on dredged material used for mudflat enhancement: a comparison of three beneficial use schemes after one year. *Marine Pollution Bulletin*, 50(1), 40-47.

Bose, B. P., and Dhar, M. (2022). Dredged sediments are one of the valuable resources: A review. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 4(2), 324-331.

Bossy, K., Anderson, T., and Kobilnyk, T. (2023). *Dewatering and containment of heavy-metal contaminated sediments with geotextile containers and polymers: developing and validating system performance and design*. Paper presented at the British Columbia Mine Reclamation Symposium, University of British Columbia, Arnprior, Ontario.

Briant, N., Bancon-Montigny, C., Elbaz-Poulichet, F., Freydier, R., Delpoux, S., and Cossa, D. (2013). Trace elements in the sediments of a large Mediterranean marina (Port Camargue, France): Levels and contamination history. *Marine Pollution Bulletin*, 73(1), 78-85.

British Standard. (1991). *Maritime structures part 5: Code of practice for dredging and land reclamation*. British Standard Institute, *6349-5*, London, UK.

Burt, T. N. (1996). *Guidelines for the beneficial use of dredged material*. Wallingford: H R Wallingford.

Büyükfidan, Z., Ecer, D., Tunçez, V., Çetin, B. E. ve Bolat, C. (2022). *Kıyı yatırımları*. Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Casado-Martínez, M. C., Buceta, J. L., Belzunce, M. J., and DelValls, T. A. (2006). Using sediment quality guidelines for dredged material management in commercial ports from Spain. *Environment International*, 32(3), 388-396.

CERC. (1984). The beach and nearshore system. *Shore Protection Manual*. Coastal Engineering Research Center, United States Army Corps of Engineers: Washington, DC, USA, 5-6.

Clark, R. B. (1986). *Marine pollution.* New York: Oxford University.

ÇŞİDB. (2010). *Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik.* Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

ÇŞİDB. (2015). *Atık Yönetimi Yönetmeliği*. Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

ÇŞİDB. (2020a). *Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği*. Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

ÇŞİDB. (2020b). *Dip Taraması ve Boşaltım Faaliyetleri Uygulama ve Yetki Devri Genelgesi.* Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Çevre Referans Laboratuvarı Şube Müdürlüğü. (2021). *Nehirler, Göller ve Nehir Ağzı Alanlarında Dip Çökeltilerinden Numune Alma İçin Kılavuz.* Ankara, Türkiye: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2014). *Düzenli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi ve İşletme Kılavuzu.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Çınar Mühendislik Müşavirlik A.Ş. (2020). *Kanal İstanbul Projesi ÇED Raporu.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Degraeve, N. (1981). Carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects of cadmium. *Mutation Research,* 86(1), 115-135.

Demirbaş, N. (2016). *Deniz dibi tarama işleminden çıkan malzemenin değerlendirilmesi ve faydalı kullanımı.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

DOKAY-ÇED Çevre Mühendisliği. (2016). *İzmir Körfezi ve Limanı Rehabilitasyon Projesi.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Eller, G., Krüger, M., and Frenzel, P. (2005). Comparing field and microcosm experiments: a case study on methano-and methylo-trophic bacteria in paddy soil. *FEMS Microbiology Ecology,* 51(2), 279-291.

Erdoğan, P. Ö. ve Başar, H. M. (2019). Recycling of marine dredged materials, coal fly ash and waste foundry sand as lightweight aggregates. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University,* 34(3), 1377-1394.

Esen, E., Kucuksezgin, F., and Uluturhan, E. (2010). Assessment of trace metal pollution in surface sediments of Nemrut Bay, Aegean Sea. *Environ Monit Assess*, 160, 257-266.

Esen, M., Cihan, H. K., Söğüt, E. ve Güler, I. (2014). Tarama malzemesi kullanımı ile gerçekleştirilen örnek projeler. *8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu.* İstanbul: İMO İstanbul Şubesi, 1-16.

Fullarton, M., Nairn, R., Petykwoski, C. J., Selegean, J. P., and Barber, L. T. (2006). Cat Island restoration. J. M. Smith (Ed.), *Coastal Engineering.* San Diego: 30th International Conference on Coastal Engineering, 4154-4166.

Gökçe, G. F., Aydemir, P. K., Hasanoğlu, P. ve Özbay, M. (2015). Katı atık düzenli depolama sahalarının ve vahşi depolama alanlarının ıslahı ve bitkilendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 258-271.

Gökçe, T. ve Özcan, M. (2018). Tarama malzemesi ile dolgu işleride tasarım. *9. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*. Adana: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 31-49.

Grassle, F., Johnson, O., and Voros, A. (1997). *The use of dredge materials in abandoned mine reclamation.* Pennsylvania: Pennsylvania Department of Environmental Protection.

Hakstege, P., and Laboyrie, H. (2002). Strategies for management of dredged materials in the Netherlands. *Dredging '02: Key Technologies for Global Prosperity*. American Society of Civil Engineers, 1-4.

Hayes, A. (1984). *Principals and methods in Toxicology.* New York: Raven Press.

Horoz, Ç., Aksoy, İ. H. ve Tonyalı, İ. (2014). Haliç tarama çamuru, çimento ve hava sürükleyici karışımın geoteknik özellikleri. *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onbeşinci Ulusal Kongresi*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 1-3.

Hosokawa, S., Hara, T., and Nozu, M. (2019). Advanced engineering techniques and environmental measures for beneficial sediment use in Japan. *Australasian Coasts & Ports 2019 Conference*. Hobart: Informit Search, 611-616.

İnternet: Dredge yard delivers cutter suction dredger ECO 200 to United Arab Emirates. *Dutch Water Sector*. URL: https://www.dutchwatersector.com/news/dredge-yard-delivers-cutter-suction-dredger-eco-200-to-united-arab-emirates, Son Erişim Tarihi: 25.08.2024.

İnternet: Murray, J. Beneficial Use of Dredged Material. *U.S. Army*. URL: https://www.army.mil/article/255750/beneficial_use_of_dredged_material, Son Erişim Tarihi: 25.08.2024.

İnternet: Substance priority list. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. URL: https://www.atsdr.cdc.gov/spl/resources/1993_atsdr_substance_priority_list.html, Son Erişim Tarihi: 25.08.2024.

İSTAÇ. (2024). *Atık yönetimi*. İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167-182.

Kapdaşlı, S. (1996). Kıyı koruma uygulamaları. *I. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*. Samsun: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 93-96.

Kapsimalis, V., Panagiotopoulos, I., Kanellopoulos, T., Hatzianestis, I., Antoniou, P., and Anagnostou, C. (2010). A multi-criteria approach for the dumping of dredged material in the Thermaikos Gulf, Northern Greece. *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2455-2465.

Karadoğan, Ü. (2021). *Haliç dip tarama çamuru ve maden atığının geotekstil tüp ile susuzlaştırılması ve geoteknik mühendisliği açısından değerlendirilmesi.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Karadoğan, Ü., Çevikbilen, G. ve Teymür, B. (2020). Deniz dibi tarama malzemelerinin yol dolgusu olarak kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(2), 1059-1070.

Kim, J. G., and Jang, H. S. (2014). Evaluation of characteristics of particle composition and pollution of heavy metals for bottom sediments in Cheonsu Bay, Korea. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, 20(4), 358-371.

Kol, B. (2010). *Türkiye'nin dış ticaretinde deniz taşımacılığının önemi ve sorunları.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Koşun, E. (2017). *Atterberg Limitleri Deneyi*. Ders Notları, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye.

Lekunberri, I., Calvo-Díaz, A., Teira, E., Morán, X. A. G., Peters, F., Nieto-Cid, M., Espinoza-González, O., Teixeira, I. G., and Gasol, J. M. (2010). Changes in bacterial activity and community composition caused by exposure to a simulated oil spill in microcosm and mesocosm experiments. *Aquatic Microbial Ecology*, 59(2), 169-183.

Manap, N., Polis, S., Sandirasegaran, K., Masrom, A. N., Chen, G. K., and Yahya, M. Y. (2016). Strength of Concrete Made From Dregded Sediments. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78(7-3), 111-116.

MGS Proje Müşavirlik Mühendislik. (2021). *Tersane Alanı Dolgu ve Dip Tarama Projesi ÇED Raporu.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

MGS Proje Müşavirlik Mühendislik. (2023). *Rota Limanı Tesisleri ve İlave Tevsii İnşaatı Projesi.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

MEB. (2012). *İnşaat Teknolojisi: Hazır Beton Üretimi*. Ankara. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.

Mohan, R. K., Herbich, J. B., Hossner, L. R., and Williams, F. S. (1997). Reclamation of solid waste landfills by capping with dredged material. *Journal of Hazardous Material*, 53(1-3), 141-164.

Muniz, P., Danulat, E., Yannicelli, B., Garcı´a-Alonso, J., Medina, G., and Bicego, M. (2004). Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). *Environment International*, 29(8), 1019-1028.

Mymrin, V., Scremim, C. B., Stella, J. C., Pan, R. C., Avanci, M. A., Bosco, J. C., and Rolim, P. (2021). Environmentally clean materials from contaminated marine dredged sludge, wood ashes and lime production wastes. *Journal of Cleaner Production*, 307, 127074.

Navarro, P. G. (2010). Management of dredged material in the port of Huelva, Spain. *Maritime Engineering*, 163(4), 171-177.

Navruz, H. Ö., Mert, A., Çömez, Ş. ve Komut, M. (2021). *Toprak ve stabilizasyon laboratuvar el kitabı.* Ankara: T.C. Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü.

Ohnishi, H., and Sasaki, S. (1990). Soil improvement technique for vast reclaimed land by combination of vertical drains and dewatering. *PIANC Permanent International Association of Navigation Congresses Bulletin*, 64(68) , 153-159.

Okay, O.S., Ozmen, M., Güngördü, A., Yılmaz, A., Yakan, S.D., Karacık, B., Tutak, B., and Schramm, K.W. (2016). Heavy metal pollution in sediments and mussels: assessment by using pollution indices and metallothionein levels. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 1-18.

Ortiz, O., Castells, F., and Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(1), 28-39.

Pollock, C. B., and Allison, M. (1993). *Berm crest width considerations, interim design guidance update of nearshore berm construction.* Vicksburg: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

Sağlık, A. ve Güngör, A. G. (2008). *Karayolları esnek üstyapılar projelendirme rehberi.* Ankara: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı-Karayolları Genel Müdürlüğü.

Sardar, K., Ali, S., Hameed, S., Afzal, S., Fatima, S., Shakoor, M. B., Bharwana, S. A., and Tauqeer, H. M. (2013). Heavy metals contamination and what are the impacts on living organisms. *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety*, 2(4), 172-179.

Scheffler, A., Roth, T., and Ahlf, W. (2014). Sustainable decision making under uncertainty: a case study in dredged material management. *Environmental Sciences Europe*, 26, 1-12.

Sheehan, C., and Harrington, J. (2012a). An environmental and economic analysis for geotube coastal structures retaining dredge material. *Resources, Conservation and Recycling*, 61, 91-102.

Sheehan, C., and Harrington, J. (2012b). Management of dredge material in the Republic of Ireland-A review. *Waste Management*, 32(5), 1031-1044.

Sheehan, C., Harrington, J., and Murphy, J. D. (2010). A technical assessment of topsoil production from dredged material. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1377-1385.

Slimanou, H., Eliche-Quesada, D., Kherbache, S., Bouzidi, N., and Tahakourt, A. (2020). Harbor Dredged Sediment as raw material in fired clay brick production: Characterization and properties. *Journal of Building Engineering*, 28, 101085.

Smith, H. (1979). *An Introduction to Habitat Development on Dredged Material*. Washington: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

Solanki, P., Jain, B., Hu, X., and Sancheti, G. (2023). A review of beneficial use and management of dredged material. *Waste*, 1, 815–840.

Staniszewska, M., and Boniecka, H. (2017). Managing dredged material in the coastal zone of the Baltic Sea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 1-17.

Tan, İ., and Aslan, E. (2020). Metal pollution status and ecological risk assessment in marine sediments of the inner Izmit Bay. *Regional Studies in Marine Science*, 33, 100850.

Tan, İ., Yüksek, A., Tuğrul, S., Tutak, B., Tolun, L., Aydöner, C., Altınok, H., Öztürk, B., Ediger, D., Yücel, N., Sayın, E., Beşiktepe, Ş., and Salihoğlu, B. (2015). *Selection of the dredged material disposal sites in the Turkish coastal areas*. Paper presented at the Twelfth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST), Varna, Bulgaria.

TARGİM. (2022). *Gübretaş Liman Tevsii ve Dip Tarama Kapasite Artışı Projesi ÇED Raporu.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

TARGİM. (2023). *Rıhtım, Dip Tarama, Granüler ve Kimyasal Depolama Tankı İlavesi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu.* Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

USACE. (1987). *Beneficial uses of dredged material.* Washington: US Army Corps of Engineers, Washington, DC, USA.

USEPA., and USACE. (2007). Identifying, planning, and financing beneficial use projects using dredged material: beneficial use planning manual. *Beneficial Use Planning Manual.* U.S. Environmental Protection Agency & U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC, USA.

Vellinga, P. (2002). Dredging in a changing environment. *Terra et Aqua*, 87, 3-13.

Vlasblom, W. J. (2003). *Designing dredging equipment*. Lecture notes, Delft University of Technology, Delft, Netherlands.

Voros, A. S. (2005). The use of coal ash and dredged materials in large scale abandoned mine reclamation. *Regulation, Risk, And Reclamation with Coal Combustion By-Products at Mines: A Technıcal Interactıve Forum.* Lexington: U.S. Department of the Interior, Office of Surface Mining Coal Research Center, Southern Illinois University Carbondale, 183-192.

Wang, D., Abriak, N. E., and Zentar, R. (2017). Dredged marine sediments used as novel supply of filling materials for road construction. *Marine Georesources & Geotechnology*, 35(4), 472-480.

White, D. C., Stair, J. O., and Ringelberg, D. B. (1996). Quantitative comparisons of in situ microbial biodiversity by signature biomarker analysis. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 17(3-4), 185-196.

Yasar, D., Aksu, A., and Uslu, O. (2001). Anthropogenic pollution in İzmit bay: heavy metal concentrations in surface sediments. *Turk J Engin Environ Sci*, 25, 299-311.

Yebra, D. M., Kiil, S., and Dam-Johansen, K. (2004). Antifouling technology—past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. *Progress in Organic Coatings*, 50(2), 75-104.

Yılmaz, A. (2014). *Türkiye kıyılarında tersane ve marina faaliyetlerinden kaynaklanan organik kirletici seviyelerinin pasif örnekleyiciler yardımıyla belirlenmesi.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zonta, R., Botter, M., Cassin, D., Pini, R., Scattolin, M., and Zaggia, L. (2007). Sediment chemical contamination of a shallow water area close to the industrial zone of Porto Marghera (Venice Lagoon, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 55(10-12), 529-542.



Gazili olmak ayrıcalıktır