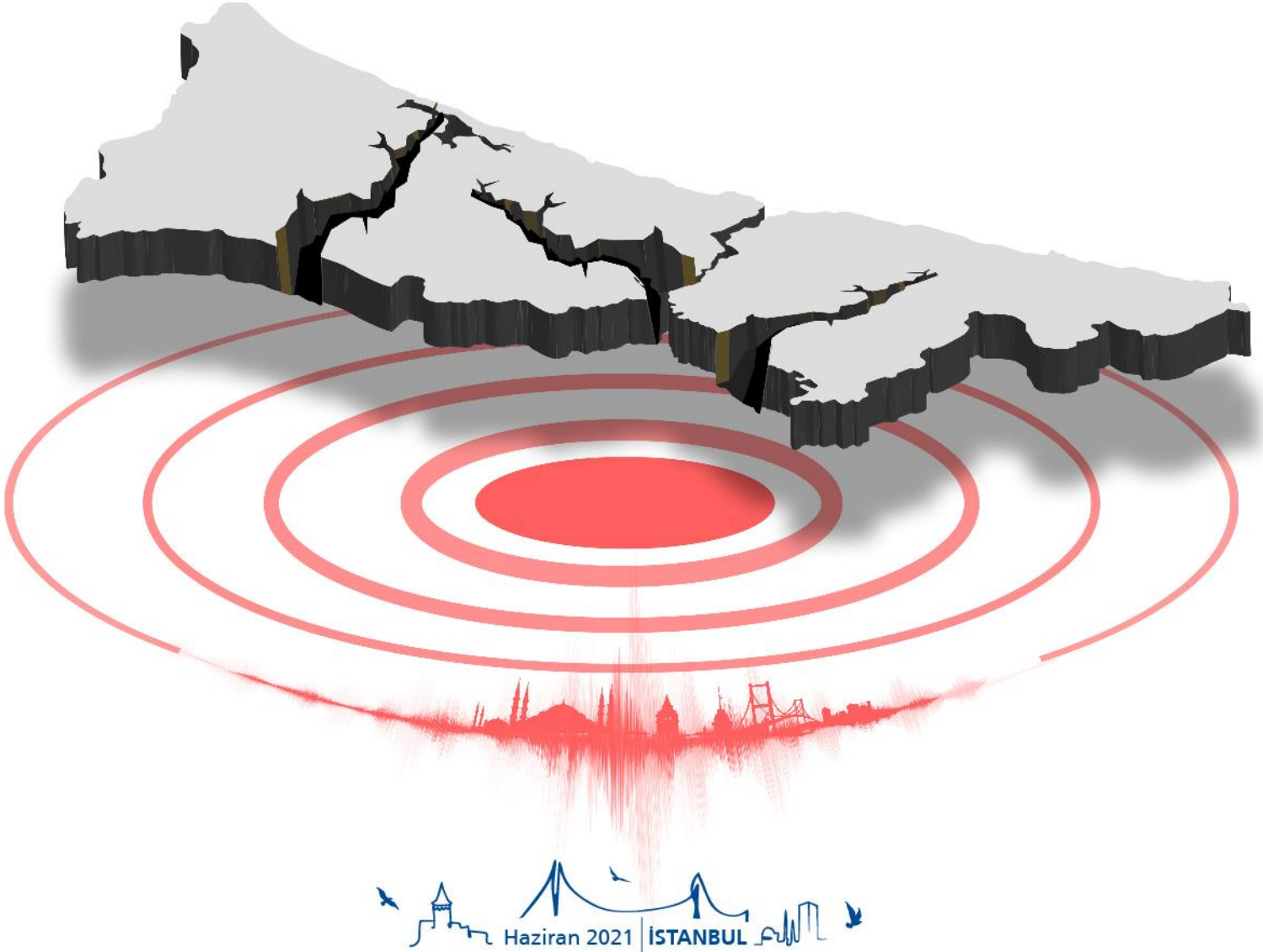




İSTANBUL
BÜYÜKŞEHİR
BELEDİYESİ

Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı
Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü

OLASI YIKICI BİR İSTANBUL DEPREMİNDE OLUŞABİLECEK ENKAZA DAİR YÖNETİM PLANI



İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
2.DÖKÜM SAHALARINA AİT BİLGİLER	1
3. MAKİNE – EKİPMAN DURUMU	3
4.SENARYO DEPREMİNE GÖRE ENKAZ VE YOL KAPANMA DURUMU	5
5. ENKAZ YÖNETİMİ İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR ANALİZ.....	10
6. ENKAZ KALDIRMA SENARYOSU	13
7.ENKAZLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ.....	14
8. ACİL DURUM ŞARTLARINDA ALTERNATİF ÇÖZÜMLER.....	27
9.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	31
10.KAYNAKLAR.....	34

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Yıllık döküm miktarı.....	3
Tablo 2. Mw 7.5 senaryo depremi için yapısal hasar kaynaklı tahmini enkaz miktarı	5
Tablo 3. Enkaz kaldırma araç ve personel listesi	13
Tablo 4. Türkiye’de hafriyat toprağı, inşaat/yıkıntı atıkları yönetimi için yasal dayanaklar ...	14
Tablo 5. Geri kazanılabilir malzemelerin yeniden kullanılabilceğı alanlar	15
Tablo 6. 2019 yılı hafriyat atıkları miktarı	24
Tablo 7. Dip tarama malzemesinin denize boşaltılmasında uygulanacak sınır değerler.....	28
Tablo 8. Karadeniz’e döküm yapılabilmesi için malzeme hacmine, fiziksel ve kimyasal parametrelere bağılı döküm kriterleri.....	29
Tablo 9. Boşaltım alanı seçim kriterleri	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Enkaz döküm sahalarının konumları.....	1
Şekil 2. Avrupa ve Anadolu Yakası döküm sahaları kapasite bilgileri.....	2
Şekil 3. Kamyon ve iş makinelerinin sayı ve konumları.....	4
Şekil 4. Tek şeritli yollarda hücre bazında yol kapanması oluşabilecek nokta sayısı.....	7
Şekil 5. İki şeritli yollarda hücre bazında yol kapanması oluşabilecek nokta sayısı	8
Şekil 6. Mw 7.5 senaryo depremine göre çok ağır hasarlı binaların dağılımı.....	9
Şekil 7. Hasar olasılığı yüksek olan ilçelerden döküm sahasına kuş uçuşu uzaklık	9
Şekil 8. Avrupa Yakası için analiz haritası	11
Şekil 9. Anadolu Yakası için analiz haritası	12
Şekil 10. Ülkelere göre inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm yüzdeleri	16
Şekil 11. Seoul, Güney Kore'deki Cheong Gye Cheon Restorasyon Projesi	17
Şekil 12. Beton blok ve örnek uygulama alanı.....	18
Şekil 13. Abu Dabi-Al Dhafra geri dönüşüm tesisi	19
Şekil 14. RECYhouse – Belçika (sol); Yağmur oluğu, pencere ve döşeme kaplaması (sağ) ..	20
Şekil 15. Manifesto Eco House-Şili, Jaime Gaztelu ve Mauricio Galeano, 2009.....	21
Şekil 16. İstanbul için planlanan inşaat ve yıkıntı atığı yönetim modeli	22
Şekil 17. İ.B.B. Tuzla inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi.....	23
Şekil 18. İZBETON Berber Salih inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi	25
Şekil 19. Denizli inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi	25
Şekil 20. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi	26
Şekil 21. Diptar Projesi kapsamında önerilen Karadeniz Döküm Alanları.....	30

PROJE BİLGİLERİ

“Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı”, İstanbul’da senaryo depremi olarak kabul edilen Mw 7.5 büyüklüğündeki bir depremde oluşması öngörülen inşaat ve yıkıntı atıklarının (enkazın) ilçelere göre dağılımı ile döküm sahalarının ulaşım, kapasite ve verimlilik bilgilerinin incelendiği bir afet hazırlık planıdır.

Projeye görüş ve önerileri ile bilimsel katkılarını sunan akademisyenler;

Prof. Dr. Atiye TUĞRUL

(İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa – Jeoloji Mühendisliği Bölümü)

Prof. Dr. Turgut ÖZTAŞ

(Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – Şehir ve Bölge Planlama Bölümü - Emekli)

Prof. Dr. Semih ERGİNTAV

(Boğaziçi Üniversitesi – Jeodezi Ana Bilim Dalı)

Prof. Dr. Dilek EDİGER

(İstanbul Üniversitesi – Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Bölümü)

Prof. Dr. Ahmet Cevdet YALÇINER

(Ortadoğu Teknik Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği Bölümü)

Prof. Dr. Mustafa ERDİK

(Boğaziçi Üniversitesi - Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı - Emekli. Türkiye Deprem Vakfı Başkanı)

Doç. Dr. Ilgın GÖKAŞAR

(Boğaziçi Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği Bölümü)



İstanbul Büyükşehir Belediyesi
Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı
Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü

Jeofizik Mühendisi Özge UZUNKOL

Jeoloji Mühendisi Sertaç KARAKOÇ

Jeofizik Y. Mühendisi Burak ÇATLIOĞLU

Jeofizik Y. Mühendisi Hakan MEHMETOĞLU (Müdür Yrd.)

Jeofizik ve Geoteknik Y. Mühendisi Kemal DURAN (Müdür)

Dr. Tayfun KAHRAMAN (Daire Başkanı)

1.GİRİŞ

İnşaat ve yıkıntı atıkları, konut, köprü, yol ve benzeri yapıların tamirâtı, yenilenmesi, yıkımı ve doğal afetler sonucu oluşan atıklardır. Bu atıklar, kullanılan malzemelerin cinsine bağı olarak değişmekle birlikte genel olarak betonarme, beton, sıva, tuğla, ahşap, cam, metal parçaları, kiremit, plastik, asfalt ve doğal taş malzemeleri içermektedir.

Artan nüfus ve yapılaşmayla birlikte inşaat ve yıkıntı atıklarının kaldırılması, döküm sahalarına ulaştırılması, geri dönüşümü ve depolanması gibi durumlar enkaz yönetiminin önemli adımlarıdır. Deprem sonrası oluşabilecek yıkıntı atıklarının (enkazların) mevcut ulaşım ağı ile döküm sahalarına ulaşımının sağlanması için gerekli iş makinesi, inşaat atığı hacmi, döküm sahalarının dolgu hacmi ve yolların kapanma durumu analiz edilmiştir.

Bu raporda, kentsel dönüşüm projeleri ile binaların yenilenmesi sonucu oluşan inşaat yıkıntı atıklarının geri dönüşümü için mevcut durum belirlenmiş ve 7.5 büyüklüğünde bir senaryo depremi sonrasında öngörülen enkaz hacmi ile mevcut döküm sahalarının dolgu hacmi karşılaştırılarak sahalara giden yolların durumu ile makine envanteri incelenmiştir.

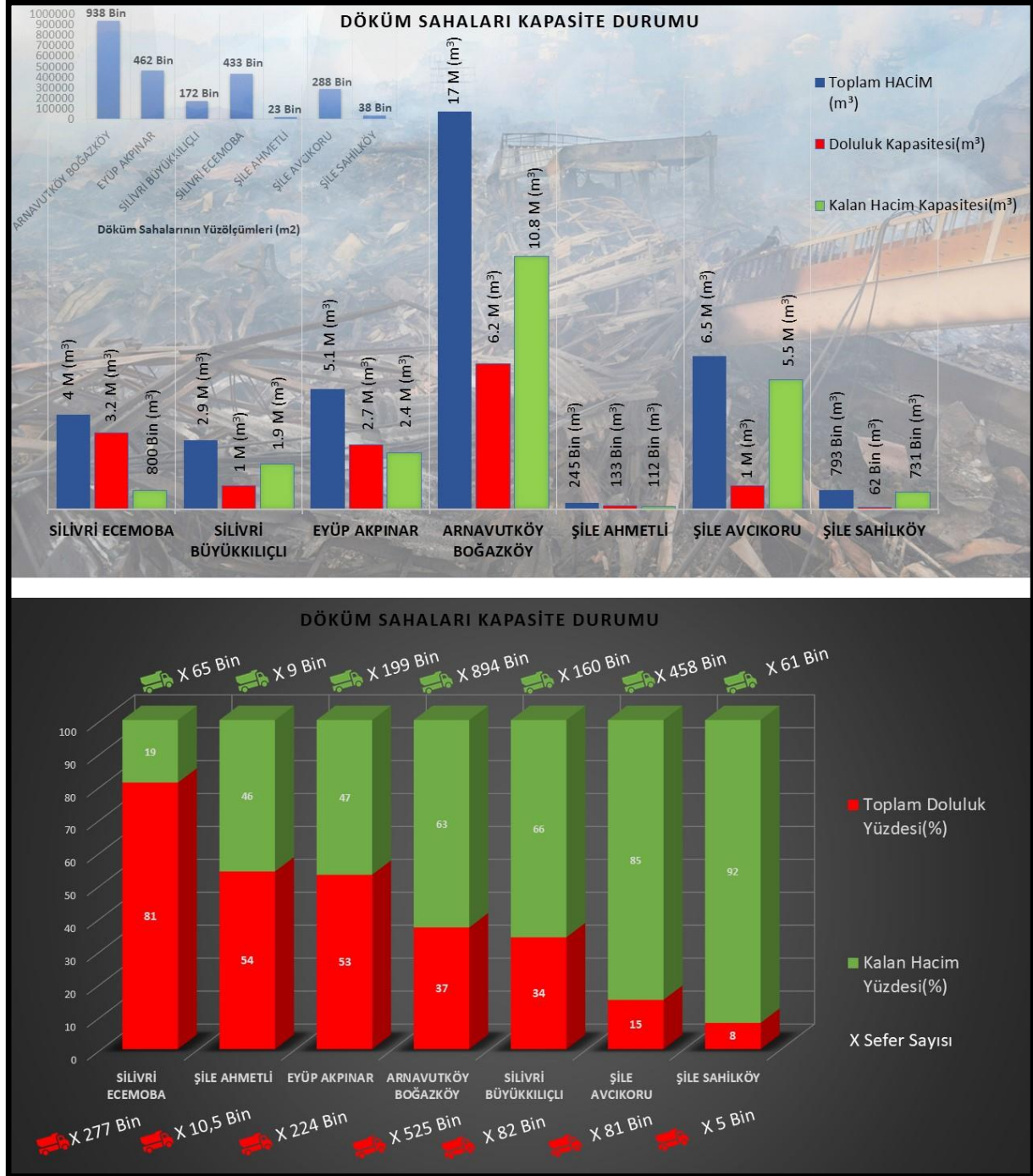
2.DÖKÜM SAHALARINA AİT BİLGİLER

İSTAÇ'tan alınan verilere göre döküm sahalarının yer bulduru haritası Şekil 1'de verilmiştir. İstanbul'da döküm sahaları incelendiğinde Avrupa Yakası'nda 4 adet, Anadolu Yakası'nda 3 adet olmak üzere toplam 7 adet döküm sahası bulunmaktadır.



Şekil 1. Enkaz döküm sahalarının konumları

Avrupa Yakası'ndaki döküm sahaları; Silivri Ecemoba, Silivri Büyükkılıçlı, Eyüp Akpınar, Arnavutköy Boğazköy sahalarıdır. Anadolu Yakası'ndaki sahalar ise Şile Ahmetli, Şile Avcıkoru, Şile Sahilköy sahalarıdır. Nisan 2021 verilerine göre, sahalar 2.357.649 m² alanda 36.484.329 m³ hacme sahiptir ancak aktif olarak kullanılmakta olduğu için 14.317.078 m³'lük kısmı doldurulmuş olup 22.167.251 m³'lük kısmı kullanılabilir durumdadır. Her bir döküm sahası için alan, hacim ve doluluk oranları ile boş kalan hacimleri hafriyat kamyonlarının kaç seferde doldurabileceği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Avrupa ve Anadolu Yakası döküm sahaları kapasite bilgileri

Her yıl ortalama 25 – 30 milyon m³ inşaat yıkıntı atığı depolanmaktadır. Bu miktar kentsel dönüşüm sürecine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Tablo 1).

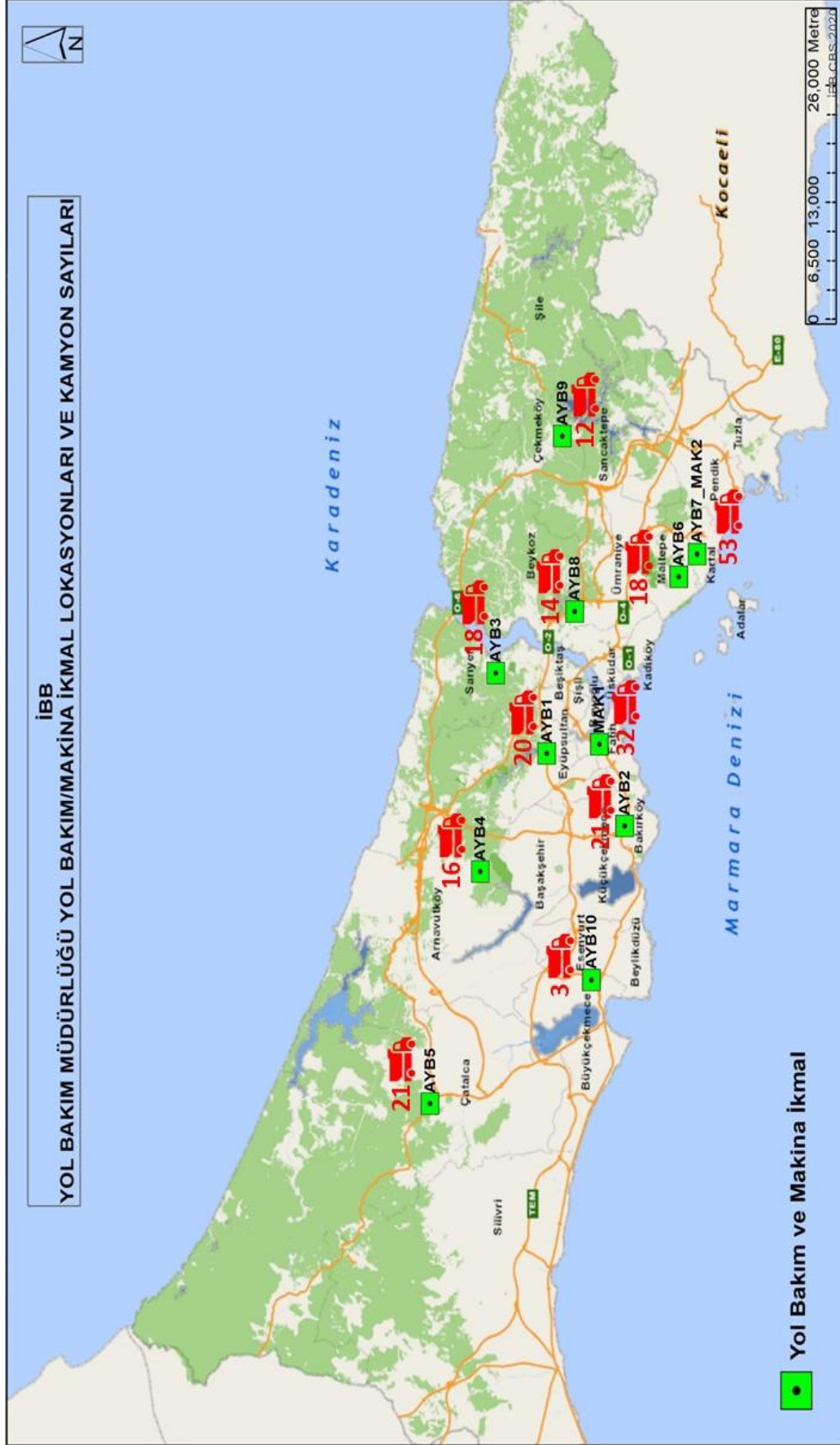
Tablo 1. Yıllık döküm miktarı

YIL	DEPOLANAN MİKTAR (m³)
2016	36.071.756,886
2017	41.710.092,308
2018	25.242.168,017
2019	15.397.934,077
2020	20.790.356,108

3. MAKİNE – EKİPMAN DURUMU

İ.B.B. Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı'ndan enkazların kaldırılması için kullanılacak makinelerin envanteri ve toplanma alanları bilgileri temin edilmiştir. Bu verilere göre Anadolu Yakasında 131 kamyon, 38 kırıcı/yükleyici, Avrupa Yakasında 97 kamyon, 1 kırıcı/yükleyici (Büyükçekmece) bulunmaktadır. 97 kamyon için 1 kırıcı/yükleyici iş makinesi bulundurmak, kamyonların efektif çalışmasını da engelleyecek vaziyettedir. Raporun analiz bölümünde iş makinelerinin yetersiz kaldığı daha net vurgulanmaktadır.

Avrupa Yakası 1.Bölgede (Gaziosmanpaşa) 20, 2.Bölgede (Bahçelievler) 21, 3.Bölgede (Sarıyer) 18, 4.Bölgede (Arnavutköy) 16, 5.Bölgede (Çatalca) 21, 6.Bölgede (Büyükçekmece) 3, Avrupa Makine-İkmalde (Eyüp) 32; Anadolu Yakası 6.Bölgede (Maltepe) 18, 7.Bölgede (Kartal) 17, 8.Bölgede (Ümraniye) 14, 9.Bölgede (Çekmeköy) 12, Anadolu Makine-İkmalde (Kartal) 36 ve toplamda İstanbul geneli için 228 adet kamyon bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Kamyon ve iş makinelerinin sayı ve konumları

4.SENARYO DEPREMİNE GÖRE ENKAZ VE YOL KAPANMA DURUMU

Bu bölümde yer alan olası enkaza ilişkin veriler, 2019 yılında İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü ile Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Bölümü tarafından hazırlanan ‘‘İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi’’ sonuç raporundan elde edilmiştir.

Yapısal hasarların sebep olacağı enkaz, betonarme ve çelik malzemeler ile tuğla, ahşap, vb. malzemeler olarak iki grupta değerlendirilmektedir. Yapısal taşıyıcı sistem türüne göre her bina sınıfı için tahmini enkaz miktarı, her bir hasar seviyesindeki toplam hasarlı inşaat alanının taşıyıcı sistem birim ağırlığı ve her bir hasar seviyesine karşılık gelen enkaz fraksiyonu ile çarpılmasıyla bulunmaktadır. Her bir hasar seviyesindeki toplam hasarlı inşaat alanı, mali kayıp tahminlerinde kullanılan, her hasar seviyesindeki bina sayısının bina türüne bağlı metrekare cinsinden ifadesidir. Bunlara göre, İstanbul bina envanterinde Mw 7.5 senaryo depremi nedeniyle oluşması muhtemel yapısal hasar kaynaklı tahmini enkaz miktarları Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Mw=7,5 senaryo depremi için yapısal hasar kaynaklı tahmini enkaz miktarı

Hasar Analiz Yöntemi	Enkaz Miktarı (ton)		
	Betonarme ve Çelik	Tuğla, Ahşap, vd.	Toplam
CSM	13.641.597	10.381.387	24.022.984
MADRS	10.441.078	8.663.101	19.104.179
CM	19.201.980	12.687.072	31.889.052
Ortalama	14.428.218	10.577.187	25.005.405

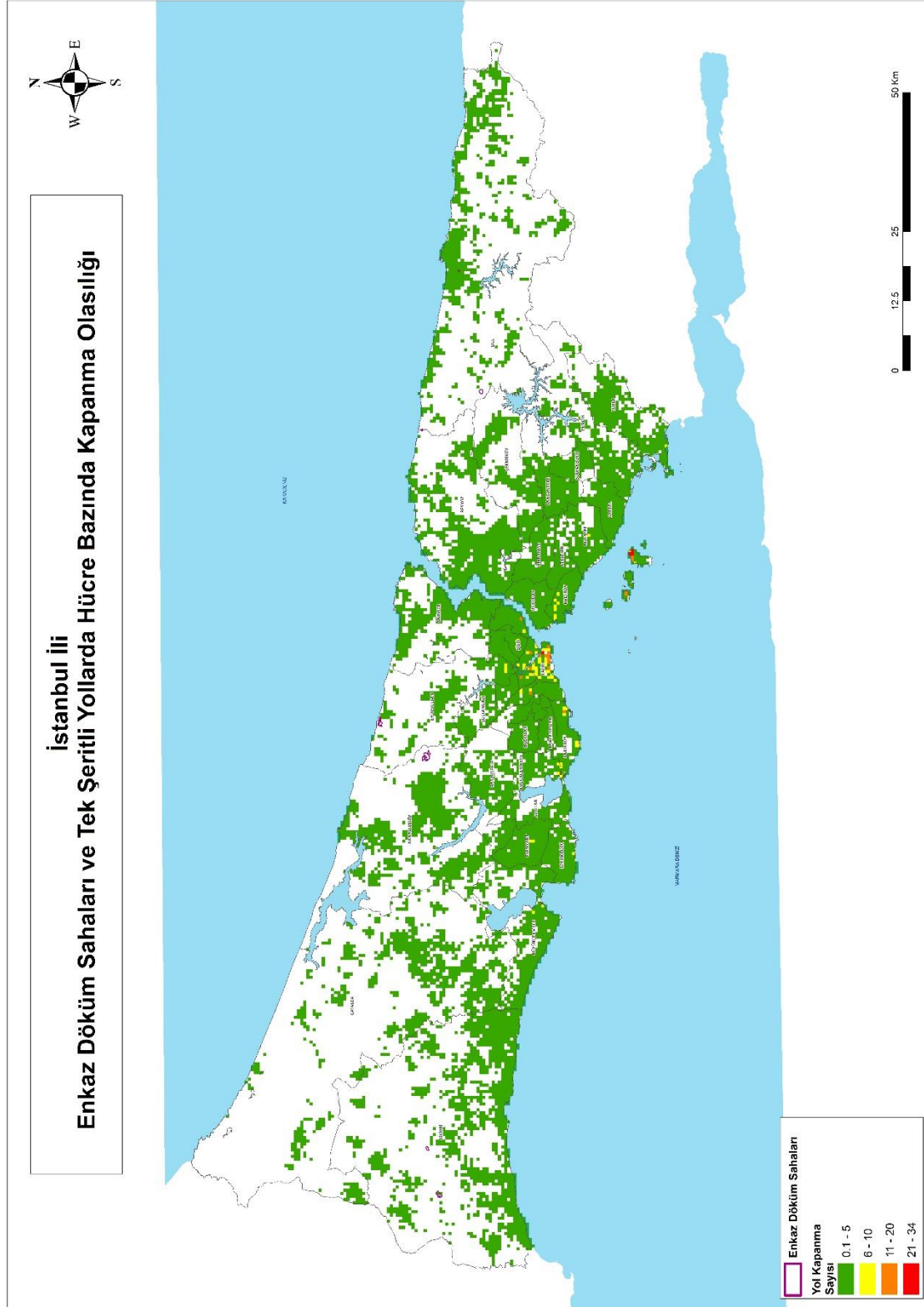
Farklı yaklaşımlar kullanılarak yapılan enkaz tahminleri arasında önemli farklar olsa da, ortalama değerleri kabul ederek yapılan hesaplar İstanbul’da senaryo depremi sonrasında yaklaşık 25 milyon ton ağırlığında bir enkaz oluşabileceğini göstermektedir. Devasa boyutlara ulaşan bu enkazın kentsel alanın dışına çıkarılarak uzaklaştırılması önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Enkazın nasıl, ne zaman ve hangi yöntemlerle temizleneceği konusunda planlama çalışmalarının yapılması oldukça önemlidir. Bir kamyonun kapasitesini iyimser tahminle 25 ton olarak kabul edersek, enkazın kaldırılması için 1.000.000 seferin gerekebileceği öngörülebilir. Kentin deprem sonrası barınma, sağlık, beslenme, ısınma vb. çok daha öncelikli sorunlarla baş etme durumunda kalacağı açık olmakla birlikte bir süre sonra enkaz kaldırma konusu gündeme gelecektir. Bu boyutta bir enkazın sadece karayolu ile kaldırılmasının çok zor olacağı ve uzun süreceği göz önünde bulundurularak, yapılacak planlarda deniz ve hava taşımacılığı gibi farklı çözümlerin de düşünülmesi gerekmektedir.

Yol Kapanması; binaların yol üzerine yıkılması nedeniyle yol üzerinde araç geçişine izin vermeyecek darlıkta geçitlerin oluşması olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada Mw 7.5 senaryo depremi neticesinde “Çok Ağır” seviyede hasar göreceği tahmin edilen binaların üzerinde buldukları yolun üzerine devrilerek ulaşımı engelleyeceği kabul edilerek analiz yapılmıştır. Bu analizde iki tür veri seti kullanılmıştır. Birinci veri projenin kentsel veri derleme sürecinde derlenmiş olan şerit sayısına göre sınıflandırılmış karayolu verisidir. Veri tabanında tek, iki, üç, dört ve daha üzeri sayıda şeritli yolların mekansal dağılımı mevcuttur. Analizlerde şerit genişliği yaklaşık 3 metre olarak kabul edilmiş, bina ve altyapı hasar analizlerinde kullanılan hücrelerin her birinde farklı yol genişlik sınıflarının uzunlukları hesaplanmıştır. Bu analizlerde örneğin iki şerit gidiş ve iki şerit geliş olan yollar toplam dört şerit olarak kabul edilmiştir.

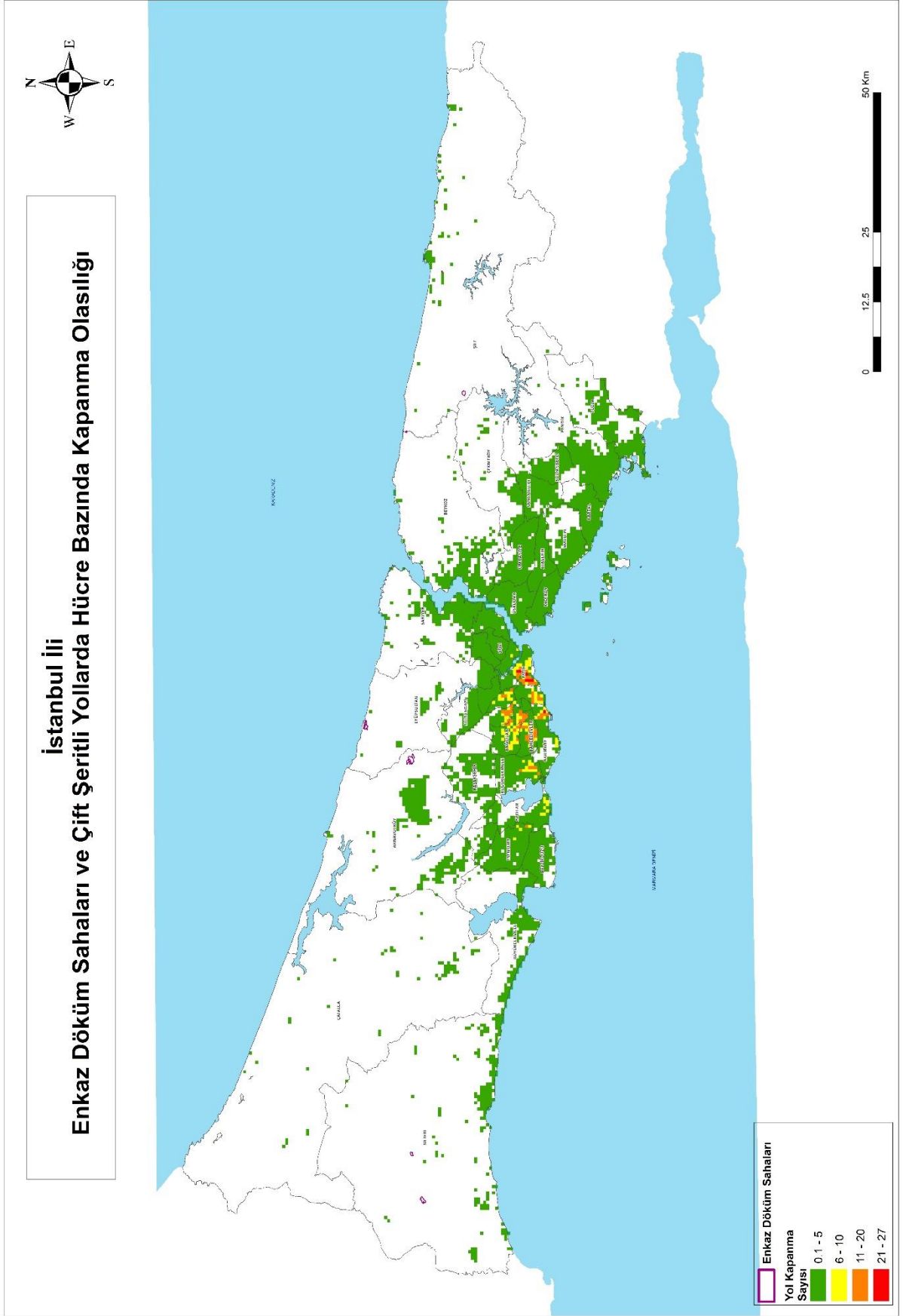
Yol kapanma analizinde kullanılan yöntemle ilişkin hususlar aşağıdaki gibidir:

- Analizde “Çok Ağır” hasar seviyesindeki binaların yolun araç geçişine izin vermeyecek şekilde kapanmasına neden olabileceği kabul edilmiştir.
- “Çok Ağır” hasar gören binaların yol ile ortak kenarı olduğu ve yıkımın yola doğru olacağı kabul edilmiştir.
- “Çok Ağır” hasar seviyesindeki binaların yükseklik sınıfları yol genişlikleri ile ilişkilendirilerek üzerinde buldukları yolları kapatma olasılıkları aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir:
 - Az katlı binalar (1 ila 4 katlı) çok ağır hasar almaları durumunda üzerinde buldukları tek şeritli yolları tümüyle, iki şeritli yolları ise kısmen kapatabilir.
 - Orta yükseklikteki binalar (5 ila 8 katlı) çok ağır hasar almaları durumunda üzerinde buldukları tek ve iki şeritli yolları tümüyle, üç şeritli yolları ise kısmen kapatabilir.
 - Çok katlı binalar (9 ila 19 katlı) ise çok ağır hasar almaları durumunda üzerinde buldukları tek, iki ve üç şeritli yolları tümüyle, dört ve üzeri şeritli yolları ise kısmen kapatabilir.
- 0,005x0,005 derecelik her hücrede çok ağır hasar alan binalar içinde buldukları hücredeki yollar ile hücredeki belli bir yol tipinin toplam yol miktarına oranın göre dağıtılmıştır. Bu dağıtım yapılırken olası en kötü durumun ortaya çıkabilmesi açısından çok ağır hasar almış binaların kapanmasına neden olabilecekleri yol sınıfları üzerinde olacağı kabul edilmiştir. Örneğin çok ağır hasar almış az katlı binalar yalnızca tek ve iki şeritli yollar ile ilişkilendirilmiştir.

- Takiben senaryo depremi sonrasında her bir analiz hücresinde belli bir yol tipinde kaç noktada yol kapanması olabileceği farklı bina yüksekliklerinden gelen kapanma sayıları toplanarak hesaplanmıştır.



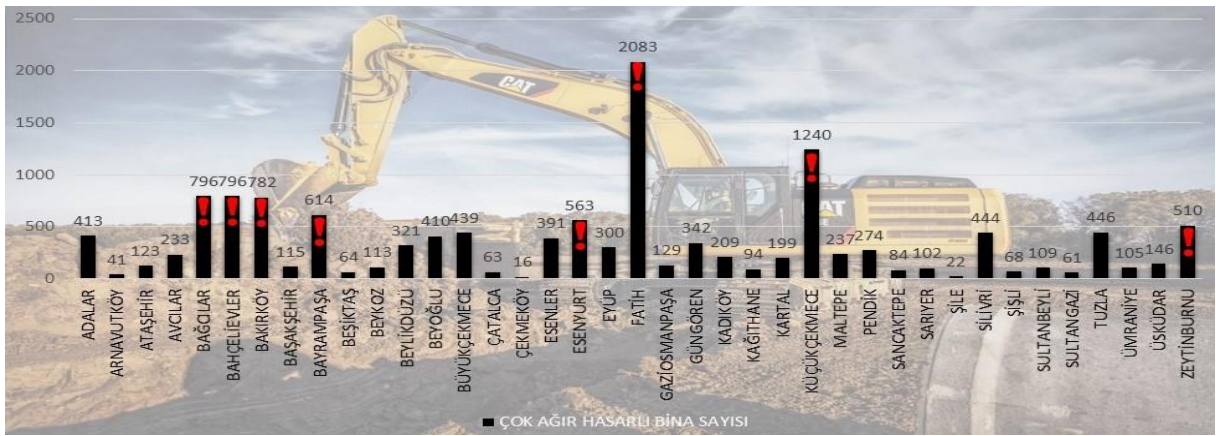
Şekil 4. Tek şeritli yollarda hücre bazında yol kapanması oluşabilecek nokta sayısı



Şekil 5. İki şeritli yollarda hücre bazında yol kapanması oluşabilecek nokta sayısı

Yol kapanma verilerine bakıldığında Fatih, Bahçelievler, Bağcılar ve Adalar ilçelerinde diğer ilçelere göre yolların kapanma olasılığı daha yüksektir. Bu bölgede oluşacak ve acil olarak kaldırılması gereken enkazların döküm sahalarına taşınması enkaz yönetim planında ayrıca değerlendirilmelidir.

Kapanan yol sayısı ve enkaz miktarı, çok ağır hasarlı bina sayısı (Şekil 6) ile ilişkilidir. Bu nedenle enkaz yoğunluğu sırasıyla Avrupa Yakası için Fatih, Küçükçekmece, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Bayrampaşa, Esenyurt, Zeytinburnu İlçelerinde, Anadolu Yakası için Tuzla, Adalar ve Pendik İlçelerinde beklenmektedir. Adalar'da oluşacak enkazlar için deniz yolu taşınması ve enkaz yönetiminde planlanmalıdır.



Şekil 6. Mw 7.5 senaryo depremine göre çok ağır hasarlı binaların dağılımı

Çok ağır hasarlı olması öngörülen binaların yoğun olduğu noktalardan en yakın döküm sahasına olan kuş uçuşu uzaklık Avrupa Yakası için 20-25 km uzaklıkta, Anadolu Yakası için 25-35 km uzaklıklardadır (Şekil 7).



Şekil 7. Hasar olasılığı yüksek olan ilçelerden döküm sahasına kuş uçuşu uzaklık

5. ENKAZ YÖNETİMİ İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR ANALİZ

Enkaz yönetimi için;

- 7.5 büyüklüğünde bir senaryo depremine göre oluşabilecek enkaz miktarı,
- Çok ağır hasar görebilecek mahalleler,
- Yolların kapanma durumu (hücresel veri ve ana arterler),
- Döküm sahalarının konumları, alansal büyüklükleri, hacimleri ve doluluk oranları,
- Hafriyat kamyonu, kırıcı/yükleyici, yakıt tankeri vb. makinelerin sayısı ve lokasyonları

birlikte değerlendirilerek bütünleşik bir mevcut durum analizi yapılmıştır (Şekil 8 ve Şekil 9).

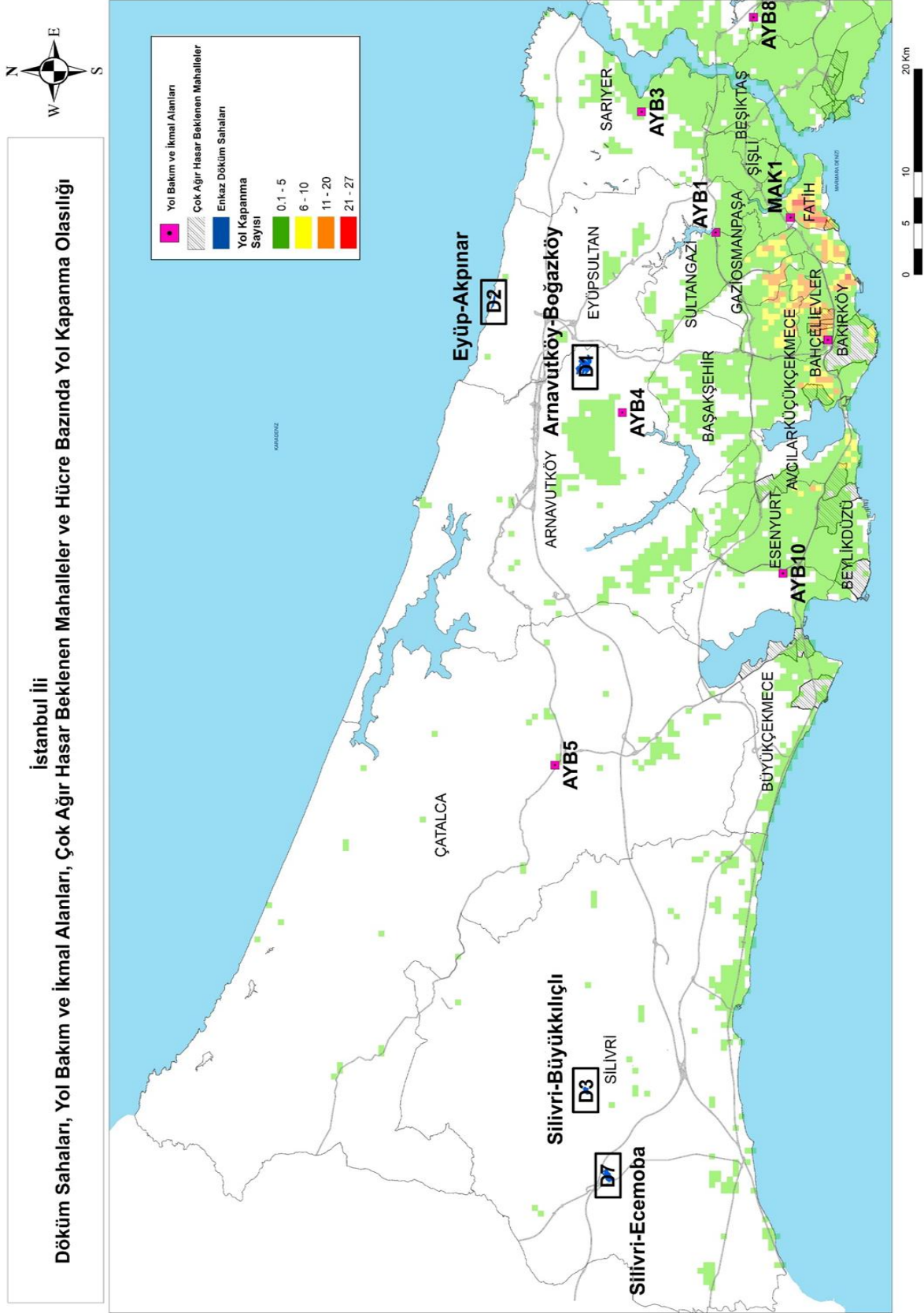
Olası Kayıp Tahminleri Projesinde, 7.5 büyüklüğündeki depremde 25 Milyon ton \cong 10 Milyon m^3 beklenen enkazın döküm sahalarına ulaştırılabilmesi için, 1 kamyonun 10-12 m^3 hacim alabileceğini düşünürsek, yaklaşık 1 milyon sefer yapılması gerekmektedir.

Döküm sahaları incelendiğinde yaklaşık 20 milyon m^3 boş hacim bulunduğu görülmektedir. Döküm sahaları şu an için yeterli görünse de kentsel dönüşüm faaliyetlerinin hız kazanması ve geri dönüşüm tesislerinin olmaması nedeniyle döküm alanlarının yeterliliği zaman içinde İstanbul için büyük bir sorun haline gelecektir.

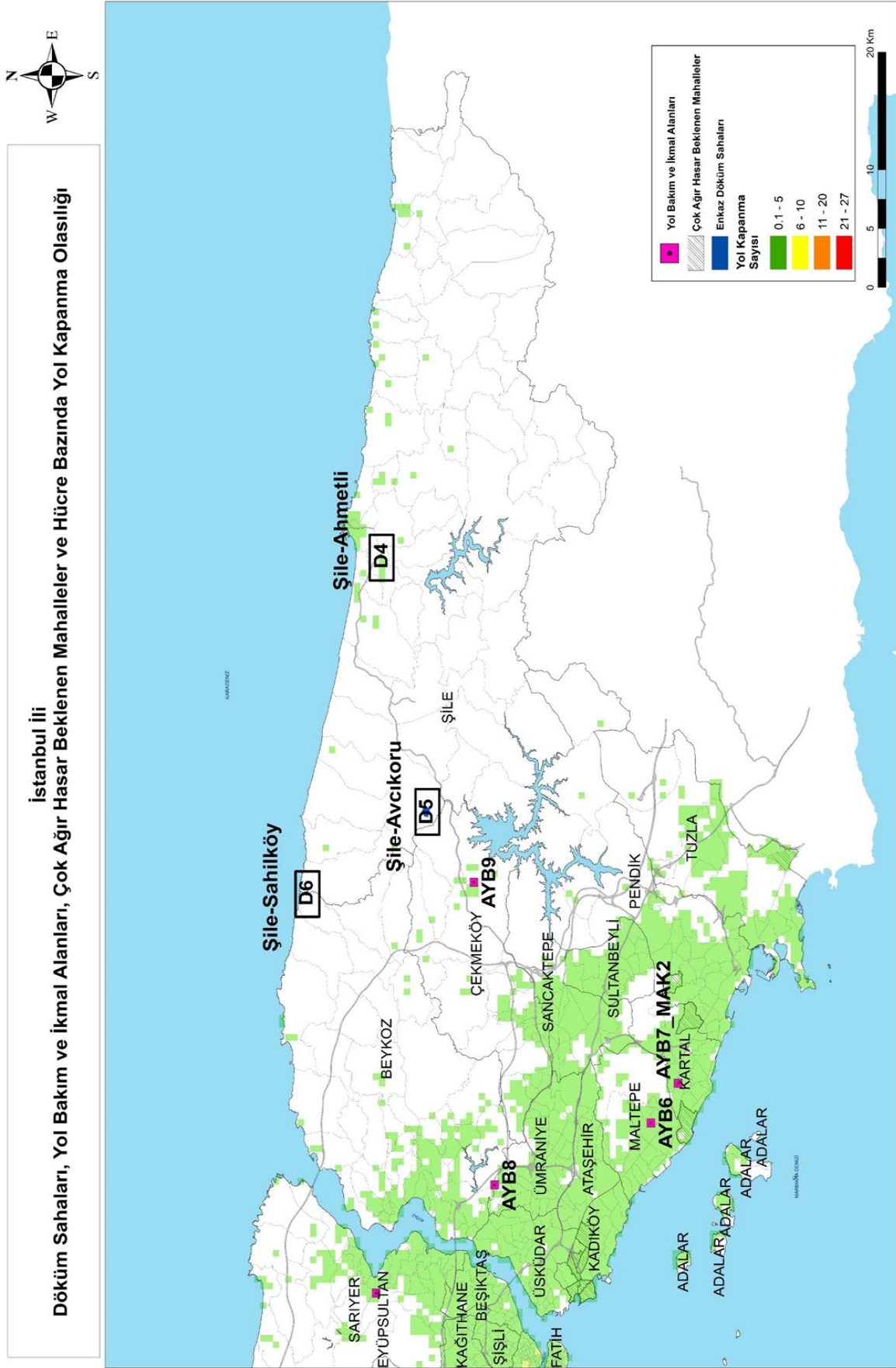
İBB Yol Bakım Müdürlüğü'nden alınan verilere göre enkaz için ayrılan kamyon sayısı 228'dir. Bir kamyonun günde 4 sefer yapabileceği ihtimali ile günde 912 sefer (228 kamyon x 4 sefer) gerçekleştirilebilir. Enkazın kaldırılması için gerekli olan 1 Milyon seferi, günde 912 sefer ile toplamda 1096 günde (yaklaşık 3 yıl) gerçekleştirilebileceği düşünülürse yeterli miktarda makine bulunmadığı görülmektedir.

Avrupa Yakası'nda Fatih, Zeytinburnu, Bahçelievler, Bakırköy, Küçükçekmece ilçelerinde yol kapanmalarının fazla olacağı görülmektedir. Bina enkazlarının kaldırılabilmesi için öncelikle yollara taşan enkazların kaldırılması ve yolların sürekli açık kalmasının sağlanması gerekmektedir.

Bütünleşik afet yönetiminin bir parçası olarak, uzmanların katkılarıyla oluşturulacak, "Enkaz Yönetimi Eylem Planı" na ihtiyaç olduğu görülmektedir. Adalarda oluşacak enkazlar için yönetim stratejisi oluşturulmalıdır.



Şekil 8. Avrupa Yakası için analiz haritası



Şekil 9. Anadolu Yakası için analiz haritası

6. ENKAZ KALDIRMA SENARYOSU

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) tarafından hazırlanan senaryoya göre;

Bir binadan ortalama 8500 ton enkaz çıkacağı, yollarda ise yaklaşık 500 ton enkaz olacağı öngörülmüştür. Arama-kurtarma faaliyetlerinin 3 gün süreceği ve ilk günden itibaren 1 ekskavatör, 2 damperli kamyon ilk aşamada çalışacaktır.

- İlk gün içerisinde 500 ton enkaz kaldırılacak,
- 8500 ton enkazın ise 3. günden itibaren kaldırılması ve enkazın 3 gün içerisinde 20 km uzaklıktaki Çekmeköy Ömerli enkaz döküm sahasına nakledilmesi için sefer yapılması,
- Her bir seferin 4 saat süreceği ve 1 günde 6 sefer yapacağı öngörülmüştür.

Enkaz kaldırma için gerekli makine sayıları ve kamyon yükleme süreleri de birlikte değerlendirildiğinde;

- Ortalama 16 kamyonun 96 sefer yapması, 24 saatte 2880 ton taşınması (1 kamyon 30 ton yük)
- 4 saatte 8 kamyon yüklenebileceği (1 ekskavatör yükleme yapacaksa 8 kamyon gerekirken, 1 ekskavatör 24 saatte 48 kamyon, 1440 ton yükleyebilmekte),
- Enkaz kaldırmanın 3 gün süreceği varsayılmaktadır.

Senaryoya göre enkaz kaldırma araç ve personel listesi alttdır.

Tablo 3. Enkaz kaldırma araç ve personel listesi

Ekip Adı	Ekip Bilgileri				Toplam*	
	Araç Bilgileri		Personel Bilgileri (Araç başına)			
	Araç Cinsi	Miktarı	Personel Özelliği	Kişi	Araç	Personel
Saha Amiri	Hizmet	1	Amir	1	1	3
Yükleme	Kazıcı Yükleyici veya Yükleyici/Ekskavatör/JCB	1	Operatör	1	1	3
Nakliye	Damperli kamyon	16	Şoför	16	16	48
Vinç	30 t ve üstü kaldırma kapasitesi	2	Operatör + personel	4	2	12
Araç Çekme	Çekici Araç (2 adedi büyük araç)	1	Operatör + personel	2	1	6
Toplam					21	72

7.ENKAZLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Enkaz yönetiminin önemli adımlarından biri de geri dönüşümdür. Bu nedenle ülkemizde hafriyat toprağı ve inşaat yıkıntı atıklarının çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı olarak atılmasının önüne geçmek, atıkların tekrar kullanımı ve geri dönüşümü için birçok kanun ve yönetmelik çıkarılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Türkiye’de hafriyat toprağı, inşaat/yıkıntı atıkları yönetimi için yasal dayanaklar

YIL	KANUN VE YÖNETMELİKLER
1983	Çevre Kanunu
2004	Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğı
2010	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
2015	Atık Yönetimi Yönetmeliğı
2017	Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğı
2017	Yıkım İşlemleri ile Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğı

Beton bileşiminin hacimsel olarak %65-75’nin agrega (kırmataş) olduğu ve kaliteli agrega kaynaklarının tükenmekte olduğu düşünüldüğünde, geri kazanılmış ürünlerin önemi artmaktadır. Yapısal atıkta en yüksek orana sahip atık betonlar geri dönüşümlüdür ve yeniden kullanılabilir. Geri kazanılmış betonlar ilgili standartları sağlamak şartı ile gerekli işlemlerden sonra orijinal malzemeler ile birlikte veya ayrı olarak; beton üretiminde yol, otopark, kaldırım, yürüyüş yolları, drenaj çalışmaları, kanalizasyon borusu ve kablo döşemelerinde dolgu malzemesi olmak üzere, alt ve üst yapı inşaatlarında, spor ve oyun tesisleri inşaatları ile diğer dolgu ve rekreasyon çalışmalarında öncelikli olarak kullanılabilir.

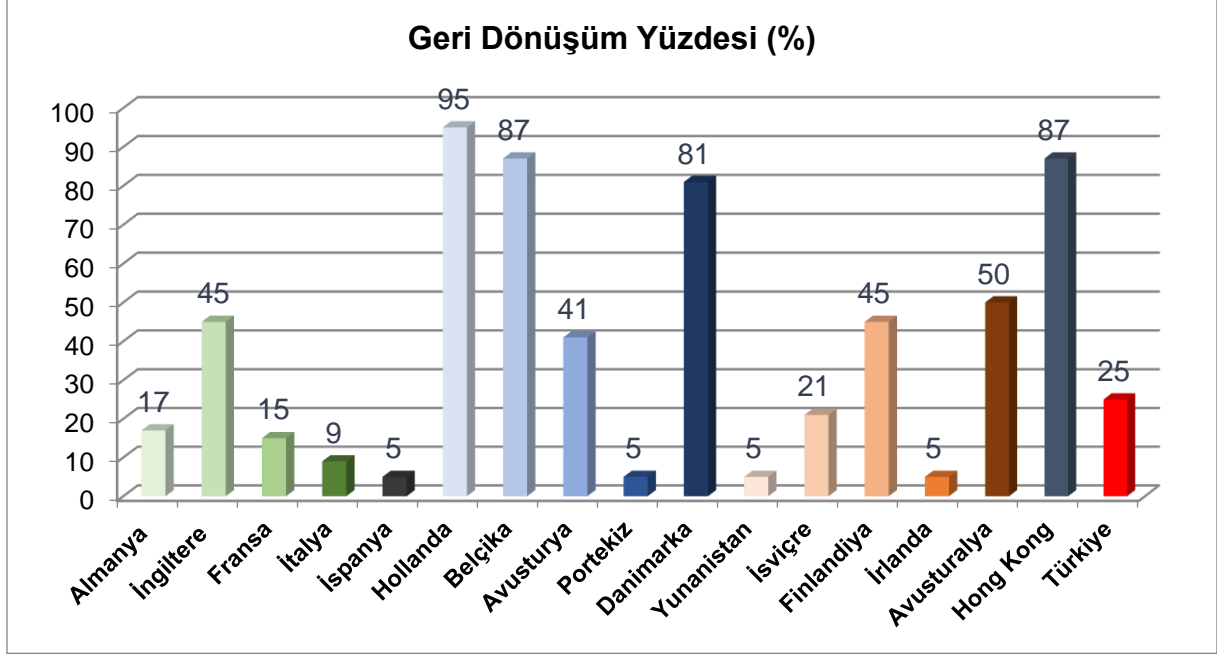
Çelik yapı ürünleri büyük oranda yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir. Hurdasının dahi ekonomik değeri vardır. Çeliğın geri dönüşümünde; enerjinin %74 ve hammaddenin %90 korunduğı, su tüketiminin %40 azaltıldığı ve maden atıklarında %97 azalma olduğu belirtilmektedir. Alüminyum atıklar tamamen geri dönüştürülebilien bir malzeme olmasına rağmen dünya genelinde ancak %15’i geri kazanılabilmektedir. Dünya çapında üretilen alçı panellerin çoğı Avrupa, ABD ve Japonya’da üretilmektedir. Dünyada üretim, yapım ve yıkım aşamalarında oluşan atık alçı paneller yaklaşık olarak 15 milyon ton olup, hafriyat alanlarına gönderildiğı ifade edilmektedir. Atık alçı levhalar, yeniden kullanım veya yeni levhaların

üretimi için hammadde olarak kullanılabilir. Asbest ve tehlikeli madde içeren sağlık ve çevre için zararlı atıkların yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi yasaktır. Bu ürünlerin ilgili yönetmelikler çerçevesinde bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Tablo 5. Geri kazanılabilir malzemelerin yeniden kullanılabilceği alanlar (Ölmez ve Yıldız, 2008; İpekçi vd., 2017'den düzenlenmiştir.)

Geri Kazanılabilir Malzeme	Kullanım Alanları
Asfalt Döşeme Malzemesi	Kırılmış asfalt parçaları, yeni asfalt döşeme malzemesi için agrega olarak kullanılabilir.
Beton	Beton parçaları yapı dolgu malzemesi olarak, demirle güçlendirilmiş betonarme malzemelerdeki demiri ayrıştırıldıktan ve beton parçalandıktan sonra inşaatlarda altyapı malzemesi olarak tekrar kullanılabilir. Kırılmış betonlar yürüyüş yollarında, kaldırım yapımında, drenaj sisteminde ve kanalizasyon borusu döşemede dolgu çakıl yollarda yüzey örtücü ve açık park (garaj) alanlarında altyapı dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilir.
Ahşap	Kırılmış, demiri giderilmiş olarak yapı dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Temizlenmiş, yongalanmış olanlar enerji kojenerasyonu amacı ile ince tahtalar halinde olanlar park bahçelerde çit malzemesi olarak, temizlenmiş tahtalar demiryolu döşeme ve telefon direği olarak kullanılabilir. Ahşap mobilya ve mutfak elemanları da yeniden kullanılabilir.
Alçı Taşı	Kağıdı giderilmiş alçı taşı levhaları yeni alçı taş levhası yapımında ve absorbent ürünlerinde kullanılır.
Briket	Geri kazanılmış biriketler spor sahalarında ve parklarda, yürüyüş yolu malzemesi olarak kullanılabilir.
Tuğla/Kiremit	Kırma ve ufalama ile tuğla/kiremit üretiminde hammadde olarak kullanılabilir. Yakılarak uçucu küle dönüştürülebilir.
Metaller	Eritilerek yeniden metal olarak kullanılabilir.
Cam	Cam, ezme-öğütme-eritme işlemlerinden sonra tekrar cam malzemesi olarak değerlendirilebilir. Bunun dışında yol kenarlarındaki yansıtıcılarda ve cam lifli yalıtım malzemelerinde kullanılır.
Yalıtım Malzemeleri	Yeniden üretilecek yalıtım malzemelerinde hammadde olarak kullanılır. Asfalt üretiminde kullanılabilir.
PVC Esaslı Ürünler	Panel, geri dönüştürülmüş plastik, alan drenajı, asfalt, sentetik toprak olarak kullanılabilir.
Seramik	Camlar ile birlikte geri dönüştürülerek tezgâh üretiminde, beton ve tuğla üretiminde katkı olarak kullanılabilir.
Doğal Taşlar	Geri dönüştürülmüş agrega olarak ve dolgu malzemesi olarak kullanılabilir.

İnşaat atıklarının geri dönüştürülmesi oranlarına baktığımızda Hollanda %90-95, Belçika %87, Danimarka %81, Avustralya %50, İngiltere %45, Çin (Hong Kong) %87 ile etkin bir dönüşüm sağlamaktadırlar. Ülkemiz ise %25 dönüşüm oranına sahiptir. Dönüşüm yaklaşık olarak %5 kamu, %20 özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Ülkelere göre inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm yüzdeleri (Ölmez ve Yıldız, 2008 ile Maçın ve Demir, 2018 verilerinden grafikleştirilmiştir.)

Örnek 1

2003-2005 yılları arasında yapımına başlanan ve tamamlanan Seoul, Güney Kore'deki Cheong Gye Cheon Restorasyon Projesinde (Şekil 11);

Toplam yıkıntı atığı: 907.000 ton

Beton malzeme: 79.000 ton

Asfalt malzeme: 82.000 ton

Çelik malzeme: 35.000 ton açığa çıkmıştır.

Bu atıklardan;

- Beton ve asfalt malzemenin yaklaşık %96'sı (839.000 ton) geri dönüştürülerek genellikle yol dolgusu olarak kullanılmıştır.
- Çelik malzemenin tamamı geri dönüştürülmek üzere fabrikalara iletilmiştir.

Yıkılan yol ve köprülerden çıkan yıkıntı atıkları geri dönüşümde değerlendirilmiş, yerine ise şehrin içinden geçen bir su yolu ve peyzaj alanı oluşturulmuştur.



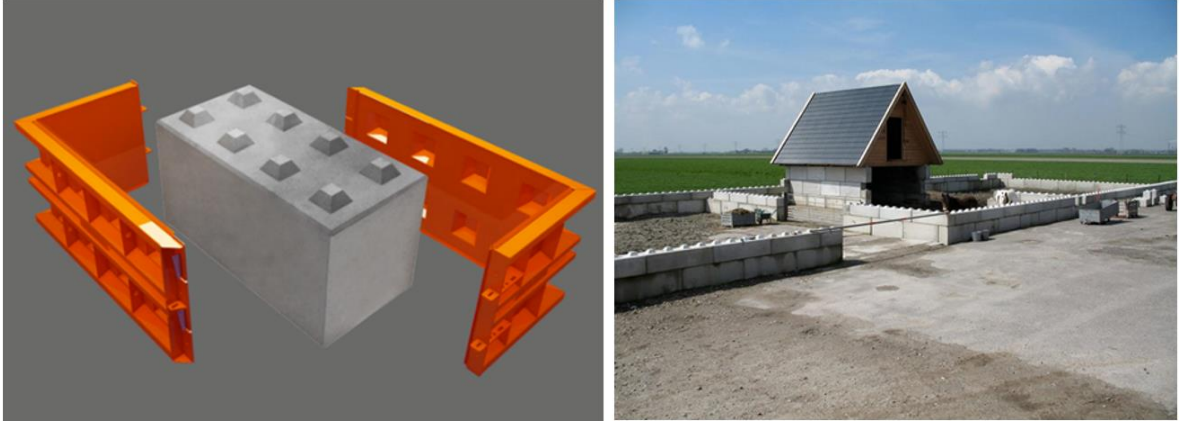
Şekil 11. Seoul, Güney Kore'deki Cheong Gye Cheon Restorasyon Projesi (Shin ve Lee, 2006)

Örnek 2

Hollanda’da uzun zamandır inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımı ile ilgili çalışmalar yapılmakta olup, bu atıkların değerlendirme oranı 2010 yılından itibaren %100’e ulaşmıştır (Eurostat, 2018).

Hollanda’da yapılan beton geri dönüşümü çalışmalarından biri de beton blokların üretimidir (Şekil 12).

Bu bloklar birbirlerine geçmeli, istiflenebilir ve gerektiğinde ekleme yapmaya uygun olduklarından geri dönüştürülen betonun özelliklerine göre çeşitli alanlarda kullanılabilirler.



Şekil 12. Beton blok ve örnek uygulama alanı (<https://betonblock.com/nl>)

Örnek 3

Abu Dabi’de sürdürülebilirlik vizyonu doğrultusunda 2009 yılından itibaren Al Dhafra geri dönüşüm tesisinde beton, asfalt ve hafriyat malzemesi gibi inşaat ve yıkım malzemelerinin alınması ve yeniden işlenmesi sağlanmaktadır (Şekil 13). Geri dönüşüm tesisine gönderilen tüm malzemeler işlenmeden önce uygunluk açısından incelenerek uygun olmayan malzemeler çıkarıldıktan sonra yıkım malzemesi işleme tesisine yönlendirilmektedir. Son ürün olarak tesiste %100 geri dönüştürülmüş agregalar üretilmektedir.



Şekil 13. Abu Dabi-Al Dhafra geri dönüşüm tesisi
(<http://www.aldhafrarecycling.ae/en/?sw=capabilities>)

Örnek 4

Geri dönüşümlü malzemelerin toplum ve karar vericiler tarafından tercih edilebilirliğini artırmak amacıyla Belçika Yapı Araştırmaları Enstitüsü (Belgian Building Research Institute-BBRI) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bu malzemelerin kullanıldığı örnek bir yapı (konut) yapılmıştır (Şekil 14 sol).

Taşıyıcı sistem geri dönüştürülmüş betondan, drenajlı döşeme plağı geri dönüştürülmüş kauçuktan üretilmiştir. Bölme duvarlarında geri dönüşümlü polietilen köpük ile kaplı “phosphogypsum-sulphogypsum” esaslı paneller, geri dönüşümlü kâğıt ve alçı içeren paneller, duvarlarda genişletilmiş polistren atıklardan üretilen terracotta bloklar kullanılmıştır. Asma tavan geri dönüştürülmüş taş yününden üretilmiştir. Binanın çatısında kullanılan kiremit evsel plastik, kâğıt ve kumaş atıklarından, yağmur olukları geri dönüştürülmüş çinkodan, pencereler geri dönüşümlü polivinil esaslı malzeme ve yapay reçine ve öğütülmüş camdan imal edilmiş içi boş dökme elemanlardan üretilmiştir (Şekil 14 sağ).



Şekil 14. RECYhouse – Belçika (sol); Yağmur oluğu, Pencere ve Döşeme Kaplaması (sağ)

Örnek 5

Bugün dünyanın birçok yerinde çevre dostu projelere imza atan tasarımcıların sayısı giderek artmaktadır. 2009 yılında Şili’de geri kazanılmış malzemelerden inşa edilen “Manifesto Eco House” (Şekil 15) çevre dostu ev projelerinden biridir.



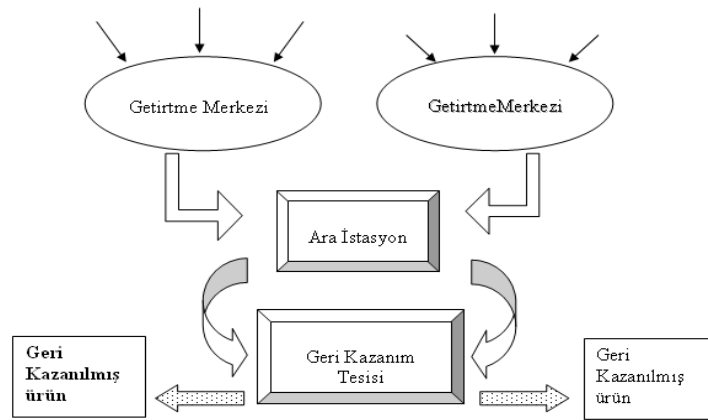
Şekil 15. Manifesto Eco House-Şili, Jaime Gaztelu ve Mauricio Galeano, 2009

Örnek 6: İstanbul Geri Dönüşüm Tesisi

İstanbul’da hafriyat depolama sahalarında 50 milyon ton/yıl hafriyat toprağı depolanmaktadır. Bu alanlar doğal topografyaya uygun şekilde hafriyat toprağı ile doldurulduktan sonra ağaçlandırma çalışmaları ile doğal yaşama geri kazandırılmaktadır. Bu faaliyetlerin dışında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi denetiminde anroşman arkası geri dolgu, rekreasyon ve tarımsal alan oluşturma amaçlı proje bazlı çalışmalar kanun ve yönetmelikler çerçevesinde yürütülmektedir (<https://www.istac.istanbul/tr/temiz-istanbul/hizmetlerimiz/hafriyat-insaat-ve-yikinti-atiklari>).

İnşaat ve yıkıntı atıklarının sistemli şekilde toplanması, taşınması ve geri dönüşümü için Hafriyat, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen prensipler esas alınmaktadır. Atıkların toplanabilmesi ve kaçak dökümün önüne geçilebilmesi için, öncelikli olarak her ilçeye en az bir adet getirtme merkezi kurulması planlanmıştır. Toplanan inşaat ve yıkıntı atığı miktarı ve talep arttıkça, beldelere de getirtme merkezlerinin kurulması çalışma kapsamında önerilmiştir.

Ömer ve Yıldız’ın 2008 yılındaki çalışmasında ortaya koydukları, İstanbul için planlanan inşaat ve yıkıntı atığı yönetim modeline göre ilgili çalışmada getirtme merkezi olarak kullanılacak yerlere atıkların toplanacağı konteynerlerin konulması planlanmıştır. Getirtme merkezlerindeki konteynerlerde toplanan inşaat ve yıkıntı atıkları, birkaç ilçeye birden hizmet edebilen ve daha büyük konteynerlerin bulunduğu ara istasyonlara taşınacak, ara istasyonlarda geçici olarak biriktirilen atıklar da buralardan geri dönüşüm tesisine gönderilecektir. Tesise gönderilen inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşümü sağlanarak daha sonra inşaat sektöründe tekrar kullanılabilen kum, mıcır, taş vb. imalatlar üretilenektir.



Şekil 16. İstanbul için planlanan inşaat ve yıkıntı atığı yönetim modeli (Ölmez ve Yıldız, 2008)

İstanbul genelinde toplanan inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşümü maksadıyla hem Avrupa hem de Asya Yakasında birer geri dönüşüm tesisi kurulması planlanmış, bu kapsamda Tuzla – Şekerpınar'a 7.500 ton/gün kapasiteli bir geri dönüşüm tesisi kurulmuş ve Temmuz 2008 itibarıyla faaliyete geçmiştir. Buradaki sistem, üzerinde yükleme bunkeri bulunan mobil bir kırıcı ile bir adet mobil elekten oluşmaktadır. Tesise gelen karışık moloz atıklar kepçe yardımıyla bunkere yüklendikten sonra kırıcı vasıtasıyla parçalanması sağlanır. Çeneli kırıcıda parçalanmış atıklar demir mıknatıslı bantla ayrılır. Kırıcıdan sonra eleğe gönderilen atıklar 130 mm üstü ve 50 mm olarak ayrışmaktadır. Geri dönüşüm tesisinde farklı boyutlarda geri kazanılan mıcır, taş vb., yol bakım, dolgu, drenaj malzemesi olarak ihtiyaca uygun noktalarda kullanılacaktır (Ölmez ve Yıldız, 2008).



Şekil 17. İ.B.B. Tuzla inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi

Bu tesis faaliyetini sürdürmemektedir.

***** İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş. 2019 yılı faaliyet raporunda ‘Hafriyat Atıkları Yönetimi’ başlığı altında, İstanbul genelinde inşaat yıkıntı atıklarının toplanması, inşaat yıkıntı atıkları geri kazanım tesisleri ve hafriyat depolama tesislerinin işletilmesi başlıca faaliyetlerimizdir şeklinde görev tanımı belirtmişlerdir. Ancak işletilen geri dönüşüm tesisi bulunmamaktadır.**

Hafriyat atığı olarak ise aylara göre değişen tonaj ve araç sayısı Tablo 6’da belirtilmiştir. Yaklaşık 31 milyon ton hafriyat atığı oluşmuştur.

(https://istac.istanbul/contents/11/raporlar_132366988732183525.pdf) – Sayfa 59

Tablo 6. 2019 yılı hafriyat atıkları miktarı

AYLAR	ARAÇ SAYISI (Adet)	TONAJ (Ton)
Ocak	73.036	1.869.691
Şubat	68.977	1.761.413
Mart	131.366	3.401.882
Nisan	108.456	2.800.876
Mayıs	108.970	2.809.551
Haziran	81.413	2.124.389
Temmuz	98.969	2.551.983
Ağustos	77.387	2.033.098
Eylül	93.472	2.447.915
Ekim	116.055	3.050.855
Kasım	121.686	3.187.572
Aralık	103.601	2.723.557
Toplam	1.183.388	30.762.781

Örnek 7: İZBETON Geri Dönüşüm Tesisi

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin altyapı kuruluşu İZBETON yol yapım çalışmaları sırasında ihtiyaç duyulan dolgu ihtiyacını inşaat molozlarının biriktirildiği alana yerleştirdiği kırım makinasından elde etmekte ve İnşaat yıkıntı atıkları ve beton bloklar kırım makinasında ufalanarak yol altında kullanılan temel malzeme haline getirilmektedir.

2018 yılında Bornova'daki Berber Salih Geri Kazanım Tesisi'nde kurulan kırma makinesi saatte 250 ton molozu işleyerek gerektiğinde paletli araç nakliyeyle ihtiyaç duyulan alanlara da sevk edebilmektedir. Böylece hem moloz yığınları azaltılırken, atık malzemeler tekrar kullanıma katılarak tasarruf sağlanmaktadır. Kalker, bazalt ve granit kırabilme özelliğine sahip olan moloz kırma makinesi, ihtiyaç duyulması halinde mobil kırıcıya katlı bir elek ilave edilerek istenilen ebatlarda agrega (kırmataş) da üretebilmektedir.



Şekil 18. İZBETON Berber Salih inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi

Örnek 8: Denizli (Özel Sektör) Geri Dönüşüm Tesisi

Denizli'de özel bir şirket 54.900 m²'lik alanda, yıllık 306.000 ton inşaat alanında kullanılabilir hafriyat toprağını, inşaat ve yıkıntı atıklarını geri kazanım tesisinden geçirerek hem ülke ekonomisine hem de çevreye katkı sağlamaktadır.



Şekil 19. Denizli inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi

Örnek 9: Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Geri Dönüşüm Tesisi

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi yeşil ve daha yaşanılabilir bir kent için Keskin Mahallesi'nde kurduğu tesis ile inşaat ve yıkıntı atıklarını teknolojiyi de kullanarak geri dönüştürmektedir. Yaklaşık 13 hektarlık araziye kurulu tesise kabul edilen atıklar, sabit kırıcı ile geri kazanılmakta olup kırılmış ürün alt yapı ve dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Böylece, ürünün hammadde olarak kullanılabilmesi sağlanmış ve ekonomiye kazandırılmıştır. Tesisin açıldığı günden bugüne 800 bin tondan fazla inşaat ve yıkıntı atığı kabulü yapılmış, 630 bin tona yakın atık kırma eleme işlemine tabi tutularak geri dönüşümü sağlanmıştır.



Şekil 20. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüşüm tesisi

8. ACİL DURUM ŞARTLARINDA ALTERNATİF ÇÖZÜMLER

Kentsel dönüşüm çalışmalarından ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarını, geri dönüşüm tesisleri ile bir kısmının ekonomiye kazandırılması karasal alanda bulunan döküm sahalarını verimli kullanmak adına çok önemlidir. Döküm sahaları olası bir afet durumunda ihtiyacı karşılayabilecek seviyede kalmalıdır. Ancak büyük bir afet ve acil durum karşısında oluşabilecek enkazların döküm sahalarına ulaştırılamaması (karayolunun kapanması) veya karadaki döküm sahalarının yetersiz kalması durumunda yıkıntı atıkları, deniz yolu taşımacılığı ile taşınarak ve döküm kriterlerini sağlaması halinde deniz tabanında ki çukurluklara dökülmesi planlanmalıdır. Enkazların deniz yolu ile taşınması için feribot türü deniz ulaşım aracının enkaz taşıyabilecek şekilde dizayn edilmesi ve hazır bekletilmesi gerekmektedir.

Şu bir gerçektir ki, doğal koşullarda oluşan denizel ortamlara, ortamın doğal yapısından farklı malzemelerin dökülmesi çevresel problemlere neden olabilecektir. Hiçbir karasal ortama ait malzemenin denizel ortama dökülmesi genel anlamda uygun olamayacaktır. Ancak afet durumunda kaçınılmaz görünen bu döküm işlemi ile ilgili gerekli bilimsel altyapıların hazırlanması gerekmektedir.

Hâlihazırda deniz tabanındaki çukurluklara belirli şartlar sağlanması halinde döküm yapılabilmektedir. Bu dökümler liman inşaatları için deniz tabanından çıkan dip malzemelerin yine deniz içerisine dökümünü kapsamakla birlikte ‘‘Afet/Acil Durumunda’’ döküm şartlarını sağlaması halinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının da onayı ile karasal malzemelerin dökümü için yol gösterici olabilir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 14 Ocak 2020 tarihinde 31008 sayı ile yayınlanan Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği, 2016 yılında tamamlanan TÜBİTAK destekli TÜBİTAK MAM koordinasyonunda gerçekleştirilen ‘‘Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Projesi’’ çıktıları temel alınarak uygulama sırasında ihtiyaç duyulabilecek bilgiler derlenmiştir.

Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Projesi (DİPTAR) kapsamında, deniz tabanından tarama yöntemiyle elde edilen malzemelerin, *faydalı kullanımı, denize boşaltımı ve bertaraf edilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.*

Bu kapsamda, Türkiye’yi çevreleyen denizlerin jeolojik, biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek deniz tabanından elde edilen tarama malzemeleri için deniz ekosistemine en az zarar verebilecek uygun döküm alanları belirlenmiştir (Tolun vd., 2016).

Bahsedilen raporda, denizde belirlenen döküm alanlarına boşaltımı yapılacak dip tarama malzemelerinin **“toksik özellik taşınamaması ve içerdiği organik/inorganik maddelerin belirlenen sınır değerinin altında olması”** temel koşuldur. Boşaltım için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan onay alınması gerekmektedir.

Proje verileri baz alınarak oluşturulan yönetmelikte dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerler Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Dip tarama malzemesinin denize boşaltılmasında uygulanacak sınır değerler

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

Tarama malzemesinin denizde bertaraf edilebilmesi için Karadeniz özelinde malzemenin hacmine bağlı olarak raporda yer alan ortam seçim kriterleri Tablo 8’de sunulmuştur.

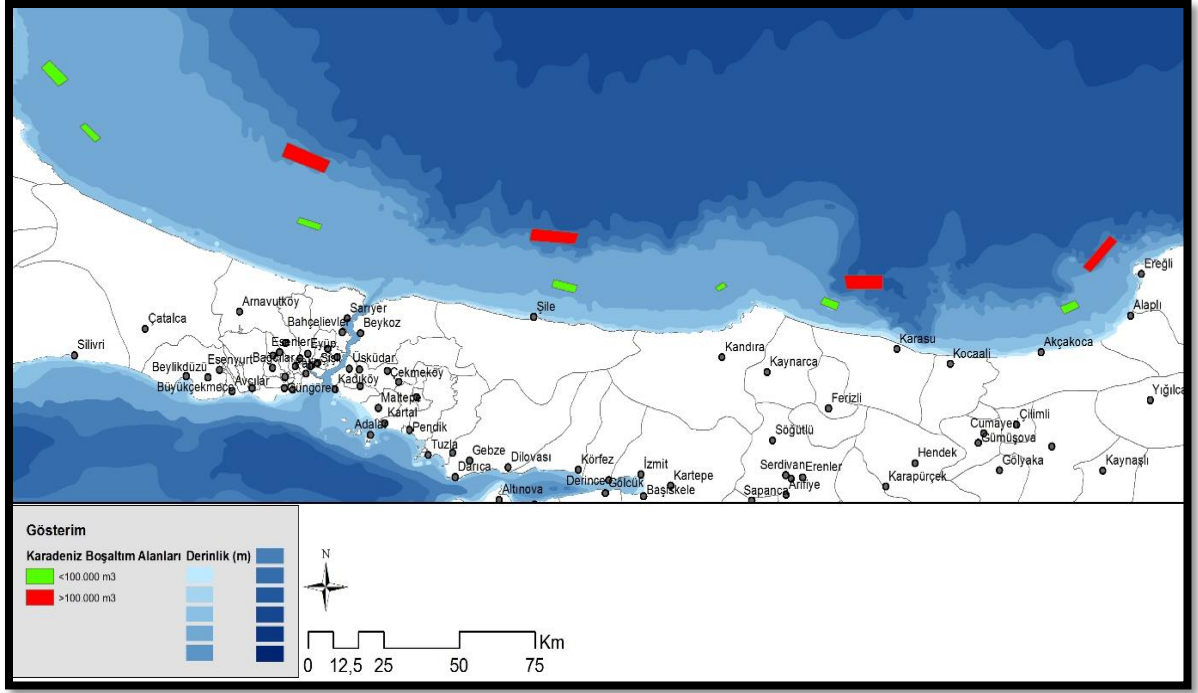
Tablo 8. Karadeniz'e döküm yapılabilmesi için malzeme hacmine, fiziksel ve kimyasal parametrelere bağlı döküm kriterleri (Tolun vd., 2016)

Parametreler	Tarama Malzemesi Hacmi	
	< 100.000 m ³	> 100.000 m ³
Kıyıdan Minimum Uzaklık (deniz mili) ¹	1	3
Akıntı Hızı (cm/sn) ²	< 30 ¹	< 30 ¹
Derinlik (m) ³	> 50	> 200
Eğim (%)	< 5	< 5
Dip O ₂ (%)	> % 75 ⁴	Oksijensiz dip su
Tuzluluk	Batı Karadeniz > 17,3 Doğu Karadeniz > 17,5	Batı Karadeniz > 17,3 Doğu Karadeniz > 17,5
ÇİN (µg/l) TP (µg/l) Chl-a (µg/l)	ÇİN < 20 TP < 15; Chl-a < 1	ÇİN < 20 TP < 15; Chl-a < 1
Seki Disk Derinliği (m) ⁵	> 6	> 7
<p>1 Kum oranı < %40 olan katı madde 3 mil kriteri uygulanır. 2 Akıntı Hızı < 30 cm/sn olan alanlara kum oranı < % 40'den küçük olan katı madde boşaltımına izin verilir. Akıntı Hızı 30-60 cm/sn aralığı ve kum oranı > % 40'dan fazla olan katı madde boşaltımına izin verilir. 3 Dökü Alanı minimum derinlik sınırı en yüksek Seki Disk Derinliğinin 2 katı yüksek olmalıdır. (Örnek: Maksimum Seki Disk Derinliği= 30 m, En az Döküm Alanı Sınır Derinliği = 30*2=60 m) 4 Bu sınır değer derinlik <100m olan alanlarda uygulanır. 5 Sınır değerleri 0-10 m ortalaması ilkbahar-sonbahar (nisan-ekim) döneminde uygulanır (tuzluluk>17.5). * Ekim – Nisan Ayları arası Döküme yasaklı dönemlerdir.</p>		

Marmara Denizinde minimum sayıda döküm alanı DİPTAR kapsamında belirlenmiş olmasına rağmen son gelişen deniz salyası (müsilaj) ve ciddi ekosistem bozulmaları sonucu Marmara Denizi'ne döküm yapılması son derece sakıncalı bulunmaktadır.

Döküm alanı belirlenmesinde Karadeniz'in özel durumları (oksijensiz dip su özelliği) dikkate alınarak, pelajik balık göç ve avcılığı zamanlarında sınırlama getirilerek, azoik bölgelere toksik özellik taşımayan kum oranı yüksek döküm malzemesi için uygun sahalar proje kapsamında önerilmiştir (Tolun vd., 2016) (Şekil 21).

100.000 m³'ün üzerinde yapılacak dökümler kırmızı ile gösterilen yerlere, altında kalan dökümler ise yeşil ile gösterilen yerlere yapılabilir.



Şekil 21. Diptar Projesi kapsamında önerilen Karadeniz Döküm Alanları (Tolun vd., 2016)

Yönetmelik kapsamında verilen Tablo 7 ve 9’da dip tarama malzemesinin denize boşaltımında uygulanacak sınır değerleri ile boşaltım alanı seçim kriterleri sunulmuştur.

Tablo 9. Boşaltım Alanı Seçim Kriterleri

Parametreler	Karadeniz	Marmara Denizi ¹	Ege Denizi	Akdeniz
Kıyıdan Uzaklık (deniz mili) ²	>3	>3	>3	>3
Derinlik (m)	>40	50 – 450	>50	>40
Toplam Fosfor ($\mu\text{g/l}$) ³	<20	<23	<15	<15
Seki Disk Derinliği (m) ³	>6	>5	>7	>8

1)Marmara Denizinde Bakanlığın belirlediği alanlar dışında boşaltım alanı önerilemez.
2)Kıyıdan uzaklık; boşaltım alanının anakara veya adalara olan en yakın mesafesidir.
3)Boşaltım alanında en az 3 noktada yapılan ölçüm sonuçları ortalaması dikkate alınır.

9.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

**Avrupa Yakasında 4 adet, Anadolu Yakasında 3 adet olmak üzere toplamda 7 adet döküm sahası bulunmaktadır. Haziran 2021 verilerine göre, sahalarda 2.357.649 m² alanda 36.484.329 m³ hacme sahiptir ancak aktif olarak kullanıldığı için 14.317.078 m³'lük kısmı doldurulmuş olup 22.167.251 m³ kullanılabilir durumdadır. Sahaların dolgu hacmi her yıl güncellenerek takibi yapılmalıdır.

**İstanbul İli Olası Deprem Kayıpları Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi kapsamında 7.5 büyüklüğündeki bir senaryo depremine göre ortalama 25 milyon ton enkaz oluşabileceği öngörülmektedir.

**Betonun birim hacim ağırlığının 2.5 gr/cm³ olduğunu kabul ederek 25 milyon ton enkaz en az 10 milyon m³ hacme sahip olacaktır. Yıkıntı atıklarının düzensiz şekilde sahip olacağı ve boşluklar içerebileceği düşünülerek bu atıkların daha fazla yer kaplayacağı söylenebilir.

**1 hafriyat kamyonunun kapasitesi 25 ton kabul edilerek 25 milyon ton enkazı kaldırmak için 1.000.000 sefer gerektiği öngörülmektedir.

** İBB Yol Bakım Müdürlüğü'nden alınan verilere göre enkaz için ayrılan kamyon sayısı 228'dir. Bir kamyonun günde 4 sefer yapabileceği kabul edilerek günde 912 sefer (228 kamyon x 4 sefer) gerçekleştirilebilir. Enkazın kaldırılması için gerekli olan 1 Milyon sefer, günde 912 sefer ile toplamda 1096 günde (yaklaşık 3 yıl) gerçekleştirilebilir. Bu sonuca göre yeterli miktarda kırıcı/yükleyici iş makinesi olmadığı görülmektedir.

**Enkaz yönetimi için Fatih, Bahçelievler, Bağcılar, Küçükçekmece ve Adalar İlçelerinde yol kapanma ihtimallerinin göz önüne alınması ve Adalar ilçesinde oluşabilecek enkazlar için deniz yolu taşınması planlanması gerekmektedir. Hasar tahminlerinin çok ağır olduğu ilçelerden en yakın döküm sahasına kuş uçuşu uzaklığın Avrupa Yakası için 20-25 km, Anadolu Yakası için 25-30 km olduğu görülmektedir.

**Geri kazanılabilir malzemeler ve kullanım alanları rapor içerisinde tablo şeklinde sunulmuştur.

**Hollanda %95, Belçika %87, Danimarka %81, Avustralya %50, İngiltere %45, Çin/Hong Kong %87 oranında geri dönüşüm yapabilen ülkelerdir. Türkiye’de ise geri dönüşüm oranının ise %5 kamu ve %20 özel sektör ile toplamda %25 olduğu görülmektedir.

**2006 Mart ayında İSTAÇ A.Ş. ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü’nün ortak bir çalışma ile hazırladığı ‘‘İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Planı’’ ile İstanbul’da yeni bir sistem kurulması öngörülmüştür. Bu sistemle, inşaat ve yıkıntı atıklarının verimli bir şekilde toplanması maksadıyla her bir ilçeye birer getirtme merkezi, birkaç ilçeye ortak hizmet verecek ve getirtme merkezlerinden toplanan inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm tesislerine getirilmeden önce transfer edilebilecekleri ara istasyonlar ile toplanan inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmesi maksadıyla İstanbul’un her iki yakasına birer geri dönüşüm tesisi kurulması planlanmıştır. Tuzla-Şekerpınar’da Temmuz 2008’de tesis kurulmuş olmasına rağmen günümüzde faaliyet göstermemektedir.

**İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve iştiraklerine bağlı, inşaat yıkıntı atıklarının değerlendirildiği geri dönüşüm tesisi bulunmamaktadır.

**İSTAÇ 2019 yılı faaliyet raporuna göre hafriyat atıklarının toplamı yıllık 30.762.781 tondur. Atıkların taşınması için 1.183.388 sefer yapılmıştır.

**Son 5 yılda döküm miktarlarına baktığımızda; 2016 yılında 36 milyon m³, 2017 yılında 41 milyon m³, 2018 yılında 25 milyon m³, 2019 yılında 15 milyon m³, 2020 yılında ise 20 milyon m³ döküm gerçekleştirildiği görülmektedir.

**Mevcut döküm sahalarının kentsel dönüşüm çalışmaları sonucunda döküm hacimlerinin zaman içerisinde azalacağını göz önünde bulundurarak bu sahaların sürekli izlenmesi, ihtiyaca yönelik yeni sahalar belirlenmesi ve geri dönüşüm tesisleri ile atık azaltması yapılması gerekmektedir.

**Enkazlar kaldırılmadan ve depolanmadan önce Jeomedikal önlemler alınmalı, asbest söküm işlemleri ve radyoaktivite incelemeleri yapılmalıdır.

**Büyük bir afet ve acil durum karşısında oluşabilecek enkazların döküm sahalarına ulaştırılmaması (karayolunun kapanması) veya karadaki döküm sahalarının yetersiz kalması

durumunda yıkıntı atıkları, deniz yolu ile taşınarak ve döküm kriterlerini sağlaması halinde deniz tabanındaki çukurluklara dökülmesi planlanmalıdır. Enkazların deniz yolu ile taşınmasını sağlamak için Feribot türü deniz araçlarının enkaz taşınmasında kullanılacak şekilde dizayn edilmesi ve afet anında hazır bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca dip tarama malzemelerinin deniz içi uygun alanlara belirlenen kriterlerde dökümü yapılıyor olsa da karadan çıkan enkazların aynı şartlarda dökümünün yapılabilirliği akademik olarak araştırılmalıdır.

Sonuç olarak bütünleşik afet yönetiminin bir parçası olan ‘‘Enkaz Yönetimi Eylem Planı’’ uzmanların katkılarıyla ivedi olarak oluşturulmalıdır.

10.KAYNAKLAR

İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi, 2019. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Anabilimdalı ve İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

Ölmez, E., Yıldız, Ş., 2008. İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli, Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İTÜ.

İpekçi vd., 2017. İnşaat sektöründe geri kazanılmış malzeme kullanımının sürdürülebilirlik açısından önemi, Türk Bilim Araştırma Vakfı, Cilt 10, Sayı 2, Sayfa 43-50.

Maçın, K., ve Demir, İ., 2018. Kentsel dönüşüm sürecinde İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi. Adıyaman Üniversitesi mühendislik bilimleri dergisi, 9(2018), 188-201.

Jong-Ho Shin and In-Kun Lee, 2006. Cheong Gye Cheon restoration in Seoul, Korea, Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering 2006 159:4, 162-170.

Eurostat, 2018. Circular economic indicators-Recovery rate of construction and demolition waste [WWW Document]. URL https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=cei_wm040&plugin=1

Tolun ve diğ., 2016 , Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Projesi Sonuç Raporu (111G036) TÜBİTAK, KAMAG, TÜBİTAK MAM, ODTÜ, İÜ, ÇŞB.

Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği 2020, sayı:31008

İ.B.B. Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı – Makine Envanteri

İ.B.B. İSTAÇ – Döküm sahası bilgileri

<https://www.istac.istanbul/tr/temiz-istanbul/hizmetlerimiz/hafriyat-inaaat-ve-yikinti-atiklari>

https://istac.istanbul/contents/11/raporlar_132366988732183525.pdf

<https://www.izmir.bel.tr/tr/Projeler/molozlar-geri-donusturulebilen-malzeme-oldu/1477/4>

<https://www.izbeton.com.tr/tr/Cevre/1008/6>

http://www.eskisehir.bel.tr/icerik_dvm.php?icerik_id=5992&cat_icerik=1&menu_id=24

<http://www.akca.com.tr/geri-donusum-tesisi.html>

<https://betonblock.com/nl>

<https://design-milk.com/the-manifesto-house-in-chile-by-james-mau-and-infiniski/>

<http://www.aldfafrarecycling.ae/en/?sw=capabilities>