



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Hatay Yıkıntı Atıklarının Ayrıştırılması ve Geri Dönüşüm Tesisi Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Hatay Yıkıntı Atıklarının Ayrıştırılması ve Geri Dönüşüm Tesisi Fizibilite Raporu



Bu belge, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

Belge No:

Revizyon No:

Revizyon Tarihi:

ISBN: 978-605-69726-8-3

Editör(ler) : Prof. Dr. Mustafa Şahmaran/ Hacettepe Üniversitesi İnşaat Mühendisi

Baran Biçer/ Makine Mühendisi

Tuğçe Altun Durgun/ Birim Başkanı

Yayın Kurulu: İbrahim Yaşar/ Koordinatör

Cenk ÖZBAYKAL/ Uzman

Evin Emir/ Uzman

Tasarım: Tuğçe Altun Durgun/ Birim Başkanı

Yayın Tarihi: 17.03.2025

Bu eserin her türlü yayın hakkı Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansına aittir.

Yayının kısmen ya da tamamen yayınlanması ve çoğaltılmasının fikri mülkiyet hukukuna tabidir. Kaynak gösterilmek ve atıfta bulunmak kaydı ile Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı yayınları üçüncü kişilerce kullanılabilir.

Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı

Organize Sanayi Bölgesi Şehit Ömer Halisdemir Cad No:1, 80100

Türkmen/Toprakkale/Osmaniye

Tel: 0 326 606 00 01

E-posta: bilgi@dogaka.gov.tr

www.dogaka.gov.tr

İçindekiler

Şekil Listesi	VI
Tablo Listesi.....	VIII
YÖNETİCİ ÖZETİ	XI
I. PROJENİN TANIMI, KAPSAMI, AMAÇ ve HEDEFLERİ.....	1
A. TANIM ve KAPSAM	1
B. AMAÇ ve HEDEFLER	1
II. ARKAPLAN ve GEREKÇE	2
A. ARKAPLAN	2
B. GEREKÇE.....	4
III. TALEP ANALİZİ	6
IV. SABİT VE MOBİL TESİSLERİN İNCELENMESİ	9
A. SABİT TESİSİN TASARIMI	9
B. SABİT TESİSİN YAPIM MALİYETLERİ.....	15
C. SABİT TESİSİN İŞLETME GELİR ve GİDERLERİ	17
a. Gelirler	17
b. Giderler	19
D. SABİT TESİSİN EKONOMİK ANALİZİ	20
E. SABİT TESİSİN FİNANSAL ANALİZİ	21
F. MOBİL TESİSİN TASARIMI	22
G. MOBİL TESİSİN YAPIM MALİYETLERİ	24
H. MOBİL TESİSİN İŞLETME GELİR ve GİDERLERİ	26
a. Gelirler	26
b. Giderler	27
İ. MOBİL TESİSİN EKONOMİK ANALİZİ.....	29
J. MOBİL TESİSİN FİNANSAL ANALİZİ.....	30
V. RİSK DEĞERLENDİRMESİ	31

VI. EKLER	31
VII. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN İNŞAAT YIKINTI ATIKLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ	48
A. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI	48
B. KİMYASAL ANALİZLER	49
a. X-ray Fluorescence (XRF) Deneyi	49
b. X-Işını Kırılması (XRD) Analizi	50
c. Suda Çözünebilen Klor ve Suda Çözünebilen Sülfat Tayini	53
d. Hafif Tanelerin Miktarı, Humus Muhtevası ve Fulvo Asit Muhtevası	55
e. Metilen Mavisini	57
C. FİZİKSEL ANALİZLER	58
a. Elek Analizi	58
b. Su Emme, Özgül Ağırlık ve Yığın Yoğunluğu	60
c. Yassılık ve Şekil İndeksi	61
d. Donma-Çözölmeye Karşı Direnç ve Magnezyum Sülfat Testi	62
e. Parçalanmaya ve Aşınmaya Karşı Direnç	64
f. Alkali Silika Reaktifliği (ASR)	66
g. Kil Topakları ve Eriyebilir Parçacıklar	67
D. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN BETON ATIĞININ VE KARIŞIK İNŞAAT ATIĞININ ÇİMENTO FARİNİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	68
E. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN BETON ATIĞININ VE KARIŞIK İNŞAAT ATIĞININ KATKILI ÇİMENTO ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	69
a. Toplam Sülfat İçeriği	69
b. Toplam Organik Karbon (TOC)	69
c. Kil Muhtevası (Toz Malzeme İçin Metilen Mavisini Deneyi)	70
d. Aktivite İndeksi	70

VIII.	GERİ DÖNÜŞÜM AGREGALARININ BETON TASARIMINDA KULLANIMI	72
IX.	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIĞININ KULLANIMINA DAİR ÜLKEMİZDE VAR OLAN ŞARTNAMESLERİN İNCELENMESİ	78
A.	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ..	78
B.	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ ÇİMENTO HAM MADDESİ OLARAK KULLANIMI	79
C.	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ BETON AGREGASI OLARAK KULLANIMI	83
D.	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIĞININ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ İŞLERİ VE YOL YAPIMINDA KULLANILAN BAĞLAYICISIZ VE HİDROLİK BAĞLAYICILI MALZEMELERDE VE YOLLAR, HAVAALANLARI VE TRAFİĞE AÇIK DİĞER ALANLARDAKİ BİTÜMLÜ KARIŞIMLAR VE YÜZEY UYGULAMALARINDA AGREGA VE DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANIMI	86
E.	REFERANSLAR	87

Şekil Listesi

Şekil 1 AFAD verilerine göre 6 Şubat depreminden etkilenen iller	1
Şekil 2 Geçici döküm sahasında yapılan işlemler	3
Şekil 3 Hasar alan binaların kontrollü yıkımından sonra aynı araziye serilmiş enkaz atıkları	4
Şekil 4 Mobil Tesis Planı	23
Şekil 5 Agregatör kırma tesisi işlemleri a) kırıcının beslenmesi b) farklı boyutlara ayrılan BA'ların banttan giderek farklı bölgelerde yığın haline getirilmesi c) kırma işlemi sonrası BA Kaba agregası d) kırma işlemi sonrası BA İnce agregası	48
Şekil 6 Beton molozlarından atıkların ayıklanması	49
Şekil 7 İnce kırınım görüntüsü	51
Şekil 8 BA Orta kırınım görüntüsü	52
Şekil 9 BA Kaba kırınım görüntüsü	52
Şekil 10 İYA 0-5 mm kırınım görüntüsü	53
Şekil 11 Suda çözünen sülfat ve suda çözünen klor için numunelerin hazırlanması ve karıştırılması. Standartta verilen metotlarda iki deney için de karıştırma aşamasına kadar süreç aynı olup sadece karıştırma süreleri değişmektedir.	53
Şekil 12 Suda çözünen sülfat deneyi	54
Şekil 13 Suda çözünen klor deneyi	54
Şekil 14 Hafif tanelerin miktarı deneyi	55
Şekil 15 a) Fulvo asit deneyi b) Humus muhtevası deneyi	56
Şekil 16 Metilen mavisi deneyi	57
Şekil 17 Atıkların elek analizi sonuçları	58
Şekil 18 Gevşek yığın yoğunluğu tayini	60
Şekil 19 Magnezyum sülfat deneyi	63
Şekil 20 Los Angeles deneyi	64
Şekil 21 Mikro Deval deneyi	65
Şekil 22 ASR deneyi	66

Şekil 23 Kıl topakları ve eriyebilir parçacıklar deneyindeki agreganın ufalanma işlemi	67
Şekil 24 Toplam organik karbon deneyi	69
Şekil 25 4 Beton karışımlarında kullanılan elek analizi ve TS 13515'te belirtilmiş limitler	73
Şekil 26 Deneme dökümlerinin basınç sonuçları	74
Şekil 27 1. Dökümler sonucunda elde edilen 3 ve 7 günlük basınç sonuçları	76
Şekil 28 2. Dökümler sonucunda elde edilen 3 ve 7 günlük basınç sonuçları	78

Tablo Listesi

Tablo 1 Son 25 yılda Dünya’da yaşanmış büyük depremlerde ortaya çıkan enkaz miktarı... 6			
Tablo 2 İçişleri Bakanlığı’na göre illere göre depremde etkilenen bina sayıları..... 7			
Tablo 3 Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın hasar tespiti yapılan bina sayısı 8			
Tablo 4 ÇŞİDB 6 Mart 2023 tarihli il bazında hasar tespit raporu..... 8			
Tablo 5 Sabit Tesis Makina ve ekipman maliyetleri..... 15			
Tablo 6 Sabit Tesis Demirbaş satın alma masrafları..... 16			
Tablo 7 Sabit Tesisle ilgili bilgiler..... 17			
Tablo 8 Sabit Tesisin yıllara göre dönüştürecek atık miktarı	Hata!	Yer	işareti tanımlanmamış.
Tablo 9 Sabit Tesiste yapılan deneme kırımları sonucunda elde edilen ton bazında ayrıştırılmış nihai ürün yüzdeleri..... 18			
Tablo 10 Bölgede yapılan piyasa araştırmaları ile elde edilen ton bazında satış rakamları (Sabit Tesis) 18			
Tablo 11 20 yıl için tesisin gelir tablosu(Sabit Tesis) 18			
Tablo 12 Sabit Tesis OPEX (Operasyonel Harcamalar)..... 19			
Tablo 13 Sabit Tesis Personel maaşları ve SGK..... 19			
Tablo 14 Sabit Tesis Personel giderleri (15 kişi için) 20			
Tablo 15 Sabit Tesis Ekonomik analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL).....21			
Tablo 16 Sabit Tesis Finansal analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL)	Hata!	Yer	işareti tanımlanmamış.
Tablo 17 Mobil Tesis Makine ve Ekipman Maliyeti..... 25			
Tablo 18 Mobil Tesis Demirbaş Satın Alma Masrafları..... 25			
Tablo 19 Mobil Tesisle İlgili Bilgiler..... 26			
Tablo 20 Mobil Tesisin Yıllara Göre Dönüştürecek Atık Miktarı..... 26			
Tablo 21 Mobil Tesiste Yapılan Deneme Kırımları Sonucunda Elde Edilen Ton Bazında Ayrıştırılmış Nihai Ürün Yüzdeleri..... 26			

Tablo 22 Bölgede Yapılan Piyasa Araştırmaları İle Elde Edilen Ton Bazında Satış Rakamları (Mobil Tesis İçin).....	27
Tablo 23 Mobil Tesis 20 Yıl İçin Tesisin Gelir Tablosu.....	27
Tablo 24 Mobil Tesis OPEX (Operasyonel Harcamalar).....	28
Tablo 25 Mobil Tesis Personel Maaşları ve SGK	28
Tablo 26 Mobil Tesis Personel Giderleri (15 Kişi).....	28
Tablo 27 Mobil Tesis Ekonomik Analiz İçin Finansal Sonuç Göstergeleri.....	30
Tablo 28 Mobil Tesis Finansal Analiz İçin Sonuç Göstergeleri.....	31
Tablo 29 Beton molozundan ayıklanan atık miktarı.....	49
Tablo 30 Numunelerin isimlendirilmesi	49
Tablo 31 Numunelerin XRF sonuçları.....	50
Tablo 32 Kristal miktarları.....	51
Tablo 33 Suda çözünebilen sülfat ve suda çözünebilen klor sonuçları	54
Tablo 34 Numunelerin hafif kirletici miktarı, humus muhtevası ve fulvo asit muhtevası sonuçları.....	56
Tablo 35 İnce agregaların metilen mavisi deneyi	57
Tablo 36 Çok ince malzeme muhtevası (63 µm elekten geçen malzeme) ve sınıflandırılması	58
Tablo 37 Agregaların su emme ve malzeme yoğunluğu sonuçları.....	60
Tablo 38 İri agregaların yassılık indeksi sonuçları	61
Tablo 39 İri agregaların şekil indeksi sonuçları.....	62
Tablo 40 Donma-çözülme deneyi (dolap yöntemi) analiz sonuçları	62
Tablo 41 Magnezyum sülfat deneyi analiz sonuçları	63
Tablo 42 Los Angeles parçalanma direnci analiz sonuçları.....	65
Tablo 43 Mikro Deval aşınma direnci analiz sonuçları	65
Tablo 44 BA ve İYA agregalarının ASR analiz sonuçları.....	66
Tablo 45 Kil topakları ve eriyebilir parçacıklar analiz sonucu.....	67
Tablo 46 BA ve İYA farin olarak kullanılmak istenilirse dikkate alınacak XRF analizi	68

Tablo 47 Toplam sülfat içeriği	69
Tablo 48 Toplam organik karbon içeriği.....	70
Tablo 49 İYA tozu ve BA tozu için yapılan kil muhtevası deneyi analizi	70
Tablo 50 Aktivite indeksi sonuçları	71
Tablo 51 Atıkların agrega olarak kullanımının değerlendirilmesi	71
Tablo 52 Deneme dökümü karışımları	73
Tablo 53 Deneme dökümü slump değerleri.....	74
Tablo 54 Dökümler için beton karışımları.....	75
Tablo 55 1. Döküm slump değerleri	75
Tablo 56 2. Dökümler için beton karışımları.....	76
Tablo 57 2. Döküm slump değerleri	77
Tablo 58 TS 706 EN 12620+A1, Çizelge 20- Geri kazanılmış iri agregalardaki bileşenler için kategoriler [5]	80
Tablo 59 TS EN 197-6 Standardına göre geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento türleri [3].....	81
Tablo 60 TS EN 197-1, Tablo 3- Karakteristik değerler olarak verilen mekanik ve fiziksel gereksinimler [10].....	83
Tablo 61 TS EN 206+A2, Tablo E.2- Agrega türüne göre maksimum kaba agrega değişim yüzdesi (% kütlece) [6].....	84
Tablo 62 TS EN 206+A2, Tablo E.3- EN 12620'ye göre kaba geri dönüştürülmüş agregalar için öneriler [6]	85
Tablo 63 TS EN 933-11, Çizelge 2- Geri dönüştürülmüş iri agregaların yüzmeyen bileşenleri [4].....	85

YÖNETİCİ ÖZETİ

6 Şubat 2023 tarihinde, Kahramanmaraş'ın Elbistan ve Pazarcık ilçelerinde meydana gelen 7,6 ve 7,7 büyüklüğündeki depremler, Türkiye'nin güneydoğusunda 11 ili etkileyerek geniş çaplı bir yıkıma neden olmuştur. Bu depremler, 2,6 milyon binayı etkileyerek ülkenin toplam bina stokunun yaklaşık %14,5'inde hasara yol açmıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'na (UNDP) göre, bu depremler sonucunda 116 ila 210 milyon ton arasında enkaz oluşmuş olup, bu miktar kaydedilen en büyük enkaz hacimlerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir inşaat uygulamalarına artan ilgi ve depremler sonrasında maliyet etkin çözümlere duyulan ihtiyaç göz önüne alındığında, Türkiye'de beton atığının geri dönüştürülmesi için önemli fırsatlar ortaya çıkmaktadır.

Depremlerden kaynaklanan bu büyük miktarda atık, yalnızca çevresel kirlilik ve halk sağlığı açısından değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik toparlanma açısından da ciddi bir risk teşkil etmektedir. Ancak, bu enkazın etkin bir şekilde yönetilmesi, onu değerli kaynaklara dönüştürerek yeniden yapılanma ve iyileşme süreçlerine anlamlı katkılar sağlayabilir. Enkazın geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması, ekonomik değerin yeniden kazanılmasını sağlarken, aynı zamanda depolama alanlarına olan baskının azaltılmasına da katkıda bulunarak sürdürülebilir kaynak yönetimi uygulamalarını destekler. Bununla birlikte, enkazın yönetimi, hem kentsel hem de kırsal bölgelerde önemli zorluklar ortaya çıkarabilir. Özellikle, deprem kaynaklı atıkların miktarı ve bileşimi hakkında eksik veri bulunması, bu süreçte karşılaşılan en büyük zorluklardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, uygun ayrıştırma teknikleri ve atık yönetimi protokollerinin titizlikle uygulanması gerekmektedir. Bu yöntemler, kaynakların etkin bir şekilde kullanılması ve potansiyel çevresel risklerin minimize edilmesi amacıyla atıkların doğru bir şekilde sınıflandırılmasını ve ayrıştırılmasını sağlayacaktır.

Deprem kaynaklı atıkların katma değerli ürünlere dönüştürülmesi noktasında geri dönüşüm tesislerine büyük sorumluluk düşmektedir. Bu süreçte atıkların verimli bir şekilde ayrıştırılması, özelliklerinin karakterizasyonu, istenilen boyutlara getirilmesi ve inşaat sektöründe yeniden kullanılabilir birer ürün haline getirilmesi için söz konusu bu fizibilite raporunda detaylı çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, elde edilen bulgular umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır.

I. PROJENİN TANIMI, KAPSAMI, AMAÇ ve HEDEFLERİ

A. TANIM ve KAPSAM

2023 yılında yaşanan depremler, 11 ilimizde çok büyük miktarlarda katı atık oluşumuna neden olmuştur. Beton, tuğla, cam, ahşap, plastik, kiremit, demir ve karışık ev eşyalarından oluşan deprem atıkları, genellikle müdahale süreçlerindeki zaman darlığı nedeniyle doğrudan atık sahalarına ayrıştırılmadan taşınmakta ve depolanmaktadır. Özellikle plastik, ahşap ve inorganik kirletici (beton, kiremit, tuğla ve demir) olarak bilinen atıkların doğaya bu şekilde bırakılması, uzun vadede çevre ve ekosisteme karşı ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle bu tür atıkların güncel ayrıştırma teknolojileri yardımıyla türüne ve bileşenlerine göre ayrıştırılarak mümkün mertebe geri dönüştürmeye uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı tarafından yürütülen bu araştırma ile 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremlerden etkilenen tüm iller hedef bölge olarak belirlenmiştir. Depremden etkilenen iller Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1 AFAD verilerine göre 6 Şubat depreminden etkilenen iller

B. AMAÇ ve HEDEFLER

Bu danışmanlık hizmetinin amacı, deprem sonrası açığa çıkan atıklardan özellikle inert (atıl) durumdaki atıkların Hatay ili özelinde seçilmiş olan atık sahasında kapsamlı bir şekilde karakterizasyonunun yapılması, bu atıkların yüksek saflıkta birbirlerinden ayrıştırılması için gerekli ekipman/altyapıların tespiti, altyapı/ekipmanların yatırım maliyetlerinin ortaya

konulması, atıkların karışık ve/veya ayrıştırılmış durumda özellikle yapı malzemeleri olarak katma değeri yüksek kullanılabilirliğinin değerlendirilmesidir.

Rapor çalışması kapsamında saha çalışmaları yapılmış, Hatay İli atık sahasını temsil edecek numuneler toplanmış, doğal yapı malzemelerinin mevcut durumda Hatay ili sınırları içerisinde birim fiyatları belirlenmiş, mevcut ayrıştırma, kırma eleme tesislerinin eksikliklerinin belirlenmesi, kurulu sistemin iyileştirilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiş, ayrıca mevcut tesislere ek olarak elektrik altyapısı olmayan döküm ve stok alanları için mobil kırma ve eleme tesislerinin uygulanabilirliği ve maliyetleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen numunelerin çok kapsamlı olarak içerik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş, bu numunelerin beton agregası ve/veya çimento üretiminde kullanılabilirliği kapsamlı olarak analiz edilmiştir. Yüz yüze görüşmeler sonucunda, kapsamlı karakterizasyon çalışmaları ve yapılan masa başı araştırmaları neticesinde atık sahalarında depolanmış deprem atıklarının mevcut durumdaki imkanlar dikkate alınarak fiziki ve teknolojik altyapı gibi alanlarda ihtiyaç analizleri yapılmış, bu ihtiyaçları karşılamak üzere çözüm önerileri ortaya konulmuştur. Ortaya konan ve belli bir plan içerisinde hayata geçirilecek gelişme eksenleri ile ilk başta ele alınacak bir deprem atık sahası kapsamında yapılan çalışmalarla atık depolarının mevcut durumunun kısa ve orta vadede iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Buradan yola çıkarak, ortaya konulacak tesisin fiziki ve teknolojik ihtiyaçları analiz edilirken ekonomik olarak sürdürülebilirliği de değerlendirilmiştir. Olası maliyetler ve üretilebilecek ürünlerin/malzemelerin satış fiyatları incelenmiş, mali analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu raporun amacı, destek programlarına ve ulusal ve uluslararası fon başvurularına temel teşkil edecek bilgiler sunmaktır.

II. ARKAPLAN ve GEREKÇE

A. ARKAPLAN

Şu anda bölgede yapılan çalışmalara ait detaylar aşağıda verilirken sürece ilişkin fotoğraflar Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulmuştur.

- Daha önceden geçici döküm sahalarına dökülmüş olan yıkıntılar iş makineleri ile bulundukları yerden alınıp daha sonrasında mobil primer kırıcılara gönderilmektedir.
- Kırıcılara gitmesi uygun olmayan büyük ebatlı ev eşya parçaları, tahta, plastik, tekstil gibi malzemeler önceden alınmaya çalışılmaktadır.
- Mobil kırıcı öncesi veya kırıcı sonrası en fazla ayrıştırılmaya çalışılan malzeme demirdir.

- Mobil kırıcıdan çıkan malzeme içindeki demir metal separatör ile alındıktan sonra kalan yaklaşık 0-100 mm büyüklükteki tüm malzeme herhangi başka bir sınıflandırmaya veya geri dönüşüm yapılmadan belirlenmiş olan alanlara dökülmektedir.
- Bu dökülen malzeme içinde beton parçaları dışında, tahta, plastik, naylon, tekstil, kâğıt ve ev eşya parçaları gibi pek çok diğer malzeme de bulunmaktadır.
- Ayrıca şehirde yapılan incelemelerde, hasar alan binaların kontrollü yıkımından elde edilen enkaz, metal ve geri dönüştürülebilir malzemelerden ayrıştırılmıştır. Görece daha az karışık olan bu enkaz, olduğu gibi binaların bulunduğu alanlara serilmiştir. Bu atıkların büyük ölçüde küçük boyutlu beton molozundan oluştuğu gözlemlenmiştir.



Şekil 2 Geçici döküm sahasında yapılan işlemler



Şekil 3 Hasar alan binaların kontrollü yıkımından sonra aynı araziye serilmiş enkaz atıkları

Bölgede kurulacak olan atık ayrıştırma tesisinde ekipmanların teknik ve ekonomik olarak değerlendirmesi amacıyla;

- Kurulacak olan kırma-eleme tesisinden çıkan atıkların içeriklerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi (metal, beton molozu, cam, kiremit/tuğla, ahşap, alçı, vb.),
- Belirlenecek atık içeriklerine göre gerekli olan ekipmanların, kapasitelerinin, yaklaşık yatırım maliyetlerinin ve çalışma sırasında ihtiyaç duyacağı enerji ve insan kaynağının belirlenmesi,
- Ayrıştırma sonrası elde edilecek ayrıştırılmış atıkların ve bu atıkların alternatif olacağı doğal malzemelerin maliyetlerinin ve teknik özelliklerinin karşılaştırılması değerlendirilmesi,
- Ayrıştırılmış ürünleri kullanacak potansiyel müşterilerin belirlenmesi,
- Geri dönüştürülmüş agregalar kullanılarak, deprem bölgesinde yaygın olarak kullanılan C30 sınıfı beton tasarımının geliştirilmesi ve beton üretiminde atıklardan elde edilen malzemelerin maliyet açısından en verimli kullanım oranının belirlenmesi gerekmektedir.

B. GEREKÇE

Deprem sonrası oluşan enkazların geri dönüştürülmesi, ekonomik, sosyal ve çevresel nedenlerden dolayı çok önemlidir ve öncelik teşkil etmektedir. Geri dönüşümün sağladığı en büyük fayda, kaynakların korunmasına ve atık miktarının azaltılmasına yardımcı olmasıdır. Yapı enkazlarının geri dönüşümü, yeni yapıların inşası için gerekli olan hammaddeyi sağlanmasına yardımcı olur ve her anlamda zarar görmüş bölgenin kısa sürede ekonomik olarak

ayağa kalkmasına destek olur. Aynı zamanda sosyal bir sorumluluk projesidir. Tüm bunlara ilaveten geri dönüşüm malzemelerinin kullanımı ile sınırlı miktardaki doğal hammaddelerin etkin ve verimli bir şekilde kullanılması sağlanacaktır.

Nitekim yıkım yaşanan bölgelerde binaların yeniden inşasına ihtiyaç duyulmasıyla birlikte, agrega ihtiyacında yüksek miktarlarda artışlar olmuştur. Agrega üretimi sırasında, hammadde, enerji ve işçilik maliyetlerinin yanında karbon salınımı içeren çevresel etkiler de söz konusudur. Aynı zamanda atıkların geri dönüşümü için de enerji harcanmakta ve karbon salınımı gerçekleşmektedir. Atık betonun agrega hammaddesi olarak kullanılması sayesinde, aynı agreganın sıfırdan üretilmesi esnasında harcanacak enerjinin ve bu esnada oluşacak karbon salınımlarının önüne geçilmiş olacaktır. Gelişmiş ülkelerde, geri dönüşüm hedefleri doğrultusunda uygulanan yüksek bertaraf ücret uygulamaları, atıkların geri dönüşümünün gittikçe daha fazla gündeme gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bertaraf tesislerinin uzaklığının fazla olması durumlarında maliyetler daha da yüksek olmakta ve geri dönüşümü bertaraf sürecine göre daha cazip kılmaktadır.

Enkazın geri dönüşümü, malzemelerin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması anlamına gelir. Beton enkazı, özel kırıcılar kullanılarak küçük parçalara ayrılır ve sonra tekrar kullanılabilir hale getirilir. Metaller, eritme işlemi ile tekrar kullanılabilir hale getirilir. Ahşap ve diğer atıklar enerji üretmek için yakılabilir.

Deprem sonrası enkazların geri dönüşümü, bazı zorluklar taşımaktadır. Atık malzemenin sınırlı olması, geri dönüşüm sürecinin yüksek maliyetli olması ve geri dönüşüm tesislerinin sınırlı sayıda olması bu faktörlerden bazılarıdır.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının (UNDP) tahminlerine göre, 6 Şubat tarihli depremde binaların yıkılmasıyla ortaya çıkan enkaz miktarı ağırlık olarak 200 milyon ton, hacim olarak ise 100 milyon metreküpten fazladır. Bu açıdan bölgede atık malzeme miktarı açısından sıkıntısı bulunmamaktadır.

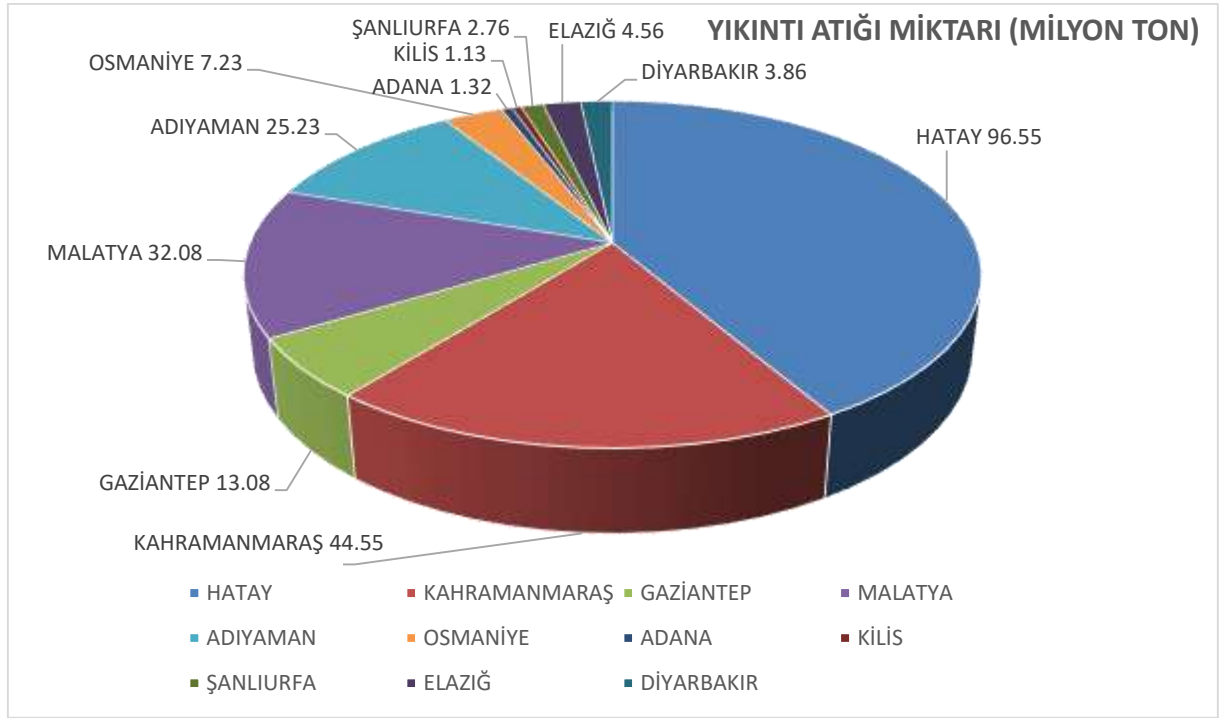
Tablo 1. Son 25 yılda Dünya 'da yaşanmış büyük depremlerde ortaya çıkan enkaz miktarı

Depremin olduğu yer (yıl)	Enkaz (ton)
Türkiye (1999)	13 milyon
Nepal (2014)	14 milyon
Çin (2004)	20 milyon
Japonya (2011)	31 milyon
Haiti (2010)	23-60 milyon
Türkiye (6 Şubat 2023)	200 milyon

Bölgede yeterli geri dönüşüm tesisi bulunmaması ve atıkların tam anlamıyla ayrıştırılmaması nedeniyle kaynak kayıpları yaşanmakta, maliyetler ise net olarak hesaplanamamaktadır. Bu amaçla bu fizibilite raporunun hazırlanarak maliyet analizlerinin yapılması ve bölgede geri dönüşüm tesislerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. 2011 yılında Japonya'da meydana gelen deprem ve tsunami sonucunda toplam 31 milyon ton enkaz ortaya çıkmış ve bu enkazın %81'i geri dönüştürülmüştür. Bu uygulamanın bir benzerinin de ülkemizde hayata geçmesi için bu fizibilite raporu oldukça önem arz etmektedir.

III. TALEP ANALİZİ

Kurulacak olan tesiste saatte 200 ton atığın kırılması durumunda, günde 8 saatlik çalışma süresiyle yıllık 584.000 ton atığın ayrıştırılması mümkün olacaktır. Şekil 5, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulan veriler dikkate alındığında, bölgede bulunan 200 milyon ton atığın ayrıştırılması ve geri dönüşümü amacıyla kurulacak tesislerin kaynak yetersizliği riski taşımayacağı belirlenmiştir. Tesislerin ekonomik ömürleri, gerçekleştirilen ekonomik analizlerde de gösterildiği üzere, hedeflenen seviyelerin oldukça üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 4 Yıkıntı atıklarının depremden etkilenen illere göre dağılımı

Kaynak: SKD Türkiye- Kentsel Dönüşüm, Deprem ve Olası Diğer Afetler Sonucunda Oluşan Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Rehberi

Tablo 2. İçişleri Bakanlığı'na göre illere göre depremde etkilenen bina sayıları

İl	Mesken	İşyeri	Kamu	Diğer	Genel Toplam
Adana	404.502	29.920	8.916	7.779	451.117
Adıyaman	107.242	5.765	4.370	3.119	120.496
Diyarbakır	199.138	11.412	11.964	3.165	225.679
Elazığ	106.569	7.221	2.872	7.051	123.713
Gaziantep	269.212	22.829	5.480	8.162	305.683
Hatay	357.467	35.511	10.382	5.489	406.849
Kahramanmaraş	219.351	12.358	6.879	4.565	243.153
Kilis	33.399	1.526	1.651	736	37.312
Malatya	159.896	8.370	6.670	4.051	178.987
Osmaniye	128.163	9	3.105	2.384	143.080
Şanlıurfa	347.902	18.847	11.790	4.089	382.628
Bölge Toplamı	2.332.187	161.187	74.079	50.590	2.618.697

Tablo 3. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın hasar tespiti yapılan bina sayısı

İcmal	Bina Sayısı	Bağımsız bölüm
Hasarsız	860.003	2.387.163
Az hasarlı	431.421	1.615.817
Orta Hasarlı	40.228	166.132
Ağır hasarlı	179.786	494.588
Yıkık	35.355	96.100
Acil yıkılacak	17.491	60.728
Tespit yapılmadı	147.895	296.508
Toplam	1.712.182	5.117.036

Tablo 4. ÇŞİDB 6 Mart 2023 tarihli il bazında hasar tespit raporu

İl	Toplam Acil+Ağır+Yıkık Konut Sayısı	Orta Hasarlı Konut Sayısı	Az Hasarlı Konut Sayısı
Adana	2.952	11.768	71.072
Adıyaman	56.256	18.715	72.729
Diyarbakır	8.602	11.209	113.223
Elazığ	10.156	1.522	31.151
Gaziantep	29.155	20.251	236.497
Kahramanmaraş	99.326	17.887	161.137
Malatya	71.519	12.801	107.765
Hatay	215.255	25.957	189.317
Kilis	2.514	1.303	27.969
Osmaniye	16.111	4.122	69.466
Şanlıurfa	6.163	6.041	199.401
Bölge Toplamı	518.009	131.577	1.279.727

IV. SABİT VE MOBİL TESİSLERİN İNCELENMESİ

Atıkların içerisinde tehlikeli ve tehlikesiz bileşenler bulunur. Atıkların içeriği, inşaat yapım tekniğine, proje büyüklüğüne, malzeme cinsine ve malzeme depolama yöntemine ve insan faktörüne bağlı olarak değişim göstermektedir. Atıklarda, inşaat teknolojileri ve malzemeleri doğrultusunda, demirli ve demirsiz beton, çatı konstrüksiyonu (çelik ya da ahşap), çatı kaplaması, kaplama üstü bitüm ve kiremit, izolasyon malzemesi, tuğla, briket, vb. duvar malzemeleri, alçı, sıva, korkuluk, dolgu malzemesi, seramik, kumaş, plastik, ahşap, metal, alüminyum, cam bulunmaktadır.

Hatay'da belirlenen sahada yapılan incelemeler doğrultusunda sabit ve mobil olmak üzere 2 farklı tipte ayrıştırma tesisi kurulumuna yönelik araştırmalar yapılmış ve makine ekipmanlar tespit edilmiştir.

A. SABİT TESİSİN TASARIMI

Hatay'da kurulması planlanan sabit tesis için çeneli kırıcı ve ek ekipmanlar ile bir hat tasarlanmıştır. Tesise ek olarak bir bunker, bir titreşimli besleyici ve triyaj bantlı konveyörden oluşan bir sistem kurulması öngörülmüştür. Bu sistemin çeneli kırıcıdan önce yapılması planlanmaktadır. Bunkerden besleyiciye gelen atıkların cihazdaki titreşim sayesinde triyaj bantlı konveyör üzerine yayılması sağlanacaktır. Bu kısımda çalıştırılacak dört kişilik bir ekiple sistemde takılıp kırıcı ve eleklerle takılan ve nihai ürünlere karışan malzemelerin el yordamıyla ayrıştırılması sağlanacaktır. Bu kapsamda uluslararası birçok uygulama incelenmiş olup bu uygulamalarda ön ayrıştırma işlemi ekipler tarafından önerildiği şekilde el yordamıyla ayrıştırılmaktadır. Ön ayrıştırma yapılmış olan atık buradan da direkt olarak herhangi bir yükleme ve boşaltma yapılmadan mevcuttaki çeneli kırıcıya iletilecektir.

Kırım ve eleme esnasında oluşan tozumu engellemek için ise su ve hava yardımı ile çalışan toz indirgeme sistemi kurulması düşünülmüştür. 1 ton malzeme kırılışı esnasında yaklaşık 2 litre su tüketilir. Kimyasal madde kesinlikle kullanılmamaktadır. Sistem hidrofor kompresör kumanda panelleri ve bu panellerdeki dağıtıcı bloklardan çıkan su ve hava hatlarının beslediği nozullardan oluşur. Kontrol paneli uzaktan kumandalı olup kamyon dökülüğü, çene, kırıcılar elek ve stok dökülüşlerine yerleştirilen nozullar eş zamanlı, ya da birbirlerinden bağımsız olarak çalıştırılabilmektedirler.

Toz indirgeme sistemi, özel tasarlanmış nozulları sayesinde su moleküllerini parçalamaktadır. Hava hatları sayesinde nozul içerisine gönderilen basınçlı hava, daralan bir ortamda sıkıştırılıp

ses dalgaları oluşturur. Ses dalgaları üzerine diğer hatlardan gönderilen basınçlı su, ses dalgaları sayesinde parçalara ayrılmakta, parçalanan su molekülleri nozul önünde sis perdesi oluşturarak tesisteki oluşan tozun indirgemesini sağlamaktadır. Üretimin hiçbir aşamasında yapışmalar olmamakta ve indirgenen toz elekten alınan en küçük malzeme olarak geri kazanılmaktadır.

SABİT TESİSTEKİ EKİPMAN LİSTESİ VE ÖZELLİKLERİ

1.1 UMG03 BUNKER BESLEYİCİ

1 Adet

Bunker Hacmi: 30 m³

Bunker Gövdesi: 20 mm S235 JR Kalite Sac. Yüksek Dayanımlı Çelik Konstrüksiyon

1.2 UMG03 TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ

1 Adet

Besleyici Ebadı: 1200 x 5000 mm

Besleme Kapasitesi: 200- 300 tph

Motor: 2 x 8 kW vibromotor 1000 rpm

Besleyici Gövdesi: 15 mm kalınlığında yan ve 20 mm kalınlığında taban olmak üzere S235 JR Kalite sacdan kaynaklı

Ayrıca taban kısmı çelik profillerle güçlendirilmiştir.

Izgara: Çift sıra Mn'lı Çelik döküm. Izgara açıklığı ayarlanabilir.

By-Pass: Mekanik olarak yön değiştirilebilir döküş şutu

1.3 UMB KUM BESLEYİCİ BUNKER IZGARALI BUNKER

Hacmi: 30 m³

1.4 TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ

1 Adet

Besleyici Ebadı: 1000 X 2000 mm olacaktır.

Motor: 2 X 2,2 kW 1000 d/dk Vibromotor.

2 UMK110 ÇENELİ KIRICI

1 Adet

Kapasite: 200-300 tph

Giriş Ağız Açıklığı: 1100x850 mm

Çıkış Ağız Açıklığı: 100-250 mm arasında ayarlanabilir.

Ayar Sistemi: Hidrolik silindirle şim plakalarının kontrolü sağlanır.

Max Besleme Ebadı: 800mm

Motor: 132 kW, 1500 d/dk

Pitman: GS 52 Çelik döküm Çeneler: % 16- 18 Mn'lı Çelik döküm.

Arka yüzleri işlenmiştir.

Volan: GG 22 Pik Döküm Mil: CK45 çeliğinden hassas işlenmiş, eksantrik mil.

Rulman: SKF veya FAG marka, ağır hizmet tipi, küresel oynak makaralı rulmanlar.

Kırıcı Gövdesi: Kaynaklı tasarıma sahiptir. Gerilim giderme amacıyla ısıtıl işlem uygulanmıştır.

Şasi: Sabit Çelik Ayaklı

3. TRİYAJ BANTLI KONVEYÖR

1 Adet

Model: UB1000

Bant Eni: 1000 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 8000 mm

Motor: 5,5 kW, 1500 d/dk

Şasi: NPU Profilden imal edilecektir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır. *İnvertör olacaktır.

4. UB BANTLI KONVEYÖR

1 Adet

Model: UB1000

Bant Eni: 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk: 5000 mm

Motor: 7,5 kW, 1500 d/dk

Şasi: NPU Profilden imal edilmiştir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplamadır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olur.

5. UB BANTLI KONVEYÖR

2 Adet

Model: UB1000

Bant Eni: 1000 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 15000 mm

Motor: 15 kW, 1500 d/dk

Şasi: S235 JR kalite sacdan özel büküm olarak imaldir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplamadır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olur.

6. SMK1115 SEKONDER DARBELİ KIRICILI ÜNİTE

1 Adet

Kapasite: 200-300 tph Max.

Besleme Ebadı: 300 mm

Motor: 250 + 2,2 kW, 1500 d/dk

Rotor: GS20 Mn5 Çelik Döküm. Isıl işlem uygulanmıştır. Aşınmaya maruz kalan bölgelere sert dolgu kaynağı uygulanır.

Rotor Ebadı: Ø1150 X 1500 mm

Rotor Mili: 4140 Çelik.

Paletler: %21Cr- %1,5 Mo Alaşımli çelik döküm. Ters-düz kullanılabilir.

Yan Astarlar: %12- %14 Mn çelik döküm, kolaylıkla sökülüp değiştirilebilir.

Pandül Astarları: %16-%18 Mn Çelik döküm.

Kırıcı Gövdesi: 15 mm kalınlığında S235 JR Kalite sacdan imal edilmiştir. Bakım ve onarımın kolaylıkla yapılabilmesi için Bakım Vinci Düzeneği bulunmaktadır.

Rulmanlar: SKF veya FAG marka, ağır hizmet tipi, oynak makaralı rulmanlar.

Hidrolik Sistem: Üst gövdenin açılıp kapanmasını sağlayan ve çene açıklık ayarını kolaylaştıran hidrolik güç ünitesi bulunur.

Şasi Tipi: Sabit Çelik Ayaklı Otomatik Yağlama Sistemi mevcuttur.

7. UB BANTLI KONVEYÖR

1 Adet

Model: UB1000

Bant Eni: 1000 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 25000 mm

Motor: 22 kW, 1500 d/dk

Şasi: S235 JR kalite sacdan özel büküm olarak imal edilmiştir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplamadır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olur.

8. UME2060 EĞİMLİ ELEK ÜNİTE

1 Adet

Ebat: 2000x6000 Kat Adedi: 4 Motor: 22 kW , 1500 d/dk

Yatak: Çelik döküm

Rulman: SKF veya FAG marka Gövde: 10 mm kalınlığında S235 JR kalite sacdan imal edilmiştir.

Eleme Tertibatı: Çelik Örgü

Titreşim Ayarı: Ayarlanabilir

Eksantrik Ağırlık Oluklar: 6 mm kalınlığında S235 JR kalite sacdan imal edilmiştir.

Tahrik Sistemi: Ortadan Tahrikli.

Şasi Tipi: Sabit Çelik Ayaklı

9. UB BANTLI KONVEYÖR

1 Adet

Model: UB750 Bant Eni: 750 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 24000 mm

Motor: 15 kW, 1500 d/dk

Şasi: S235 JR kalite sacdan özel büküm olarak imal edilmiştir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplamadır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olur.

10. UB BANTLI KONVEYÖR

4 Adet

Model: UB600 Bant Eni: 600 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 15000 mm

Motor: 5,5 kW, 1500 d/dk

Şasi: S235 JR kalite sacdan özel büküm olarak imal edilmiştir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplamadır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olur.

11. UB BANTLI KONVEYÖR

1 Adet

Model: UB1000

Bant Eni: 1000 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 6000 mm

Motor: 7,5 kW, 1500 d/dk

Şasi: NPU Profilden imal edilecektir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.

12.UB BANTLI KONVEYÖR

2 Adet

Model: UB800

Bant Eni: 800 mm

Eksenler Arası Uzunluk: 15000 mm

Motor: 7,5 kW, 1500 d/dk

Şasi: S235 JR Kalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli.

EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır.

Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.

13. MANYETİK SEPERATÖR

1 Adet

Motor: 4 kW, 1500 d/dk

Şasi: Sac büküm olarak imal edilmiştir.

Rulolar: 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklıdır.

Bant Lastiği: 4 kat 4/2 bezli kauçuk kaplamadır.

14 MIKNATIS

2 Adet

15 METAL DEDEKTÖR

1 Adet

16 KUMANDA PANOSU

1 Adet

2,2 X 6m ebatlarında klimalı, toz ve yağışa karşı izolasyonlu kabindir.

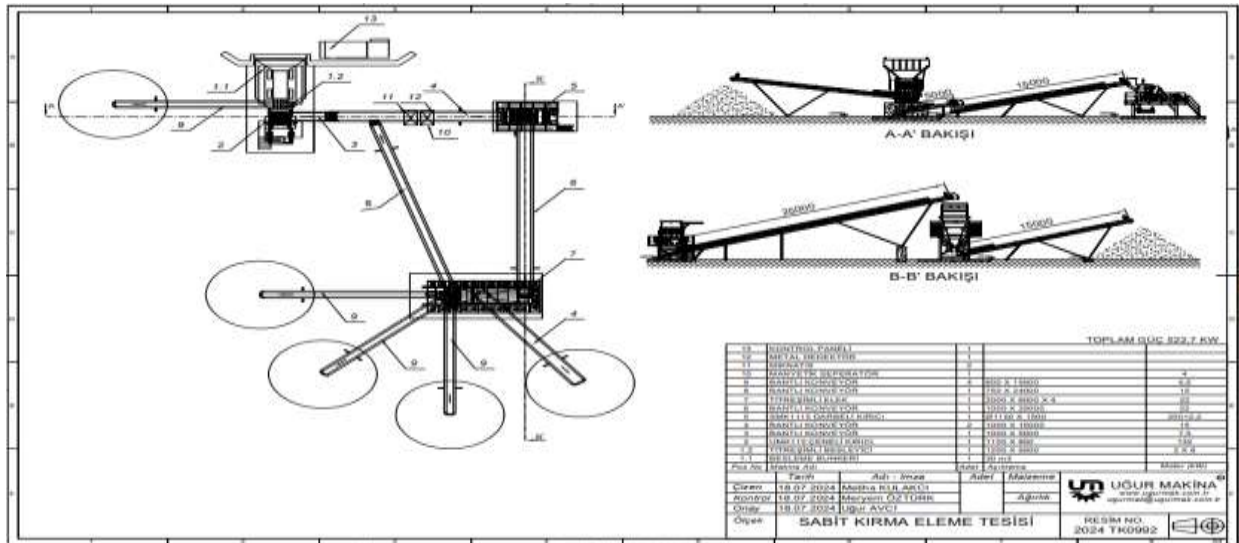
Modüler tip kumanda panosu ve piyano masa.

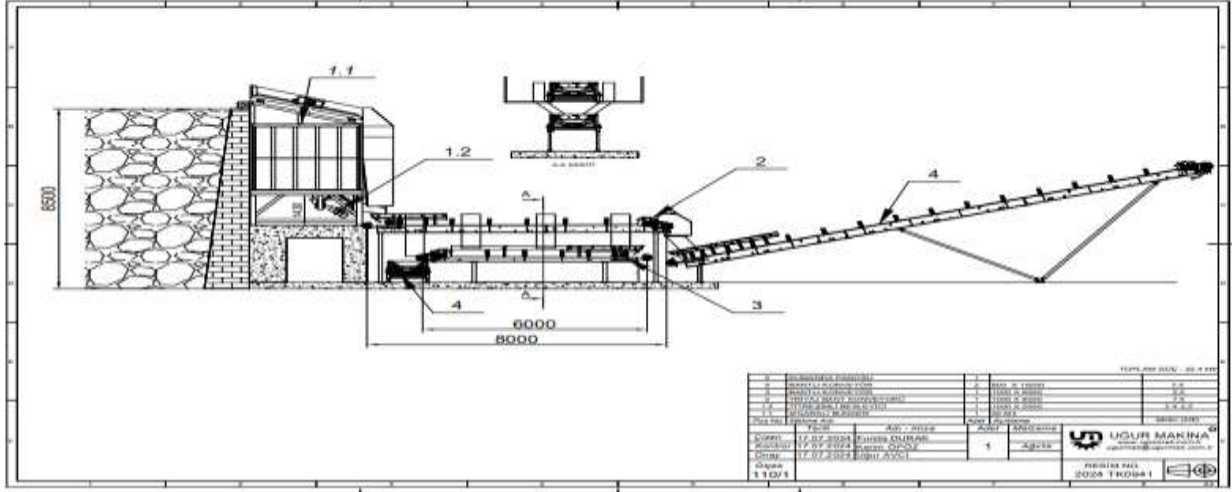
SIEMENS- Schneider- ABB marka kontaktörler ve ana şalter.

Sistemdeki tüm motorlar motor koruma şalteri ile korunmuş ve 55 KW ve üzeri tüm motorlara softstarter ile yol verilmiştir. Daha küçük motorlar sistemin durumuna göre direkt yol verme sağlanmıştır.

17. TOZ İNDİRGEME SİSTEMİ

1 Adet





B. SABİT TESİSİN YAPIM MALİYETLERİ

Ekipman kurulum bedelleri hesaplanırken eklerde yer alan mevcut tesis kurulumu ve bu tesisin iyileştirilmesi için alınmış olan proforma fatura bedelleri kullanılmıştır. Kamyonlar ve iş makineleri için yapılan piyasa araştırmaları ve satış rakamları ile adet fiyatlar belirlenmiştir. Mevcut tesisin iyileştirilmesi için gerekli ekipman için 122.775 € tutarında bir yatırım gerekmektedir. Ayrıca mevcutta 1 backhoe, 1 loader, 1 kamyon çalışmakta olup 4 adet daha kamyon alınması gerekmektedir ve maliyeti $7.000.000 \times 4 = 28.000.000$ TL'ye karşılık gelen $195.095 \times 4 = 780.380$ €'dur. İnşaat harcaması olarak ise iyileştirmeler için 1.750.000 TL yatırıma daha ihtiyaç duyulmaktadır. (Euro kuru bu rapor tarihindeki 35.88 TL olarak alınmıştır.)

Tablo 5. Sabit Tesis Makina ve ekipman maliyetleri

	Adet		Birim	Birim Fiyatı (TL)	Birim Fiyatı (€)	Toplam (TL)	Toplam (€)
Ekipman kurulum bedeli	1		Komple	37.876.914	1.055.655	37.876.914	1.055.655
İnşaat giderleri	1		Komple	3.500.000	97.547	3.500.000	97.547
Kamyonlar	5		Adet	7.000.000	195.095	35.000.000	975.474
Backhoe	1		Adet	5.202.600	145.000	5.202.600	145.000
Loader	1		Adet	9.000.000	250.836	9.000.000	250.836
Genel toplam						90.579.514	2.524.513

Tablo 6. Sabit Tesis Demirbaş satın alma masrafları

MEVCUT KURULU TESİS 200-300 TPH			
SIRA NO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
1	1.1UMH03 BUNKER BESLEYİCİ	1	ADET
2	1.2UMG03 TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ	1	ADET
3	UMK110 ÇENELİ KIRICI	1	ADET
4	UB BANTLI KONVEYÖR 5 MT	1	ADET
5	UB BANTLI KONVEYÖR 15 MT	2	ADET
6	SMK1115 SEKONDER DARBELİ KIRICI ÜNİTE	1	ADET
7	UB BANTLI KONVEYÖR 25 MT	1	ADET
8	UME2060 EĞİMLİ ELEK ÜNİTE	1	ADET
9	UB BANTLI KONVEYÖR 24 MT	1	ADET
10	UB BANTLI KONVEYÖR 15 MT	4	ADET
11	MANYETİK SEPERATÖR	1	ADET
12	MIKNATIS	2	ADET
13	ELEKTRİK PANOSU	1	ADET
ARA TOPLAM (KDV DAHİL)			932,880 €
MEVCUT KURULU TESİSİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN GEREKEN EKİPMAN			
SIRA NO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
1	1.1.UMVK KUM BESLEYİCİ BUNKER IZGARALI	1	ADET
2	TRİYAJ BANTLI KONVEYÖR 8 MT	1	ADET
3	UB BANTLI KONVEYÖR 6 MT	1	ADET
4	UB BANTLI KONVEYÖR 15 MT	2	ADET
5	ELEKTRİK PANOSU	1	ADET
6	TOZ İNDİRGEME SİSTEMİ	1	ADET
ARA TOPLAM (KDV DAHİL)			122.775 €
TÜM SİSTEM GENEL TOPLAM			1.055.655 €

C. SABİT TESİSİN İŞLETME GELİR ve GİDERLERİ

Gelir ve gider hesapları yapılırken tesis ömrü 20 yıl olarak hesaplanmıştır. Tüm gelir gider ve karlılık hesapları 20 yıl dikkate alınarak hesaplanmıştır.

a. Gelirler

Tesis çalışma saatleri, kapasitesi ve vardiya sayısı ile ilgili kabuller Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. Sabit Tesisle ilgili bilgiler

	DEĞER	BİRİM
TESİS GÜNLÜK ÇALIŞMA SAATİ	8	SAAT
SAATLİK ATIK İŞLEME KAPASİTESİ	250	TON/SAAT
VARDİYA SAYISI	1	ADET/GÜN

Günlük 1 vardiya ve 8 saat çalışma süresi ile saatte 250 ton atık ayrıştırılacağı öngörülen tesiste 20 yıllık ekonomik ömür sonunda, (2024 senesinde 5 ay çalışılacağı düşünülmüştür) toplam 14 milyon 170 bin ton atık ayrıştırması yapılacağı hesaplanmaktadır. Tesisin yıllara göre dönüştüreceği atık miktarının hesabı Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Sabit Tesisin yıllara göre dönüştüreceği atık miktarı

TOPLAM GERİ DÖNÜŞÜME GİREN ATIK YILLIK	2024 (5 AY)	300.000	TON
TOPLAM GERİ DÖNÜŞÜME GİREN ATIK YILLIK	DİĞER YILLAR	730.000	TON
TOPLAM GERİ DÖNÜŞÜME GİREN ATIK	20 YILDA TOPLAM	14.170.000	TON

Mevcut tesiste yapılan deneme kırımları sonucunda elde edilen ton bazında ayrıştırılmış nihai ürün yüzdeleri Tablo 9’da ve bölgede yapılan piyasa araştırmaları ile elde edilen ton bazında satış rakamları Tablo 10’da yer almaktadır.

Tablo 9. Sabit Tesiste yapılan deneme kırılmaları sonucunda elde edilen ton bazında ayrıştırılmış nihai ürün yüzdeleri

0-5 MM	60%
5-12 MM	20%
12-25 MM	10%
BYPASS	10%
DEMİR (TON)	0.005%

Tablo 10. Bölgede yapılan piyasa araştırmaları ile elde edilen ton bazında satış rakamları (Sabit Tesis)

AYRIŞTIRILAN MALZEME SATIŞ BEDELİ	BİRİM FİYATI	BİRİM
0-5 MM	110	TL
5-12 MM	110	TL
12-25 MM	110	TL
BYPASS	0	TL
DEMİR	12.000	TL

Gelirler hesaplanırken tesis ekonomik ömrü 20 yıl kabul edilmiştir. Yapım maliyetleri ile işletme gelir ve giderleri vergi vb. dış etkenlerden arındırmak amacıyla 0,8 ile çarpılarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.

Tablo 11. 20 yıl için tesisin gelir tablosu (Sabit Tesis)

MALZEME	%	TOPLAM TON	BİRİM FİYATI (TL)	TOPLAM SATIŞ	VERGİDEN ATINDIRMA KATSAYISI	TOPLAM SATIŞ (TL)
0-5 MM	60	8.502.000	110	935.220.000	0,8	748.176.000
5-12 MM	20	2.834.000	110	311.740.000	0,8	249.392.000
12-25 MM	10	1.417.000	110	155.870.000	0,8	124.696.000
BYPASS	10	1.417.000	0	0	0,8	0
DEMİR	0.005	70.850	12.000	850.200.000	0,8	680.160.000
TOPLAM (TL)				2.253.030.000		1.802.424.000

b. Giderler

Tesis ömrü 20 yıl düşünülerek işletme sırasında öngörülen personel maaşları, SGK ödemeleri, tazminatları, iâşe ve ibate masrafları, tesis elektrik ve su giderleri, iş makinelerinin mazot ve yıllık bakım masraflarına ait icmal Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Sabit Tesis OPEX (Operasyonel Harcamalar)

GİDERLER (TL)	TOPLAM	VERGİDEN ARINDIRMA KATSAYISI	TOPLAM
PERSONEL MAAŞLARI VE SGK	283.641.750	0,8	226.913.400
PERSONEL GİDERLERİ	20.690.275	0,8	16.552.220
ELEKTRİK GİDERLERİ	139.064.540	0,8	111.251.632
SU GİDERİ	329.369	0,8	263.495
MAZOT GİDERİ	80.753.346	0,8	64.602.677
DEMİRBAŞ VE ARAÇ BAKIM MASRAFLARI	87.937.611	0,8	70.350.089
TOPLAM (TL)	612.416.891		489.933.513

Tablo 13. Sabit Tesis Personel maaşları ve SGK

PERSONEL	KİŞİ SAYISI	BİRİM	MAAŞ (TL/AY)	TOPLAM
TESİS MÜDÜRÜ	1	ADET	126.563	31.893.750
FORMEN, KÜREKÇİ, YAĞCI, DÜĞMECİ, KAYNAKÇI	5	ADET	67.500	85.050.000
LOADER OPERATÖRÜ	2	ADET	67.500	34.020.000
KAMYON ŞOFÖRÜ	5	ADET	67.500	85.050.000
TRİYAJ AYRIŞTIRMA ELEMANI	4	ADET	47.250	47.628.000
PERSONEL GİDERİ MALİYET (TL)	17	ADET		283.641.750

Tablo 14. Sabit Tesis Personel giderleri (17 kişi için)

GİDER	MİKTAR	BİRİM	TOPLAM
YEMEK MASRAFLARI	95	TL/ÖĞÜN	11.442.275
İŞ GÜVENLİĞİ KİYAFETLERİ (YILDA 2 DEFA)	4000	TL/YIL	1.326.000
ULAŞIM MASRAFLARI	2000	TL/ay	7.922.000
PERSONEL GİDERİ MALİYETİ (TL)			20.690.275

- Personel maaşları ve SGK giderleri, 1 tesis müdürü, 5 adet formen, kürekçi, yağcı, düğmeci, kaynakçı, 2 adet ekskavatör ve loader operatörü, 5 adet kamyon şoförü ve 4 adet triyaj elemanı, toplam 17 kişinin, 20 senelik maaş+sigorta masrafları hesaplanarak ortaya çıkarılmıştır.
- Su gideri, toz indirgeme sisteminde kullanılan saatlik ayrıştırılan malzemenin ton başı 2 lt suyun 11,78 TL/m³ birim fiyatı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.
- Elektrik gideri, 01/01/2024 tarihli Hatay elektrik dağıtım bedeli olan 4,48 TL/kWh'in tesis elektrik gücü olan 555,1 kWh ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.
- Mazot gideri 1 adet ekskavatör ve 1 adet loader ve 5 adet kamyonun saatlik mazot sarfiyatlarının 44,86 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.
- Demirbaş bakım giderleri ise demirbaşların toplam satın alma bedellerinin yıllık olarak ortalama %5'i üzerinden hesaplanmıştır.

D. SABİT TESİSİN EKONOMİK ANALİZİ

Ekonomik analizde amaç projenin genel olarak kamuya getirdiği fayda ve maliyetleri ortaya koymaktır. Ekonomik analizde takip edilecek yöntemle ilişkin önemli unsurlar şunlardır:

- Projenin ekonomik ömrü 20 yıl olarak kabul edilmiştir.
- Yapım maliyetleri ile işletme gelir ve giderleri vergi vb. dış etkenlerden arındırmak amacıyla 0,8 ile çarpılarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.
- Projenin Ekonomik Net Bugünkü Değeri (ENBD) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$ENBD = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Formülde S fayda ve maliyet arasındaki farkı (net kar), n projenin ekonomik ömrü olan 20 alınmıştır. i ekonomik analizde yüzde 9 alınmıştır. İdareniz tarafından verilen tüm bu veriler doğrultusunda oluşan tablo, Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Sabit Tesis Ekonomik analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL)

SATIŞLAR	2.253.030.000
OPERASYONEL HARCAMALAR (OPEX)	612.416.891
BRÜT KAR (EBİT)	1.640.613.109
NET KAR (0.8 KATSAYILI)	1.312.490.487
NET NAKİT AKIŞI	1.312.490.487
EKONOMİK NET BUGÜNKÜ DEĞER (ENBD)	633.076.593
EBİT SATIŞLAR	73%
NET KAR/SATIŞLAR	58%

E. SABİT TESİSİN FİNANSAL ANALİZİ

Finansal analizin amacı projeyi işletecek idare açısından karlılık düzeyini ortaya koymaktır.

Finansal analizde takip edilecek yönetime ilişkin önemli unsurlar şunlardır:

- Projenin ekonomik ömrü 20 yıl olarak kabul edilmiştir.
- Sadece nakit girdi ve çıktılar hesaba katılmıştır. Amortisman gibi nakit akışına sebep olmayan maliyet unsurları analizde dikkate alınmamıştır.
- Analizde net fayda ve maliyetler kullanılmıştır. Projenin fayda ve maliyetleri hesaplanırken projenin yapılmadığı durumdaki fayda ve maliyetler analizde dikkate alınmıştır.
- Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.
- Projenin Mali Net Bugünkü Değeri (MNBD) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$MNBD = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Formülde S fayda ve maliyet arasındaki farkı (net kar), i indirgeme oranını simgelemektedir. n projenin ekonomik ömrü olan 20 alınmıştır. i finansal analizde yüzde

12 alınmıştır. İdareniz tarafından verilen tüm bu veriler doğrultusunda oluşan tablo, Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Sabit Tesis Finansal analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL)

SATIŞLAR	2.253.030.000
OPERASYONEL HARCAMALAR (OPEX)	612.416.891
BRÜT KAR (EBİT)	1.640.613.109
VERGİ (%25)	410.153.277
NET NAKİT AKIŞI	1.230.459.832
MALİ NET BUGÜNKÜ DEĞER (MNBD)	4.930.950.735
EBİT/SATIŞLAR	73%
NET KAR /SATIŞLAR	55%

F. MOBİL TESİSİN TASARIMI

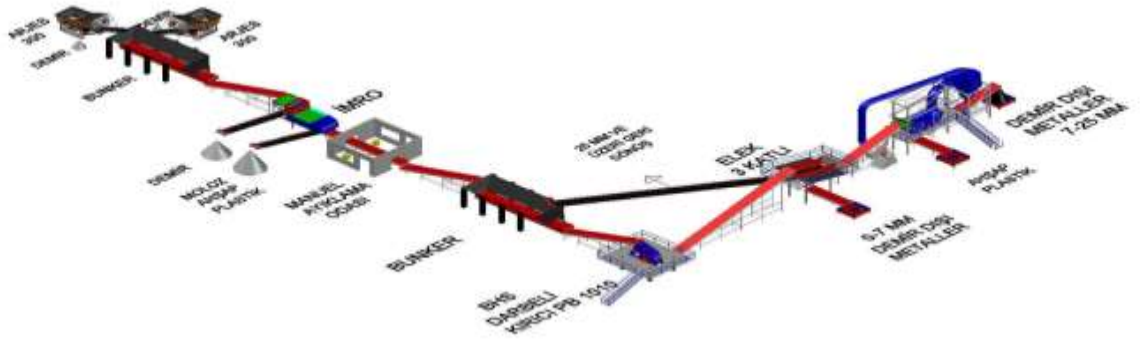
Bu karışık atıkların elenmesi için kurulacak olan tesiste yer alan ekipmanların özellikleri ve adetleri aşağıda listelenmiştir. Öncelikle ekipmanlar elektrik altyapısı olmayan bir stok alanında ayrıştırma yapılacağı düşünülerek tasarlanmıştır. Malzeme giriş kısmında yer alan iki adet kırıcı shredder olarak adlandırılan dizel mobil bıçaklı kırıcılardır. Bunlar paletli kırıcılar olup hareket kabiliyetleri sayesinde yıkım oluşmuş alanda her konuma kolaylıkla taşınabilmektedir.

Kırım işlemi tamamlanan ve küçük parçalara ayrıştırılan yıkım atıkları bunkerde toplanarak buradan konveyör vasıtası ile eddy- current olarak adlandırılan ekipmana transfer edilir. Bu istasyonda alüminyum gibi mıknatıs vasıtasıyla ayrıştırılamayacak olan malzemelerin ayrıştırılması gerçekleştirilir. Akış şemasında yer alan havalı seperatör ve manuel elle ayıklama odasındaki triyaj elemanları sayesinde kırımı yapılan yıkım atığındaki plastik, naylon, tekstil ve ahşap gibi malzemelerin hem otomatik hem de elle ayrıştırılması da tam olarak yapılır. Daha sonra bunkere ve buradan da tesiste mevcut olan darbeli kırıcıya konveyörler aracılığı ile aktarılan malzemeler burada daha küçük parçalara kırılır. Burada kırılan malzeme daha sonra üç katmanlı eleğe alınarak istenilen ölçüdeki malzeme boyutlarına ayrıştırılır.

Kırım ve eleme esnasında oluşan tozumu engellemek için ise su ve hava yardımı ile çalışan toz indirgeme sistemi kurulması düşünülmüştür. 1 ton malzeme kırılışı esnasında yaklaşık 2 litre su tüketilir. Kimyasal madde kesinlikle kullanılmamaktadır. Sistem hidrofor kompresör kumanda panelleri ve bu panellerdeki dağıtıcı bloklardan çıkan su ve hava hatlarının beslediği

nozullardan oluşur. Kontrol paneli uzaktan kumandalı olup kamyon dökülüştü, çene, kırıcılar elek ve stok dökülüştlerine yerleştirilen nozullar eş zamanlı, ya da birbirlerinden bağımsız olarak çalıştırılabilmektedirler.

Toz indirgeme sistemi, özel tasarlanmış nozulları sayesinde su moleküllerini parçalamaktadır. Hava hatları sayesinde nozul içerisine gönderilen basınçlı hava, daralan bir ortamda sıkıştırılıp ses dalgaları oluşturur. Ses dalgaları üzerine diğer hatlardan gönderilen basınçlı su, ses dalgaları sayesinde parçalara ayrılmakta, parçalanmış su molekülleri nozul önünde sis perdesi oluşturarak tesisteki oluşan tozun indirgemesini sağlamaktadır. Üretimin hiçbir aşamasında yapışmalar olmamakta ve indirgenen toz elekten alınan en küçük malzeme olarak geri kazanılmaktadır.



Şekil 4 Mobil Tesis Planı

MOBİL TESİSTEKİ EKİPMAN LİSTESİ VE ÖZELLİKLERİ

1 Arjes Kompaktör 300 – BIÇAKLI MOBİL KIRICI

2 Adet

Boyutlar:

Kırıcı U-G-Y: 7.800 x 2.300 x 3.700 mm

Güç 160 kW / 220 BG

Ağırlık 15.000 kg

2 BUNKER

2 Adet

Kapasite: Uygulamaya uygun proje aşamasında tasarlanacaktır

3 IMRO Eddy current RCSX Junior

1 Adet

14 kutuplu 2.500 devir

Güç: 15 kW

4 MANUEL AYIKLAMA ODASI

1 Adet

Kapalı ve hava şartlarına uygun el ayıklama kabin1

5 DARBELİ KIRICI BHS PB1010**1 Adet**

Ölçüler Rotor:

Çap: 1.000 mm

Genişlik: 1.030 mm

Ölçüler Kırıcı:

Uzunluk: 2.820 mm

Genişlik: 2.180 mm

Yükseklik: 2.380 mm

Ağırlık: 10.500 kg.

6 ELEK**1 Adet**

3 katmanlı elek

0-25 (mm yapı malzemeleri)

7 HAVALI SEPERATÖR**1 Adet**

Malzeme büyüklüğüne uygun 4 değişik boyutta separatör

Plastik, naylon, tekstil, ahşap vb. maddeleri ayıklar

8 ÇELİK KONSTRÜKSİYON İMALATLAR**1 Adet**

Kapsam ile ilgili bütün çelik konstrüksiyon ve üstü kapalı konveyör sistemi

Kurulum ve montaj- Kapsam ile ilgili bütün mekanik ve elektrik kurulum

Devreye alma ve eğitim- Tesisin devreye alınması ve eğitim verilmesi

9 JENERATÖR**1 Adet**

630kVA / 3 x 400V 2 saatlik yakıt tank ile

10 TOZ İNDİRGEME SİSTEMİ**1 Adet****G. MOBİL TESİSİN YAPIM MALİYETLERİ**

Ekipman kurulum bedelleri hesaplanırken eklerde yer alan tesis kurulumu için alınmış olan proforma fatura bedelleri kullanılmıştır. Kamyonlar ve iş makineleri için yapılan piyasa araştırmaları ve satış rakamları ile adet fiyatlar belirlenmiştir. 1 backhoe, 1 loader, 1 kamyon alınması öngörülmüş olup, ihtiyaç olan sayı kadar kamyonun ise kiralanması hedeflenmiştir. İnşaat harcaması olarak ise 3.500.000 TL yatırıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 17. Mobil Tesis Makina ve ekipman maliyetleri

	Adet	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Birim Fiyatı (€)	Toplam (TL)	Toplam (€)
Ekipman kurulum bedeli	1	Komple	65.646.000	1.800.000	65.646.000	1.800.000
İnşaat giderleri	1	Komple	3.500.000	95.969	3.500.000	95.969
Kamyonlar	1	Adet	7.000.000	191.939	7.000.000	191.939
Backhoe	1	Adet	5.288.150	145.000	5.288.150	145.000
Loader	1	Adet	9.000.000	246.778	9.000.000	246.778
Genel toplam					90.434.150	2.479.686

Tablo 18. Mobil Tesis Demirbaş satın alma masrafları

TESİS 150 TPH			
SIRA NO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
1	Arjes Kompaktör 300 bıçaklı mobil kırıcı	2	ADET
2	Bunker	2	ADET
3	IMRO Eddy current RCSX Junior	1	ADET
4	Manuel ayıklama odası	1	ADET
5	Darbeli kırıcı BHS PB1010	1	ADET
6	3 katmanlı elek	1	ADET
7	Havalı separatör- TST	1	ADET
8	Çelik konstrüksiyon- Kapsam ile ilgili bütün çelik konstrüksiyon ve üstü kapalı konveyör sistemi	1	KOMPLE
9	Jeneratör 630 kVA	1	ADET
10	Devreye alma ve eğitim	1	KOMPLE
11	Kurulum ve montaj- bütün mekanik ve elektrik kurulum	1	KOMPLE
ARA TOPLAM (KDV DAHİL)			1.893.600€

H. MOBİL TESİSİN İŞLETME GELİR ve GİDERLERİ

Gelir ve gider hesapları yapılırken tesis ömrü 20 yıl olarak hesaplanmıştır. Tüm gelir gider ve karlılık hesapları 20 yıl dikkate alınarak hesaplanmıştır.

a. Gelirler

Tesis çalışma saatleri, kapasitesi ve vardiya sayısı ile ilgili kabuller Tablo 18’de belirtilmiştir.

Tablo 19. Mobil Tesisle ilgili bilgiler

	DEĞER	BİRİM
TESİS GÜNLÜK ÇALIŞMA SAATİ	8	SAAT
SAATLİK ATIK İŞLEME KAPASİTESİ	200	TON/SAAT
VARDİYA SAYISI	1	ADET/GÜN

Günlük 1 vardiya ve 8 saat çalışma süresi ile saatte 200 ton atık ayrıştırılacağı öngörülen tesiste 20 yıllık ekonomik ömür sonunda, toplam 11 milyon 680 bin ton atık ayrıştırması yapılacağı hesaplanmaktadır. Tesisin yıllara göre dönüştüreceği atık miktarının hesabı Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 20. Mobil Tesisin yıllara göre dönüştüreceği atık miktarı

TOPLAM GERİ DÖNÜŞÜME GİREN ATIK YILLIK		584.000	TON
TOPLAM GERİ DÖNÜŞÜME GİREN ATIK	20 YILDA TOPLAM	11.680.000	TON

Mevcut tesiste yapılan deneme kırımları sonucunda elde edilen ton bazında ayrıştırılmış nihai ürün yüzdeleri Tablo 20’de ve bölgede yapılan piyasa araştırmaları ile elde edilen ton bazında satış rakamları Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21. Mobil tesiste yapılan deneme kırımları sonucunda elde edilen ton bazında ayrıştırılmış nihai ürün yüzdeleri

0-5 MM	60%
5-12 MM	20%
12-25 MM	10%
BYPASS	10%
DEMİR (TON)	0.005%

Tablo 22. Bölgede yapılan piyasa araştırmaları ile elde edilen ton bazında satış rakamları (Mobil Tesis İçin)

AYRIŞTIRILAN MALZEME SATIŞ BEDELİ	BİRİM FİYATI	BİRİM
0-5 MM	150	TL
5-12 MM	150	TL
12-25 MM	150	TL
BYPASS	0	TL
DEMİR	14.000	TL

Gelirler hesaplanırken tesis ekonomik ömrü 20 yıl kabul edilmiştir. Yapım maliyetleri ile işletme gelir ve giderleri vergi vb. dış etkenlerden arındırmak amacıyla 0,8 ile çarpılarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.

Tablo 23. Mobil Tesis 20 yıl için tesisin gelir tablosu

MALZEME	%	TOPLAM TON	BİRİM FİYATI (TL)	TOPLAM SATIŞ	VERGİDEN ATINDIRMA KATSAYISI	TOPLAM SATIŞ (TL)
0-5 MM	60	7.008.000	150	1.051.200.000	0,8	840.960.000
5-12 MM	20	2.336.000	150	350.400.000	0,8	280.320.000
12-25 MM	10	1.168.000	150	175.200.000	0,8	140.160.000
BYPASS	10	1.168.000	0	0	0,8	0
DEMİR	0.005	58.400	14.000	817.600.000	0,8	654.080.000
TOPLAM (TL)				2.394.400.000		1.915.520.000

b. Giderler

Tesis ömrü 20 yıl düşünülerek işletme sırasında öngörülen personel maaşları, SGK ödemeleri, tazminatları, iâşe ve ibate masrafları, tesis elektrik ve su giderleri, iş makinelerinin mazot ve yıllık bakım masraflarına ait icmal Tablo 24’te yer almaktadır.

Tablo 24. Mobil Tesis OPEX (Operasyonel Harcamalar)

GİDERLER (TL)	TOPLAM	VERGİDEN ARINDIRMA KATSAYISI	TOPLAM
PERSONEL MAAŞLARI VE SGK	321.121.125	0,8	256.896.900
PERSONEL GİDERLERİ	27.285.000	0,8	21.828.000
SU GİDERİ	646.618	0,8	517.294
MAZOT GİDERİ	440.560.840	0,8	352.448.672
DEMİRBAŞ VE ARAÇ BAKIM MASRAFLARI	90.434.150	0,8	72.347.320
TOPLAM (TL)	880.047.733		704.038.186

Tablo 25. Mobil Tesis Personel maaşları ve SGK

PERSONEL	KİŞİ SAYISI	BİRİM	MAAŞ (TL/AY)	TOPLAM
TESİS MÜDÜRÜ	1	ADET	164.531	42.778.125
FORMEN, KÜREKÇİ, YAĞCI, DÜĞMECİ, KAYNAKÇI	5	ADET	87.750	114.075.000
LOADER OPERATÖRÜ	2	ADET	87,750	45.630.000
KAMYON ŞOFÖRÜ	1	ADET	87.750	22.815.000
TRİYAJ AYRIŞTIRMA ELEMANI	6	ADET	61.425	95.823.000
PERSONEL GİDERİ MALİYET (TL)	15	ADET		321.121.125

Tablo 26. Mobil Tesis Personel giderleri (15 kişi için)

GİDER	MİKTAR	BİRİM	TOPLAM
YEMEK MASRAFLARI	130	TL/ÖĞÜN	14.235.000
İŞ GÜVENLİĞİ KİYAFETLERİ (YILDA 2 DEFA)	7500	TL/YIL	2.250.000
ULAŞIM MASRAFLARI	3000	TL/AY	10.800.000
PERSONEL GİDERİ MALİYETİ (TL)			27.285.000

- Personel maaşları ve SGK giderleri, 1 tesis müdürü, 5 adet formen, kürekçi, yağcı, düğmeci, kaynakçı, 2 adet ekskavatör ve loader operatörü, 1 adet kamyon şoförü ve 6 adet triyaj elemanı, toplam 15 kişinin, 20 senelik maaş+sigorta masrafları hesaplanarak ortaya çıkarılmıştır.
- Su gideri, toz indirgeme sisteminde kullanılan saatlik ayrıştırılan malzemenin ton başı 2 lt suyun 37,42 TL/m³ birim fiyatı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.
- Mazot gideri 1 adet 630 kVA jeneratör, 2 adet kırıcı, 1 adet ekskavatör, 1 adet loader ve 1 adet kamyonun saatlik mazot sarfiyatlarının 48,67 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.
- Demirbaş bakım giderleri ise demirbaşların toplam satın alma bedellerinin yıllık olarak ortalama %5'i üzerinden hesaplanmıştır.

İ. MOBİL TESİSİN EKONOMİK ANALİZİ

Ekonomik analizde amaç projenin genel olarak kamuya getirdiği fayda ve maliyetleri ortaya koymaktır. Ekonomik analizde takip edilecek yöntemle ilişkin önemli unsurlar şunlardır:

- Projenin ekonomik ömrü 20 yıl olarak kabul edilmiştir.
- Yapım maliyetleri ile işletme gelir ve giderleri vergi vb. dış etkenlerden arındırmak amacıyla 0,8 ile çarpılarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.
- Projenin Ekonomik Net Bugünkü Değeri (ENBD) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$ENBD = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Formülde S fayda ve maliyet arasındaki farkı (net kar), n projenin ekonomik ömrü olan 20 alınmıştır. i ekonomik analizde yüzde 9 alınmıştır. İdareniz tarafından verilen tüm bu veriler doğrultusunda oluşan tablo, Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 27. Mobil Tesis Ekonomik analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL)

SATIŞLAR	2.394.400.000
OPERASYONEL HARCAMALAR (OPEX)	880.047.733
BRÜT KAR (EBİT)	1.514.352.267
NET KAR (0.8 KATSAYILI)	1.211.481.814
NET NAKİT AKIŞI	1.211.481.814
EKONOMİK NET BUGÜNKÜ DEĞER (ENBD)	602.719.155
EBİT SATIŞLAR	63%
NET KAR/SATIŞLAR	51%

J. MOBİL TESİSİN FİNANSAL ANALİZİ

Finansal analizin amacı projeyi işletecek idare açısından karlılık düzeyini ortaya koymaktır. Finansal analizde takip edilecek yönteme ilişkin önemli unsurlar şunlardır:

- Projenin ekonomik ömrü 20 yıl olarak kabul edilmiştir.
- Sadece nakit girdi ve çıktılar hesaba katılmıştır. Amortisman gibi nakit akışına sebep olmayan maliyet unsurları analizde dikkate alınmamıştır.
- Analizde net fayda ve maliyetler kullanılmıştır. Projenin fayda ve maliyetleri hesaplanırken projenin yapılmadığı durumdaki fayda ve maliyetler analizde dikkate alınmıştır.
- Maliyetler sabit fiyatlarla hesaplanmış, enflasyon hesaba katılmamıştır.
- Projenin Mali Net Bugünkü Değeri (MNBD) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$MNBD = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Formülde S fayda ve maliyet arasındaki farkı (net kar), i indirgeme oranını simgelemektedir. n projenin ekonomik ömrü olan 20 alınmıştır. i finansal analizde yüzde 12 alınmıştır. İdareniz tarafından verilen tüm bu veriler doğrultusunda oluşan tablo, Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 28. Mobil Tesis Finansal analiz için finansal sonuçlar göstergeler (TL)

SATIŞLAR	2.394.400.000
OPERASYONEL HARCAMALAR (OPEX)	880.047.733
BRÜT KAR (EBİT)	1.514.352.267
VERGİ (%25)	378.588.067
NET NAKİT AKIŞI	1.135.764.201
MALİ NET BUGÜNKÜ DEĞER (MNBD)	475.077.493
EBİT/SATIŞLAR	63%
NET KAR /SATIŞLAR	47%

V. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Hatay İli sınırları içerisinde deprem sonrası oluşan atık miktarı yaklaşık olarak 96.550.000 tondur. Mevcut tesiste 20 yıllık süre zarfında 14.170.000 ton atık ayrıştırılacağı hesaplanmaktadır. Bu değerlere bakıldığında ve il sınırları içindeki atık miktarı ile karşılaştırıldığında, ayrıştırılması gereken atık miktarının oldukça yüksek olduğu, hatta tüm atığın temizlenebilmesi için mevcut tesise benzer tesislerin de kurulmasına ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bölge ve bölge dışında yapılacak olan inşaatlarda ve altyapı işlerinde, beton, yol, şehir mobilyaları gibi imalatlarda atıktan geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımının önünün açılması gerekmektedir. Mevcut yapı standartları açısından geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılmasına bir engel bulunmamaktadır. Ancak, bu malzemelerin kullanımının yaygınlaşması için bu konuyla ilgili olarak yasal mevzuat ve yönetmeliklerin oluşturulması, minimum kullanımlarla ilgili düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Tüm bunların gerçekleşmesi durumunda deprem bölgesindeki illerdeki atıkların geri dönüşümünün önü açılmış olacak ve ekonomiye ve çevre sağlığına büyük katkı sağlanmış olacaktır.

VI. EKLER

EK 1- SABİT TESİSİN PROFORMA FATURALARI

EK 2- MOBİL TESİSİN PROFORMA FATURALARI

SABİT TESİSİN PROFORMA FATURALARI

www.ugurmak.com.tr



PROFORMA TEKLİF

2024-TK0992

HATAY

VALİLİĞİ 18-

07-2024

WORLD CHANGES WITH US



Turkey
Discover
the potential



Türkistan Cad. No:7 Sincan Organize Sanayi Bölgesi / ANKARA
Tel : +90 (312) 267 41 11 (pbx) Faks : +90 (312) 267 41 13
E-mail : sales@ugurmak.com.tr

PROFORMA TEKLİF

MÜŞTERİ HATAY VALİLİĞİ
İLGİLİ
ADRES HATAY VALİLİĞİ
 Maşuklu Mahallesi Antakya Reyhanlı Caddesi No 137 Antakya
 Türkiye
E-POSTA yikob@hatay.gov.tr
TEL 0326 214 03 30
FAKS
KONU SABİT KIRMA ELEME TESİSİ (KAPASİTE: 200-250 TPH)

TARİH	18-07-2024
TEKLİF NO	2024-TK0992

SNO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
1	1.1 UMG03 BUNKER BESLEYİCİ Bunker Hacmi : 30 m³ Bunker Gövdesi : 20 mm S235 JR Kalite sacdan imal edilir. Yüksek Dayanımı Çelik Konstrüksiyon 1.2 UMG03 TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ Besleyici Ebadı : 1200 x 5000 mm Besleme Kapasitesi : 200 - 300 tph Motor : 2 x 8 kW vibromotor 1000 rpm Besleyici Gövdesi : 15 mm kalınlığında yan ve 20 mm kalınlığında taban olmak üzere S235 JR Kalite sacdan kaynaklı olarak imal edilir. Ayrıca taban kısmı çelik profillerle güçlendirilir. İzgara : Çift sıra Millî Çelik döküm. İzgara açıklığı ayarlanabilir. By-Pass : Mekanik olarak yön değiştirilebilir döküş şutu	1,00	Adet
2	UMK110 ÇENELİ KIRICI Kapasite : 200-300 tph Giriş Ağız Açıklığı : 1100x850 mm Çıkış Ağız Açıklığı : 100-250 mm arasında ayarlanabilir. Ayar Sistemi : Hidrolik silindire şim plakaların kontrolü sağlanır. Max Besleme Ebadı : 800mm Motor : 132 kW, 1500 d/ dk Pitman : GS52 Çelik döküm Çeneler : %16 - 18 Mn 'lı Çelik döküm. Arka yüzleri işlenir. Volan : GG22 Fk Döküm Mil : CK45 çeliğinden hassas işlenmiş, eksantrik mil. Rulman : SKF veya FAG marka, ağır hizmet tipi, küresel oynak makaralı rulmanlar. Kırıcı Gövdesi : Kaynaklı tasarıma sahiptir. Gerilim giderme amacıyla ısı işlem uygulanır. Şasi : Sabit Çelik Ayaklı	1,00	Adet
3	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB1000 Bant Eni : 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk : 5000 mm Motor : 7,5 kW, 1500 d/ dk Şasi : NPU Profilden imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli, EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	1,00	Adet

PROFORMA TEKLİF

SNO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
4	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB1000 Bant Eni : 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk : 15000 mm Motor : 15 kW, 1500 d/ dk Şasi : S235 JRKalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	2,00	Adet
5	SMK1115 SEKONDER DARBELİ KIRICILI ÜNİTE Kapasite : 200-300 tph Max. Besleme Ebadı : 300 mm Motor : 250 + 2,2 kW , 1500 d/ dk Rotor : GS20 Mn5 Çelik Döküm. Isı işlem uygulanır. Aşınmaya maruz kalan bölgelere sert dolgu kaynağı uygulanmaktadır. Rotor Ebadı : Ø1150 X 1500 mm Rotor Mili : 4140 Çelik. Paletler : %21Cr - %4,5 Mo Alaşımı çelik döküm. Ters düz kullanılabilir. Yan Astarlar : %12 - %14 Mn çelik döküm Kolaylıkla sökülüp değiştirilebilir. Pandül Astarları : %6,6-%18 Mn Çelik döküm Kıno Gövdesi : 15 mm kalınlığında S235 JRKalite sacdan imal edilir. Bakım ve onarımın kolaylığı yapılabilmek için Bakım Vinci Düzenek'i bulunmaktadır. Rulmanlar : SKF veya FAG marka, ağır hizmet tipi, oynak makaralı rulmanlar. Hidrolik Sistem: Üst gövdenin açılıp kapanmasını sağlayan ve çene açıklık ayarını kolaylaştıran hidrolik güç ünitesi bulunur. Şasi Tipi : Sabit Çelik Ayaklı Otomatik Yağlama Sistemi var.	1,00	Adet
6	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB1000 Bant Eni : 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk : 25000 mm Motor : 22 kW, 1500 d/ dk Şasi : S235 JRKalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	1,00	Adet
7	UME2060 EĞİMLİ ELEK ÜNİTE Ebat : 2000x6000 Kat Adedi : 4 Motor : 22 kW , 1500 d/ dk Yatak : Çelik döküm Rulman: SKF veya FAG marka Gövde : 10 mm kalınlığında S235 JR kalite sacdan imal edilir. Eleme Tertibatı : Çelik Örgü Titreşim Ayarı : Ayarlanabilir Eksantrik Ağırlık Oluklar : 6 mm kalınlığında S235 JRKalite sacdan imal edilir. Tahrik Sistemi : Ortadan Tahrikli. Şasi Tipi : Sabit Çelik Ayaklı	1,00	Adet

PROFORMA TEKLİF

SNO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
8	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB750 Bant Eni : 750 mm Eksenler Arası Uzunluk : 24000 mm Motor : 15 kW, 1500 d/ dk Şasi : S235 JRKalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	1,00	Adet
9	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB600 Bant Eni : 600 mm Eksenler Arası Uzunluk : 15000 mm Motor : 5,5 kW, 1500 d/ dk Şasi : S235 JRKalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	4,00	Adet
10	MANYETİK SEPERATOR Motor : 4 kW, 1500 d/ dk Şasi : Sac büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli kauçuk kaplama olacaktır.	1,00	Adet
11	MIKNATIS	2,00	Adet
12	METAL DEDEKTÖR	1,00	Adet
13	KUMANDA PANOSU 2.2 X 6m ebatlarında klimalı , toz ve yağışa karşı izolasyonlu kabin. Modüler tip kumanda panosu ve piyano masa. SIEMENS- Schneider - ABB marka kontaktörler ve ana şalter. Sistemdeki tüm motorlar motor koruma şalteri ile korunacak ve 55 KW ve üzeri tüm motorlar softstarter ile yol verilecektir. Daha küçük motorlar sistemin durumuna göre direkt veya yıldız/ üçgen metodu ile yol verme sağlanacaktır. Motor sisteminde 15 KW güce kadar kombine motor yol verici veya motor koruma/ kontaktör sistemi kullanılacaktır. Tesis içi elektrik kablolar alıcı firmaya aittir.	1,00	Adet

TOPLAM	777.400,00 €
KDV TOPLAMI	155.480,00 €
GENEL TOPLAM	932.880,00 €

PROFORMA TEKLİF

Ödeme yapılacağı günün banka döviz satış kuru geçerlidir.

Tesis/Makine kapasitesi kamyon yüklemesine göre yapılacaktır. Kapasite ve alınacak ürün yüzdeleri beslenen malzemenin durumuna göre (nemi, ebadı, sertliği vb.) +/-%10 değişiklik gösterebilir. Sözleşmeden doğacak damga vergisi, her türlü vergi, prim, harç ve sair masraflar ALICI firmaya aittir. Bantlı konveyörler için yürüme platformu ve bant örtüsü opsiyoneldir.

MONTAJ

Montaj esnasında gerekli olabilecek vinç, alet-edevat, ulaşım, işe vb. giderler ALICI firmaya aittir. Vinç bilgisi sözleşme imzalanmasına müteakiben UGUR MAKİNA tarafından ALICI firmaya bildirilecektir.

UGUR MAKİNA tarafından bedelsiz bir mekanik süpervizör gönderilecek, yardımcı iş gücü ALICI firmaya aittir. Süpervizörlerin konaklayacağı otel ve yerel ulaşım ALICI firma tarafından uygun koşullarda sağlanacaktır. Montaj ekibinin iş sağlığı ve güvenliği için gerekli her türlü önlemi almak ve uyarılarda bulunma sorumluluğu ALICI firmaya aittir.

Makinelerin montajı ve çalışması için gerekli olan elektrik enerjisi, topraklama ve yeterli trafo ALICI firma tarafından temin edilecektir. Tesis içi elektrik kabloları, kablo tavaları ve trafodan kabine kablo ALICI firmaya aittir. Tesis içi kablo kesitleri ve metrajları, kurulu güç ve yağlama bilgisi, kullanım kılavuzu ve UGUR MAKİNA tarafından ALICI firmaya sözleşme imzalanmasına müteakiben teslim edilecektir. Ayrıca mobil tesisler için gerekli olan lastik teker ve jantlar ALICI firma tarafından temin edilecektir.

ALT YAPI İŞLERİ

İnşaat ve alt yapı işleri ALICI firmaya aittir. Siparişe geçilmesine müteakiben UGUR MAKİNA, ALICI firmadan gelecek topografik haritaya göre 1 hafta içerisinde tesis beton yerleşim planını beton üzerine gelen yükler ile birlikte teslim edecektir. Beton donatı planı, ankraj plakaları ve ankraj demirleri ALICI firmaya aittir.

GARANTİ

Makine / Tesis teslim tarihinden itibaren, normal çalışma şartları için her türlü malzeme, işçilik ve fabrikasyon hatalarına karşı 12 ay UGUR MAKİNA garantisi altındadır. Kullanım hataları, aşınma parçaları ve elektrik ekipmanları garanti kapsamı dışındadır.

NAKLİYE

Nakliye ve nakliye sigortası ALICI firmaya aittir. UGUR MAKİNA makineleri fabrika sahasında kamyon üstü teslim edecektir.

TESLİMAT

Sözleşme tarihinden itibaren 45-60 iş günüdür.

ÖDEME ŞEKLİ

%50 siparişte peşin, %50 fabrika tesliminde peşin olacak şekilde ödenecektir.

BANKA

Türkistan Cad. No:7 Sincan Organize Sanayi Bölgesi / ANKARA
Tel : +90 (312) 267 41 11 (pbx) - Faks : +90 (312) 267 41 13
E-mail : sales@ugurmak.com.tr



PROFORMA TEKLİF

2024-TK0992

HATAY

VALİLİĞİ 18-

07-2024

WORLD CHANGES WITH US



PROFORMA TEKLİF

MÜŞTERİ HATAY VALİLİĞİ
İLGİLİ
ADRES HATAY VALİLİĞİ
 Maşuklu Mahallesi Antakya Reyhanlı Caddesi No 137 Antakya
 Türkiye
E-POSTA yikob@hatay.gov.tr
TEL 0326 214 03 30
FAKS
KONU

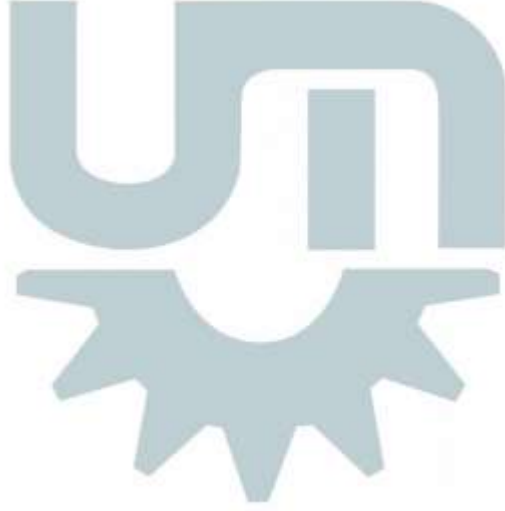
TARİH	17-07-2024
TEKLİF NO	2024-TK0941

SNO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
1	1.1. UMB KUM BESLEYİCİ BUNKER IZGARALI Bunker Hacmi : 30 m3 1.2. TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ Besleyici Ebadı: 1000 X 2000 mm olacaktır. Motor : 2 X 2,2 kW 1000 d/ dk Vibromotor.	1,00	Adet
2	TRİYAJ BANTLI KONVEYÖR Model : UB1000 Bant Eni : 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk : 8000 mm Motor : 5,5 kW, 1500 d/ dk Şasi : NPU Profilden imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır. *İnventör olacaktır.	1,00	Adet
3	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB1000 Bant Eni : 1000 mm Eksenler Arası Uzunluk : 6000 mm Motor : 7,5 kW, 1500 d/ dk Şasi : NPU Profilden imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	1,00	Adet
4	UB BANTLI KONVEYÖR Model : UB800 Bant Eni : 800 mm Eksenler Arası Uzunluk : 15000 mm Motor : 7,5 kW, 1500 d/ dk Şasi : S235 JR Kalite sacdan özel büküm olarak imal edilecektir. Rulolar : 3" borudan 6204 ZZ rulmanlı labirent tip kapaklı olacaktır. Bant Lastiği : 4 kat 4/2 bezli. EP125 kalitesinde kauçuk kaplama olacaktır. Güvenlik amacıyla tahrik sisteminde muhafaza olacaktır.	2,00	Adet

PROFORMA TEKLİF

SNO	ÜRÜN	MİKTAR	BİRİM
5	KUMANDA PANOSU 2,2 X 4m ebatlarında klimalı , toz ve yağışa karşı izolasyonlu kabin. Modüler tip kumanda panosu ve piyano masa. SIEMENS - Schneider - ABB marka kontaktörler ve ana şalter. Sistemdeki tüm motorlar motor koruma şalteri ile korunacak ve 55 KW ve üzeri tüm motorlar softstarter ile yol verilecektir. Daha küçük motorlar sistemin durumuna göre direkt veya yıldız/ üçgen metodu ile yol verme sağlanacaktır. Motor sisteminde 15 KW güce kadar kombine motor yol verici veya motor koruma/ kontaktör sistemi kullanılacaktır. Tesisçi elektrik kabloları alıcı firmaya aittir.	1,00	Adet

TOPLAM	90.700,00 €
KDV TOPLAMI	18.140,00 €
GENEL TOPLAM	108.840,00 €



PROFORMA TEKLİF

Ödeme yapılacağı günün banka döviz satış kuru geçerlidir.

Tesis/Makine kapasitesi kamyon yüklemesine göre yapılacaktır. Kapasite ve alınacak ürün yüzdeleri beslenen malzemenin durumuna göre (nemi, ebadı, sertliği vb.) $\pm$ %10 değişiklik gösterebilir. Sözleşmeden doğacak damga vergisi, her türlü vergi, prim, harç ve sair masraflar ALICI firmaya aittir. Bantlı konveyörler için yürüme platformu ve bant örtüsü opsiyoneldir.

MONTAJ

Montaj esnasında gerekli olabilecek vinç, alet-edevat, ulaşım, işe vb. giderler ALICI firmaya aittir. Vinç bilgisi sözleşme imzalanmasına müteakiben UĞUR MAKİNA tarafından ALICI firmaya bildirilecektir.

UĞUR MAKİNA tarafından bedelsiz bir mekanik süpervizör gönderilecek, yardımcı iş gücü ALICI firmaya aittir. Süpervizörlerin konaklayacağı otel ve yerel ulaşım ALICI firma tarafından uygun koşullarda sağlanacaktır. Montaj ekibinin iş sağlığı ve güvenliği için gerekli her türlü önlemi almak ve uyarılarda bulunma sorumluluğu ALICI firmaya aittir.

Makinelerin montajı ve çalışması için gerekli olan elektrik enerjisi, topraklama ve yeterli trafo ALICI firma tarafından temin edilecektir. Tesis içi elektrik kabloları, kablo tavaları ve trafodan kabine kablo ALICI firmaya aittir. Tesis içi kablo kesitleri ve metrajları, kurulu güç ve yağlama bilgisi, kullanım kılavuzu ve UĞUR MAKİNA tarafından ALICI firmaya sözleşme imzalanmasına müteakiben teslim edilecektir. Ayrıca mobil tesisler için gerekli olan lastik teker ve jantlar ALICI firma tarafından temin edilecektir.

ALT YAPI İŞLERİ

İnşaat ve alt yapı işleri ALICI firmaya aittir. Siparişe geçilmesine müteakiben UĞUR MAKİNA, ALICI firmadan gelecek topografik haritaya göre 1 hafta içerisinde tesis beton yerleşim planını beton üzerine gelen yükler ile birlikte teslim edecektir. Beton donatı planı, ankraj plakaları ve ankraj demirleri ALICI firmaya aittir.

GARANTİ

Makine / Tesis teslim tarihinden itibaren, normal çalışma şartları için her türlü malzeme, işçilik ve fabrikasyon hatalarına karşı 12 ay UĞUR MAKİNA garantisi altındadır. Kullanım hataları, aşınma parçaları ve elektrik ekipmanları garanti kapsamı dışındadır.

NAKLİYE

Nakliye ve nakliye sigortası ALICI firmaya aittir. UĞUR MAKİNA makineleri fabrika sahasında kamyon üstü teslim edecektir.

TESLİMAT

Sözleşme tarihinden itibaren 30-45 iş günüdür.

ÖDEME ŞEKLİ

%50 siparişte peşin, %50 fabrika tesliminde peşin olacak şekilde ödenecektir.

BANKA

ZİRAAT BANKASI SİNCAN OSB ŞUBE

TL HESABI IBAN: TR23 0001 0019 2906 3285 1350 04

SWİFTKODU:TCZBTR2AXXX



MOBİL TESİSİN PROFORMA FATURALARI

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 8 Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakiha.com

Sn.
0
0
0
0
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
1	Arjes Kompaktör 300 - bıçaklı mobil kinci	199.000,00 €	2	398.000,00 €

Boyutları:

Kino

U-G-Y: 7.800 x 2.300 x 3.700 mm

Güç

160 kW / 220 BG

Ağırlık

15.000 kg



Ara Toplam Euro

398.000,00 €

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

Sn.
0
0
0
0
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
2	Bunker	40.000,00 €	2	80.000,00 €

Kapasite: Uygulamaya uygun proje aşamında tasarlanacaktır



Ara Toplam Euro	478.000,00 €
-----------------	--------------

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

0
Sn.
0
0
0
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
3	IMRO Eddy current RCSX Junior	200.000,00 €	1	200.000,00 €
	14 kutuplu	2.500 devir		
	Gü:	15 kW		



Ara Toplam Euro	678.000,00 €
-----------------	--------------

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

0
0
Sn.
0
0
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
4	Manuel ayıklama odası Kapalı ve hava şartlarına uygun el ayıklama kabin1.	95.000,00 €	1	95.000,00 €



Ara Toplam Euro

773.000,00 €

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

0
0
0
Sn.
0
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
5	Darbeli kırıcı BHS PB1010	250.000,00 €	1	250.000,00 €

Ölçüler Rotor:

Çap: 1.000 mm

Genişlik: 1.030 mm

Ölçüler Kırıcı:

Uzunluk: 2.820 mm

Genişlik: 2.180 mm

Yükseklik: 2.380 mm

Ağırlık: 10.500 kg



Ara Toplam Euro

1.023.000,00 €

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

0
0
0
0
Sn.
0
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
6	Elek 3 katmanlı elek 0-25 (mm yapı malzemeleri)	80.000,00 €	1	80.000,00 €



Ara Toplam Euro	1.103.000,00 €
-----------------	----------------

Teklif Mektubu



Yenişehir Mahallesi Millet Cad.
Sümbül Sok. NO: 6/2 B Blok No:58
Pendik-İstanbul
www.dtrmakina.com

0
0
0
0
0
Sn.
0

Teklif Nr.: OL-2024-117-002

29.11.2024

No	Açıklama	Birim Fiyat €	Adet	Toplam Fiyat €
7	Havali separatör - TST Malzeme büyüklüğüne uygun 4 değişik boyutta separatör Plastik, naylon, tekstil, ahşap v.b. maddeleri ayıklar	330.000,00 €	1	330.000,00 €



Ara Toplam Euro

1.433.000,00 €

VII. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN İNŞAAT YIKINTI ATIKLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

A. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

30 Mayıs 2024 tarihinde Hatay deprem atık sahasından toplanan atıklar agrega kırma tesisine getirilmiş ve bu atıklardan beton atıkları (BA) 3 farklı boyutta (ince, orta ve kaba olmak üzere) kırılmıştır. Ayrıca deprem atık sahasından karışık inşaat yıkıntı atıkları (İYA) da incelenmek üzere toplanmış ve 2 farklı boyutta (0-5 mm ve 5-20 mm) olacak şekilde ayrılmıştır. Laboratuvarımıza yollanan BA numuneleri homojen karışım elde etmek ve atık içerisindeki beton olmayan atıkların elle ayıklanması için, her sınıf ayrı ayrı yığın haline getirilmiş ve içerisinden atıklar ayıklanmıştır. Ayıklanan atıkların içerisinde metal, plastik, ahşap ve tekstil atıklarına rastlanmıştır. Agrega kırma tesisindeki işlemler Şekil 9’da, atıkların ayıklanma süreci Şekil 10’da verilmiş olup, ayıklanan atıkların miktarına ilişkin veriler ise Tablo 29’da sunulmuştur. Bunların yanında Hatay bölgesindeki doğal agregalar ile deprem atık sahasından toplanan atıkların karşılaştırılması için 3 farklı bölgeden doğal agrega alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarımıza gelen agregaların isimlendirilmesi Tablo 30’da verilmiştir. Sonraki başlıklarda numuneler için bu kısaltmalar kullanılacaktır.



Şekil 5 Agrega kırma tesisi işlemleri a) kırıcının beslenmesi b) farklı boyutlara ayrılan BA’ların banttan giderek farklı bölgelerde yığın haline getirilmesi c) kırma işlemi sonrası BA Kaba agregası d) kırma işlemi sonrası BA İnce agregası



Şekil 6 Beton molozlarından atıkların ayıklanması

Tablo 29. Beton molozundan ayıklanan atık miktarı

Özellik	Birim	Beton Molozu
Gelen Malzeme	g	255.960
Ayıklanan Atık	g	12.706
Ayıklanan /Toplam	%	4,96

Tablo 30. Numunelerin isimlendirilmesi

Kısaltma	İçerik	Boyut (mm)
BA İnce	Beton atığı	0-5
BA Orta	Beton atığı	4-16
BA Kaba	Beton atığı	8-25
İYA 0-5 mm	Karışık inşaat yıkıntı atığı	0-5
İYA 5-20 mm	Karışık inşaat yıkıntı atığı	5-20

B. KİMYASAL ANALİZLER

Bu başlık altında numunelerin kimyasal özellikleri verilmektedir. Bu kapsamda yapılan testler ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

a. X-ray Fluorescence (XRF) Deneyi

XRF deneyi malzemenin kimyasal içeriğini göstermesi için yapılmış olup sonuç olarak oksit miktarları yüzde olarak verilmiştir. Deney TS EN 196-2'ye uygun olarak yapılmış olup sonuçları Tablo 31'da sunulmuştur. Sonuçlara göre karışık İYA'da yüksek miktarda silisyum

dioksit (SiO_2) ve kalsiyum oksit (CaO), BA numunelerinde ise yüksek miktarda CaO olduğu görülmektedir. Karışık atıklardaki yüksek silis içeriği atık içerisindeki tuğla, kiremit vb. malzemelerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 31 Numunelerin XRF sonuçları

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm
SiO_2	%	9,93	7,48	11,4	30,66	35,19
Al_2O_3	%	2,01	1,47	2,43	7,59	8,96
Fe_2O_3	%	2,16	1,42	2,04	3,44	3,84
CaO	%	45,09	47,57	44,09	29,45	26,39
MgO	%	3,25	2,99	3,49	2,40	2,41
SO_3	%	0,19	0,10	0,26	1,07	0,69
Na_2O	%	0,26	0,20	0,27	1,04	1,37
K_2O	%	0,13	0,06	0,11	0,94	1,10
TiO_2	%	0,11	0,09	0,11	0,46	0,52
Kızdırma Kaybı	%	36,37	38,11	35,32	22,19	19,11

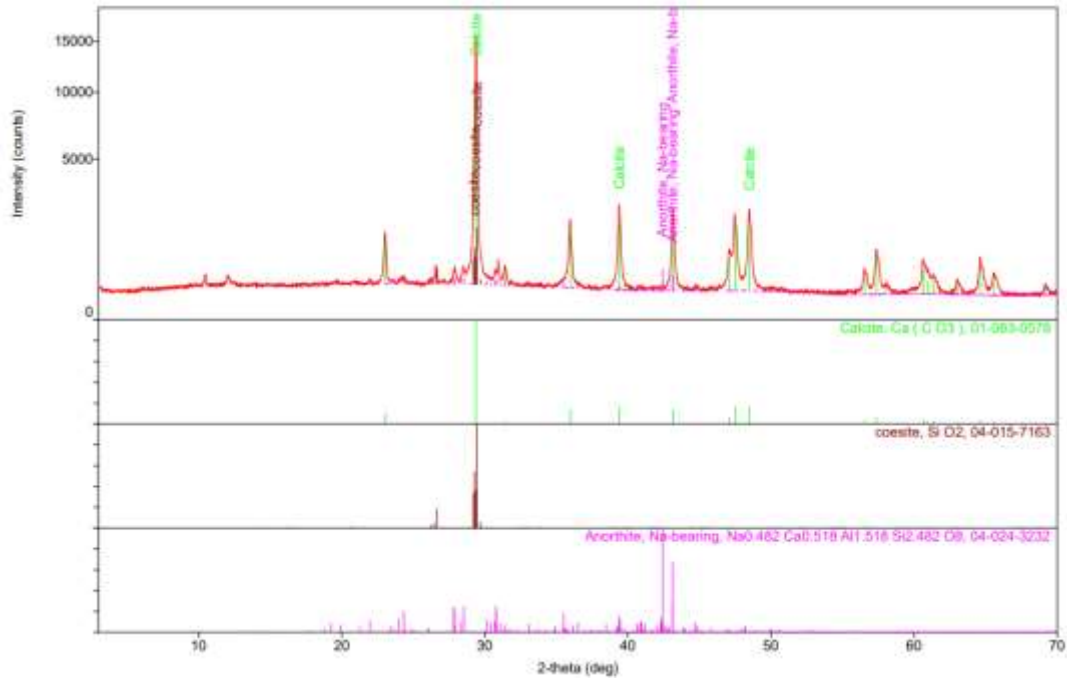
b. X-Işını Kırılması (XRD) Analizi

Malzemenin kristallerini belirlemek için XRD testi yapılmış ve sonuç olarak yarı kantitatif analizle bulunan miktarları Tablo 8’de gösterilmiştir. Sonuçlar, XRF analizi ile belirlenen oksit içerikleri ile oldukça tutarlıdır. Ayrıca elde edilen kırınım görüntüleri Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13 ve Şekil 14’te verilmiştir. Tablo 31’e bakıldığında XRF analizinde tespit edilen CaO içeriğinin CaCO_3 ’ten geldiği görülmekteyken, SiO içeriği için koezit, anortit, ankerit ve kuvars gibi farklı silis kaynaklarından geldiği görülmektedir.

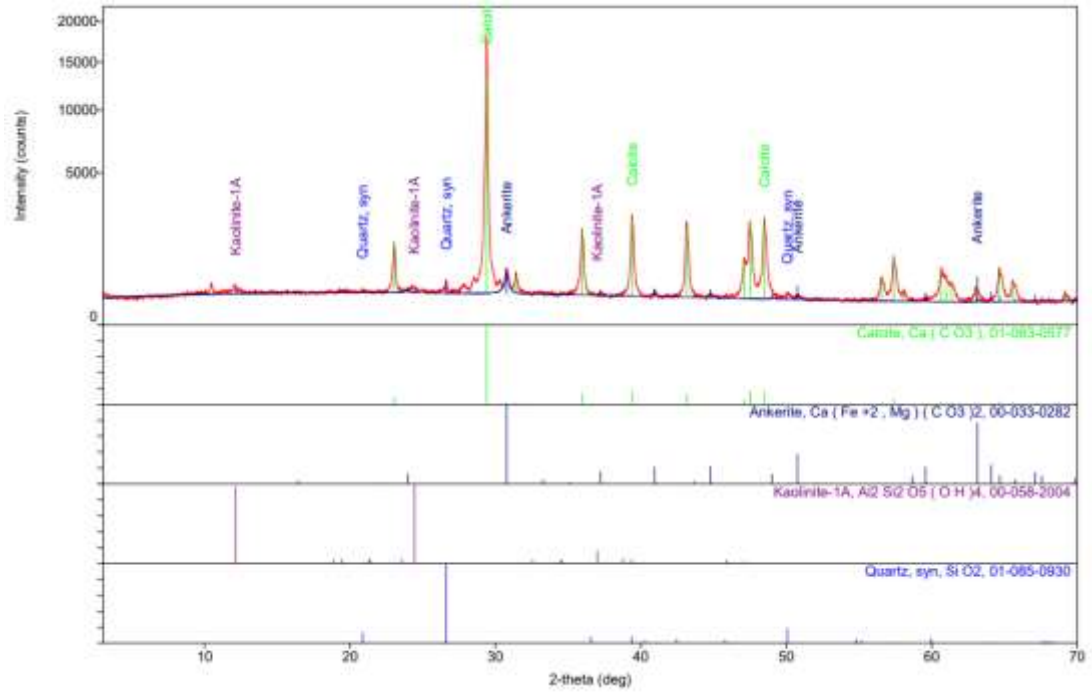
Tablo 32. Kristal miktarları

Özellikler	Birim	BA ince	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm
Kalsit CaCO_3	%	69,8	81,4	73,0	44,9
Koezit SiO_2	%	13,5	*	*	*
Anortit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)	%	16,7	*	26,1	39,5
Ankerit ($\text{Ca}(\text{Mg,Fe})\text{CO}_3$)	%	*	7,7	*	4,33
Kaolin $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	%	*	10,1	*	*
Kuvars SiO_2	%	*	0,8	*	11,3

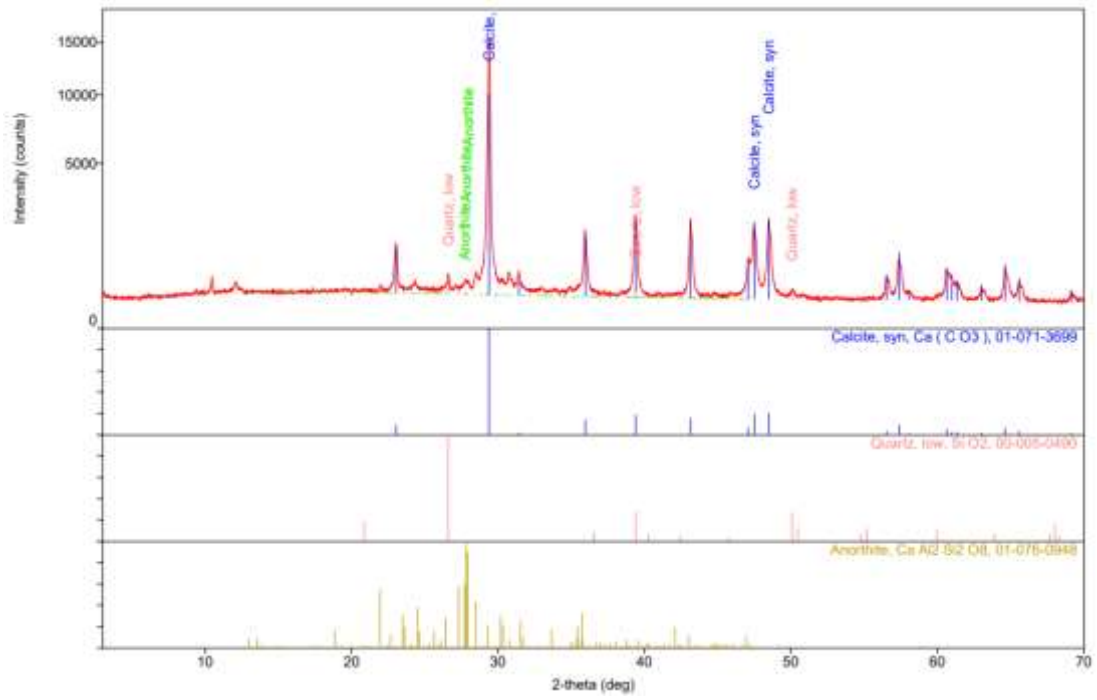
*ilgili mineraller gözlenmemiştir.



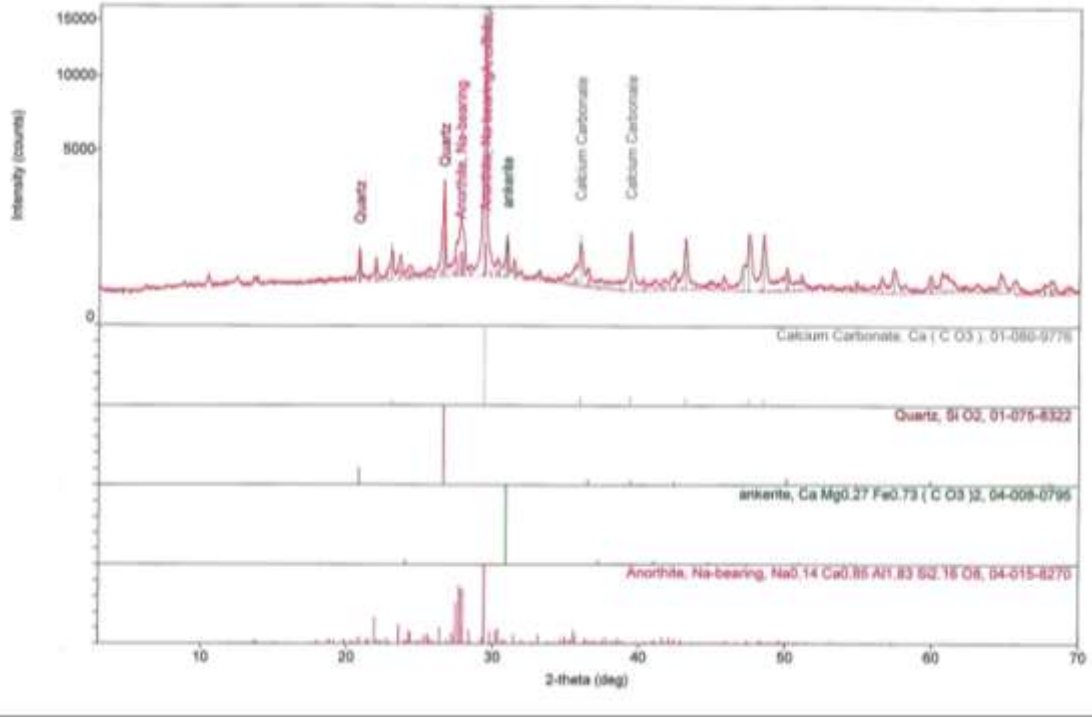
Şekil 7 İnce kırınım görüntüsü



Şekil 8 BA Orta kırınım görüntüsü



Şekil 9 BA Kaba kırınım görüntüsü



Şekil 10 İYA 0-5 mm kırınım görüntüsü

c. Suda Çözünebilen Klor ve Suda Çözünebilen Sülfat Tayini

Suda çözünebilen sülfat ve suda çözünebilen klor miktarının belirlenmesi için TS EN 1744-1 standardına göre testleri yapılmış olmakla birlikte standartta herhangi bir kullanım limiti bulunmamaktadır. Test prosedürüne ait fotoğraflar Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17’de gösterilmiş olup, teste sonuçları Tablo 9’da sunulmuştur. Tabloda aynı zamanda TS 706 EN 12620 standardında belirlenmiş olan sınıf limiti de verilmiştir. Ayrıca Hatay’dan toplanan doğal agregalar üzerinde suda çözünebilen klor testi yapılmış ve 3 farklı agrega sonucunun ortalaması, test sonuçları birbirine yakın olduğundan, Tablo 33’te verilmiştir.



Şekil 11 Suda çözünen sülfat ve suda çözünen klor için numunelerin hazırlanması ve karıştırılması.

Standartta verilen metotlarda iki deney için de karıştırma aşamasına kadar süreç aynı olup sadece karıştırma süreleri değişmektedir.



Şekil 12 Suda çözünen sülfat deneyi



Şekil 13 Suda çözünen klor deneyi

Tablo 33. Suda çözünebilir sülfat ve suda çözünebilir klor sonuçları

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm	Doğal 0-5 mm	Doğal 4-11.2 mm	Doğal 11.2-22.4 mm	TS 706 EN 12620
Suda Çözünebilir Cl ⁻	%	0,0119	0,0053	0,0089	0,0009	0,0006	0,0017	0,0017	0,0017	-
Suda Çözünebilir SO ₃	%	0,059	0,0337	0,0809	0,291	0,1397	-	-	-	0,2

TS 706 EN 12620 standardına göre %0,2'den fazla suda çözünebilir sülfat içeriği SS_{NR} (serbest) sınıfına girmektedir. Bu sınıftaki sülfat miktarında, beton karışımındaki toplam sülfat miktarı sülfat atağı olasılığını artırır, bu nedenle üreticiler karıştırma yaparken sülfat miktarını göz önünde bulundurmalıdır.

Beton içindeki sülfatın hacimsel genişlemeye yol açıp betonda çatlak oluşumuna sebep olması mümkündür. Ancak geri dönüştürülmüş agregalar için ilgili standartların belirlediği belli bir

suda çözünebilir sülfat miktarı yoktur. TS 706 EN 12620’de belirtildiği üzere, İYA suda çözünebilir sülfat miktarı kategorisinde iri agrega için (İYA 5-20 mm) ve BA numuneleri (BA İnce, BA Orta, BA Kaba) %0,2 limitinden düşük geldiği için SS_{0.2} kategorisinde, karışık atıklarda ince agrega (İYA 0-5 mm) ise SS_{NR} kategorisinde yer almaktadır ve gerekli görüldüğü durumlarda kategorisi beyan edilmelidir.

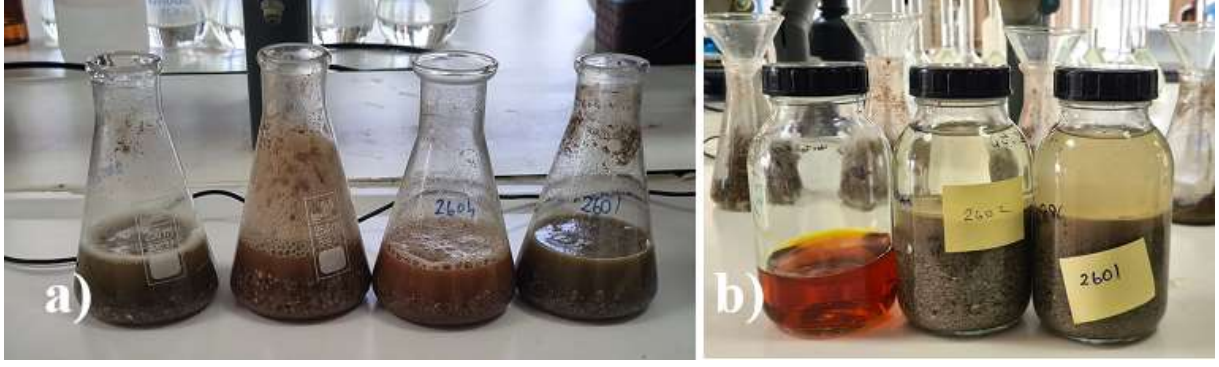
Betondaki klorür miktarı korozyonun ana sebeplerinden biridir. Suda çözünebilir klorür değerleri agrega olarak kullanım için gerekli görüldüğü durumda üretici tarafından beyan edilmelidir. TS 706 EN 12620 + A1 standardında bunun için bir limit belirlenmemiştir ancak içerik %0.01’den az ise toplam klor içeriğinin hesaplanmasında agreganın klor içeriğinin, bir güvenlik marjı sağlaması için %0.01 alınması önerilmektedir. Tablo 32’den görüleceği üzere, BA İnce agregası hariç, agregaların içerisindeki suda çözülebilir klorür içerikleri %0.01’den oldukça azdır. Ayrıca BA numunelerinin suda çözünebilir klor miktarları doğal agregaya göre fazla olmasına rağmen istenilen limitten oldukça aşağıdadır. Bunun yanında karışık İYA numunelerinin suda çözünebilir klor değerleri doğal agregalardan düşük gelmiştir.

d. Hafif Tanelerin Miktarı, Humus Muhtevası ve Fulvo Asit Muhtevası

TS EN 1744-1’de belirtilmiş olan hafif kirleticiler, humus muhtevası ve fulvo asit deneyleri bu başlıkta verilmiştir. Deneyler sırasında çekilen fotoğrafları Şekil 18 ve Şekil 19’da sunulmuş olup, deney sonuçları ise Tablo 34’te verilmiştir.



Şekil 14 Hafif tanelerin miktarı deneyi



Şekil 15 a) Fulvo asit deneyi b) Humus muhtevası deneyi

Tablo 34. Numunelerin hafif kirletici miktarı, humus muhtevası ve fulvo asit muhtevası sonuçları

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5- 20 mm	Doğal 0-5 mm	Doğal 4- 11.2 mm	Doğal 11.2-22.4 mm
Hafif Tanelerin Miktarı	%	0,57	0,04	0,01	0,99	2,00	0,21	0,03	0,02
Humus Muhtevası	-	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Fulvo Asit Muhtevası	-	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Agrega olarak kullanımında TS 706 EN 12620'ye göre hafif kirletici miktarı, normal beton için ince agreganın %0,5'i veya iri agreganın %0,1'ini geçmemesi gerekirken beton yüzeyinin önemli olduğu durumlarda bu sınırlar sırasıyla %0,25 ve %0,05'e düşmektedir. İYA agregası hem iri agregada hem de ince agregada normal beton için istenilen limitin üstünde hafif tane miktarına sahiptir. Karışık atıklarda bulunan köpük beton, strafor, köpük vb. malzemelerin varlığı bu oranın artmasında etkilidir. Bu oran, kırım işlemi ve ayrıştırma öncesinde uygulanabilecek birtakım ön işleme yöntemleri ile azaltılabilir.

BA numunelerinde ise "Numunelerin Hazırlanması" bölümünde bahsedilen elle ayıklama işlemi sonrası BA Orta ve BA Kaba numunelerindeki hafif kirletici miktarı doğal agregalar ile benzerlik göstermekte olup, normal beton için kullanımında hafif kirletici miktarları kullanım için engel oluşturmamaktadır. Ancak BA ince numunesinin hafif kirletici miktarı TS 706 EN 12620'de belirtilen limitlerden fazladır. BA numuneleri için ince agregalarda hafif kirletici oranı yüksek çıkarken diğer sınıflarda düşük gelmesi, farklı ayrıştırma yöntemlerinin etkili olabileceğini göstermektedir.

İYA numuneleri, BA numuneleri ve doğal agregalar üzerinde yapılan humus muhtevası ve fulvo asit muhtevası test sonuçlarının negatif olması, bu özellikler dikkate alındığında örneklerin kullanımında herhangi bir sınırlama olmadığını göstermekte ve doğal agregalar ile aynı sonucu vermektedir.

e. Metilen Mavisi

Metilen mavisi tayini sırasında çekilen fotoğraf Şekil 20’de gösterilmektedir. Deney için TS EN 933-9 standardı uygulanmış, çıkan sonuç Tablo 35’te gösterilmiştir. Kil parçacıkları yapısal olarak çok küçük olduğundan bu test sadece ince agregalar için uygulanmaktadır. İri agregalarda, bu içeriğin kritik olmadığı varsayılmaktadır. Deprem atık sahasından toplanan numunelerin yanında 3 farklı doğal ince agrega için de bu test yapılmıştır.



Şekil 16 Metilen mavisi deneyi

Tablo 35. İnce agregaların metilen mavisi deneyi

Özellik	Birim	BA İnce	İYA 0-5 mm	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3
Metilen Mavisi	g boya / kg	0,75	1,00	0,75	0,75	1,75

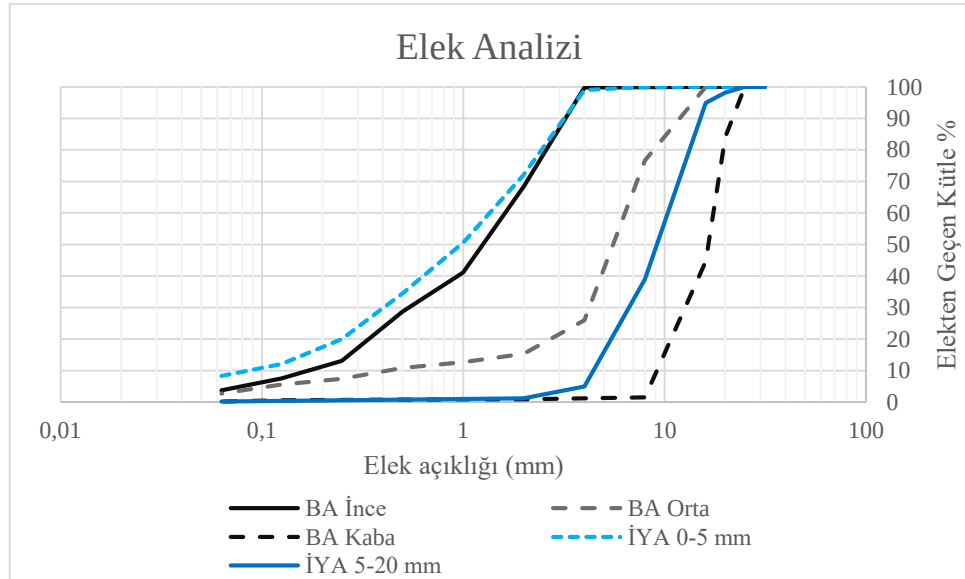
Kil yapısı fazla su emme kapasitesine sahip olması nedeniyle betondaki su/çimento oranını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Ayrıca kil taneleri iri agrega ile çimento hamuru arasındaki aderansı da azaltmaktadır. Agregalar olarak kullanımında TS 706 EN 12620 standardında belirli bir limit bulunmamakla birlikte agreganın kullanılacağı alana ve mevcut malzemenin özelliklerine göre ve bu alanda tecrübeli uzmanlara danışılarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

Tabloda da görüldüğü üzere Doğal 3 için gelen metilen mavisi sonucu atık malzemenin metilen mavisi sonucundan daha yüksek çıkmıştır. Çıkan sonuçlara göre atıkların kil miktarının doğal agregalar ile arasında benzerlik olduğu ve kullanım için bir engel teşkil etmediği görülmektedir.

C. FİZİKSEL ANALİZLER

a. Elek Analizi

İnce ve iri olmak üzere ayrılmış numunelere TS EN 933-1'e uygun olarak elek analizi yapılmıştır. Deney sonuçları Şekil 21'de verilmiştir. Çok ince malzeme miktarı için ise, yine aynı standartta belirtilen ıslak eleme uygulanmış ve sonuçları, doğal agrega sonuçları ile Tablo 36'da belirtilmiştir.



Şekil 17 Atıkların elek analizi sonuçları

Tablo 36. Çok ince malzeme muhtevası (63 μ m elekten geçen malzeme) ve sınıflandırılması

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm	Doğal 0-5 mm	Doğal 4-11.2 mm	Doğal 11.2-22.4 mm
Çok İnce Malzeme Muhtevası	%	7,72	1,64	0,45	10,9	2	9,7	1,23	0,83
Kategori	-	f ₁₀	f ₄	f _{1.5}	f ₁₆	f ₄	f ₁₀	f _{1.5}	f _{1.5}

Agrega tane büyüklüğü dağılımı; elek analizi sonuçları ile belirlenmektedir. Elek analizi ise kırıcı tipi (endüstriyel, laboratuvar tipi, vs.), kırıcı çene açıklığı vs. gibi parametrelere doğrudan bağlı olduğu için farklı koşullar altında değişkenlik göstermektedir. Şekil 21’de elek analizi sonuçları verilmiş olan ve Numunelerin Hazırlanması başlığında verilen aşamalardan geçirilerek elde edilen numunelerin elek analizi sonuçlarına göre, TS 706 EN 12620’de verilen agrega boyut sınırlamalarında, karışık inşaat atıkları İYA 0-5 mm G_F85 ve İYA 5-20 mm G_C90/15 sınıfına girerken beton atıklarında BA İnce G_F85, BA Orta G_C80/20 ve BA Kaba G_C90/15 kategorilerine girmektedir. TS 13515 (TS EN 206 (Beton- bölüm 1: özellik, performans, imalat ve uygunluk) standardının uygulamasına yönelik tamamlayıcı standart)’te belirtilen iri agrega için kullanım şartı maksimum agrega çapı 11,2 mm’den küçük iri agregalar ve iri agreganın maksimum çapı ile en düşük elek açıklığının 2’ye eşit veya düşük olduğu durumlarda kullanım şartı G_C80/20 iken diğer kategorilerdeki agregaların kullanımı beyana bağlı yapılır. Tane büyüklüğü dağılımı için yine aynı standartta beton karışımlarında kullanılabilecek aralık belirtilmişken belirtilen aralığın ayarlanması yapılan beton tasarımına bağlıdır. Bu kapsamda beton üreticisinin beton tasarımı için uygun olduğu durumlarda beyan edildiği takdirde kullanılmasında sakınca yoktur.

Çok ince malzeme muhtevası sonuçlarında ise malzemelerin kategorileri tabloda belirtilmiş olup kullanımı konusunda ince malzemenin diğer özellikleri (kil muhtevası, hafif tane miktarı vb.) de göz önünde bulundurulduğundan kullanımı beyana bağlıdır. Hatay deprem atık sahasından elde edilen agregalar ile Hatay bölgesinden gelen doğal agregaların çok ince malzeme muhtevaları ise benzer gelmektedir. Metilen mavisi, fulvo asit ve humus muhtevası analizleri göz önünde bulundurulduğu zaman İYA agregalarında ve BA agregalarında çok ince malzemenin zararlı (kil veya organik içerikli) malzeme içermediği gözlemlenmiştir. Ayrıca TS 13515 standardına göre betonda kullanılacak iri agregalar için kullanım limiti %4’ten küçük (f₄ kategorisi), ince agregalar için ise kullanım limiti %16’dan küçük (f₁₆ kategorisi) olup İYA ve BA agregaları belirtilen limit şartlarını sağlamaktadır.

Atıkların çok ince malzeme muhtevası doğal agregalar ile karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar vermektedir. Ancak karışık İYA numunelerinin çok ince malzeme muhtevası doğal agregalardan fazla gelmekle birlikte kullanım açısından engel oluşturacak seviyede değildir. Elek analizi ve çok ince malzeme muhtevasına bakıldığında hem geri dönüşüm agregaları hem de doğal agregalar kullanıma uygun bulunmuştur.

b. Su Emme, Özgöl Ağırlık ve Yığın Yoğunluğu

Malzemelerin su emme, özgül ağırlık ve yığın yoğunlukları deneyleri, TS EN 1097-3 ve TS EN 1097-6 standartlarına göre yapılmıştır. Testler sırasında çekilen fotoğraflar Şekil 22’de gösterilmiş olup test sonuçları Tablo 37’de sunulmuştur. Bu başlıkta doğal agregalar için sonuçlar 3 agrega için aralık olarak gösterilmiştir.



Şekil 18 Gevşek yığın yoğunluğu tayini

Tablo 37. Agregaların su emme ve malzeme yoğunluğu sonuçları

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm	Doğal İnce	Doğal Kaba
Su Emme Oranı	%	10,77	7,49	6,31	9,10	8,00	1,17-1,83	0,83-0,96
Görünür Tane Yoğunluğu	Mg/m ³	2,91	2,46	2,75	2,63	2,67	2,70-2,76	2,70-2,75
Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu	Mg/m ³	2,22	2,13	2,28	2,12	2,20	2,60-2,62	2,63-2,65

Doygun ve Yüzeyi Kuru Tane Yoğunluğu	Mg/m ³	2,45	2,26	2,45	2,32	2,37	2,64-2,65	2,65-2,67
Gevşek Yığın Yoğunluğu	Mg/m ³	1,47	1,27	1,11	1,18	1,00	1,70-1,73	1,41-1,45

Sonuçlardan da açıkça görüleceği üzere atık sahasından elde edilen geri dönüşüm agregalarının su emme oranı doğal agregalara göre oldukça yüksektir. Su emme miktarı için TS 706 EN 12620 standardında bir limit bulunmamaktadır. Ancak su emme miktarı, beton karışım tasarımı su/çimento oranını doğrudan etkilediğinden ve agreganın yoğunluğu önemli bir parametre olduğundan, agreganın kullanımı beyan edilmesi ve beton tasarımı aşamasında dikkate alınması gerekmektedir.

c. Yassılık ve Şekil İndeksi

İri agregada yassılık ve şekil indeksi sırasıyla TS EN 933-3 ve TS EN 933-4'e göre yapılmış olup sonuçları Tablo 38 ve Tablo 39'da verilmiştir. Yassılık ve şekil indeksi sadece kaba agregalar için yapıldığından doğal agregalar için de sonuçlar ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 38. İri agregaların yassılık indeksi sonuçları

Özellikler	BA ORTA	BA KABA	İYA 5-20 mm	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3	Yassılık İndeksi	Kategori
Yassılık İndeksi	2	6	17	17	17	18	≤ 15	FI ₁₅
							≤ 20	FI ₂₀
							≤ 35	FI ₃₅
							≤ 50	FI ₅₀
							> 50	FI _{Beyan}
							Serbest	FI _{NR}

Yassılık indeksi testlerinde BA agregaları FI₁₅ kategorisinde yer almaktayken İYA 5-20 mm ve doğal agregalar FI₂₀ kategorisinde yer almaktadır.

Tablo 39 İri agregaların şekil indeksi sonuçları

Özellikler	BA Orta	BA Kaba	İYA 5-20 mm	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3	Şekil İndeksi	Kategori
Şekil İndeksi	8	6	20	11	11	9	≤ 15	SI ₁₅
							≤ 20	SI ₂₀
							≤ 40	SI ₄₀
							≤ 55	SI ₅₅
							> 55	SI _{Beyan}
							Serbest	SI _{NR}

Şekil indeksinde İYA agregası SI₂₀ kategorisine BA agregaları ve doğal agregalar ise SI₁₅ kategorisinde yer almaktadır. Şekil indeksi de yassılık indeksi gibi TS 706 EN 12620 standardına göre uygulamaya veya nihai kullanıma göre sınıfının bildirilmesi gerekmektedir. TS 13515'e göre kullanılacak agreganın yassılık indeksi FI₅₀'den düşük ve şekil indeksi SI₅₅'ten küçük olması gerekmektedir. Testleri yapılan agregaların hepsi standarttaki yassılık ve şekil indeksi şartlarını sağlamaktadır. Ayrıca yassılık ve şekil indekslerine bakıldığında BA agregası doğal agregalar ile benzer özellikler göstermektedir.

d. Donma-Çözölmeye Karşı Direnç ve Magnezyum Sülfat Testi

Betonda kullanılacak iri agrega için donma-çözölme direnci için bulunan metotlar donma-çözölmeye karşı direnç (dolap yöntemi) ve magnezyum sülfat testidir. Deneyler sırasında çekilen fotoğraflar Şekil 23'te verilmiştir. Bu deneyler sırasıyla TS EN 1367-1 ve TS EN 1367-2'ye uygun olarak iri agregalar üzerinde yapılmış ve sonuçları Tablo 40 ve Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 40. Donma-çözölme deneyi (dolap yöntemi) analiz sonuçları

Özellik	BA Orta	Karışık İYA	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3	Donma- çözölme (Kütlece yüzde kayıp)	Kategori
Donma- Çözölme (Kütlece % Kayıp)	15	15	0,6	0,6	0,8	≤ 1	F ₁
						≤ 2	F ₂
						≤ 4	F ₄
						> 4	F _{Beyan}
						Serbest	F _{NR}

Tablo 41. Magnezyum sülfat deneyi analiz sonuçları

Özellik	BA Orta	Karışık İYA	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3	Magnezyum sülfat değeri (Kütlece yüzde kayıp)	Kategori
Magnezyum Sülfat Değeri (Kütlece % Kayıp)	30	33	4	4	7	≤ 18	MS ₁₈
						≤ 25	MS ₂₅
						≤ 35	MS ₃₅
						> 35	MS _{Beyan}
						Serbest	MS _{NR}



Şekil 19 Magnezyum sülfat deneyi

TS EN 1367-1'e göre yapılan donma-çözülme deneyinde İYA ve BA agregası F_{Beyan} sınıfına girmektedir. F_{Beyan} sınıfına giren agregaların donma-çözülme dirençleri zayıf olup, agreganın kullanımı üreticinin kullanacağı çevre şartları ve tasarımına uygun olduğu durumlarda kullanılabilir. TS EN 1367-2'ye göre yapılan magnezyum sülfat testinde ise İYA ve BA MS₃₅ kategorisine girmiştir. Bu sınıflandırmaya göre BA ve İYA agregaları donma çözülme şiddet kategorisinin istenmediği çevre şartlarında (Akdeniz İklimi: Buzlanma yok, kuru durum veya kısmî doygunluk, tuz yok veya doygun, tuz yok, Atlantik ve Kıta Avrupa'sında: Buzlanma yok, kuru durum) şartlarında kullanımına izin verilirken kullanımı beyana bağlıdır. TS 706 EN 12620 standardına göre eğer tüketici için donma çözülme durumu önemli değilse agregaların kullanılmasıyla ilgili bir sınır yoktur.

TS 13515 standardında verilen koşullara göre çevre koşulu XF1 (Buz çözücü madde içermeyen suyla orta derecede doygun: tüm dış yapı elemanları için) için F₄ sınıfı şartları sağlaması, XF3 (Buz çözücü madde içermeyen suyla yüksek derecede doygun: Açık su depoları; gelgit etkisi altındaki tuz içermeyen suya maruz beton bileşenler.) için ise F₂ kategorisindeki donma-çözülme koşullarını sağlayan agrega istenilmektedir. Magnezyum sülfat dayanıklılığında ise

yine aynı standartta agregaların XF2 (Buz çözücü madde içeren suyla orta derecede doymun: Trafiğin olduğu alanlarda serpinti ve sıçrama yolu ile temas eden XF4 sınıfından farklı olarak buz çözücü maddeler içeren sulara maruz beton bileşenler. Deniz suyunun serpintilerine maruz beton yapılar.) için MS₂₅ ve XF4 (Buz çözücü madde içeren su veya deniz suyu ile yüksek derecede doymun: Buz çözücü maddelere maruz yol ve köprü kaplamaları; Buz çözücü tuz ihtiva eden su serpintisine doğrudan ve donma etkisine maruz beton yüzeyler; Deniz yapılarının dalga etkisi altındaki donmaya maruz bölgeleri.) için MS₁₈ kategorisindeki şartlarını sağlaması istenilmektedir. İYA ve BA agregası magnezyum sülfat için TS 13515 standardında XF2 ve XF4 çevre koşulları için belirtilen magnezyum sülfat limitini ve XF1 ve XF3 çevre koşulları için istenilen donma-çözülme limitlerini sağlamamaktadır.

Atıklar üzerinde yapılan donma-çözölmeye karşı direnç ve magnezyum sülfat deneyinin sonuçları doğal agregalara kıyasla yüksek çıkmıştır. Bunun sebeplerinden biri geri dönüşüm agregalarında agrega tanelerinin tek bir kayaç veya taş parçası olmaktan ziyade genellikle çimento hamuru ile birbirine bağlı daha küçük agrega taneleri oldukları görölmektedir. Bu durum ise agregaların donma-çözölmeye karşı direncini azaltmaktadır. Bununla birlikte standartlarda geri dönüşüm agregalarının kullanım limitlerinin olması beton üzerindeki olumsuz etkinin de azalmasına sebep olacaktır. Sonuçlar göz önünde tutulduğunda geri dönüşüm agregalarının kullanımında özellikle donma-çözölmeye ve sülfat varlığı olan koşullarda dikkatli olunması gerekmektedir.

e. Parçalanmaya ve Aşınmaya Karşı Direnç

Numunelerin parçalanmaya karşı direncini incelemek için TS EN 1097-2'ye uygun olarak Los Angeles testi ve aşınmaya karşı direncini incelemek için TS EN 1097-1'e uygun olarak Mikro Deval testi yapılmıştır. Bu testler yalnızca iri agregalar için yapıldığından, ince agregalar üzerinde gerçekleştirilmemiştir. Testler sırasında çekilen fotoğraflar Şekil 24 ve 25'te sunulmuştur. Yapılan testlerin sonuçları Tablo 42 ve Tablo 43'de verilmiştir.



Şekil 20 Los Angeles deneyi

Tablo 42 Los Angeles parçalanma direnci analiz sonuçları

Özellikler	BA Orta	BA Kaba	İYA 5-20 mm	Doğa 11	Doğa 12	Doğa 13	Los Angeles Katsayısı	Kategori
Los Angeles Katsayısı	35	34	41	21	21	24	≤ 15	LA ₁₅
							≤ 20	LA ₂₀
							≤ 25	LA ₂₅
							≤ 30	LA ₃₀
							≤ 35	LA ₃₅
							≤ 40	LA ₄₀
							≤ 50	LA ₅₀
							> 50	LA _{Beyan}
							Serbest	LA _{NR}



Şekil 21 Mikro Deval deneyi

Tablo 43 Mikro Deval aşınma direnci analiz sonuçları

Özellikler	BA Orta	BA Kaba	İYA 5-20 mm	Doğal 1	Doğal 2	Doğal 3	Mikro Deval Katsayısı	Kategori
Mikro Deval Katsayısı	36	36	42	17	18	19	≤ 10	MD _{DE} 10
							≤ 15	MD _{DE} 15
							≤ 20	MD _{DE} 20
							≤ 25	MD _{DE} 25
							≤ 35	MD _{DE} 35
							> 35	MD _{DE} Beyan
							Serbest	MD _{DE} NR

Analizlerin sonuçlarına göre BA Orta ve BA Kaba LA35 ve MD_{DE}Beyan, İYA 5-20 mm LA₅₀ ve MD_{DE}Beyan kategorilerine girerken doğal agregalar LA₂₅ ve MD_{DE}20 kategorilerinde yer almaktadır. TS 13515 standardında Los Angeles deneyi için kullanım sınıfının LA₅₀ kategorisinden daha düşük olması istenirken iri agreganın aşınma direnci için limit belirtilmemiştir. Testleri yapılan geri dönüşüm agregaları ve doğal agregaların kullanımında Los Angeles değerleri ve Mikro Deval değerleri engel oluşturmamakla birlikte BA ve İYA agregalarının aşınma ve parçalanmaya karşı dirençleri doğal agregalara göre daha azdır.

f. Alkali Silika Reaktifliği (ASR)

Agregaların alkali silika reaktifliğini tespit etmek için ASTM C1260 (harç çubuğu metodu) kullanılmış, test sırasında çekilen fotoğraflar Şekil 26, analiz sonuçları ise Tablo 44’de sunulmuştur. Standarda göre ince agrega kullanıldığından test yalnızca ince agregalar üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 22 ASR deneyi

Tablo 44. BA ve İYA agregalarının ASR analiz sonuçları

Özellikler	Birim	İnce BA	İYA 0-5mm
3. Gün	%	0,01	0,03
6. Gün	%	0,02	0,04
10. Gün	%	0,03	0,05
14. Gün	%	0,04	0,06

ASTM C-1260 Standardı Ek (Gerekli Olmayan Bilgiler): Potansiyel Alkali Reaktifliği Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi:

a) 14 gün sonunda harç çubuklarında meydana gelen boy uzamasının %0,10'dan küçük olması genel olarak agregaların zararsız genleşme potansiyelinin göstergesi olarak kabul edilmektedir.

b) 14 gün sonunda harç çubuklarında meydana gelen boy uzamasının %0,20'den büyük olması agregalarda zararlı genleşme potansiyelinin göstergesi olarak kabul edilmektedir.

c) 14 gün sonunda harç çubuklarında meydana gelen boy uzamasının %0,10-%0,20 aralığında olması durumunda, agregaların zararlı genleşme gösterdiği saha uygulamalarına rastlandığından, bu agregalar için ASTM C-1260 Madde 3.3'te bahsi geçen, boy uzamasının alkali-silika reaksiyonuna bağlı olduğuna dair tamamlayıcı bilginin (petrografik analiz) de oluşturulması önerilmektedir. Bu durumda, 28 güne kadar komparatör okumalarının alınması da faydalı olacaktır.

14 günün sonunda numunelerdeki uzama miktarı %0,1'den küçük olması sebebiyle İYA ve BA agregası ASR yönünden kullanıma uygundur.

g. Kil Topakları ve Eriyebilir Parçacıklar

Agregadaki kil topakları ve eriyebilir malzemelerin oranını tespit etmek için ASTM C142 standardına uygun olarak deney yapılmıştır. Deney sırasında çekilen fotoğraf Şekil 27'de ve deney sonuçları Tablo 45'te sunulmuştur.



Şekil 23 Kil topakları ve eriyebilir parçacıklar deneyindeki agreganın ufalanma işlemi

Tablo 45. Kil topakları ve eriyebilir parçacıklar analiz sonucu

Özellik	Birim	BA İnce	İYA 0-5 mm
Kil Topakları ve Eriyebilir Parçacıklar Oranı	%	3,2	4,0

ASTM C33/33M-16'ya göre kil topakları ve eriyebilir parçacıkların oranı kütlece %3'ün altında olması gerekmektedir. İYA agregası ve BA ince bu koşulu sağlamamaktadır. Metilen mavisi testi sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, elekten geçen malzemelerin çoğunluğunun kil olmadığı; atıkların yüzeyinde kalan harç parçaları, köpük kalıntısı vb. malzemelerin ufalanması sonucu geçen malzemeler olduğu gözlemlenmektedir. Kil topakları ve eriyebilir parçacıklar için sonuçlar kullanılan standarda göre limiti aşmasına rağmen ASTM C33/33M standardı Avrupa'da kullanılmamaktadır. Bu nedenle, ülkemizde bu agregaların kullanımına engel teşkil etmemektedir.

D. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN BETON ATIĞININ VE KARIŞIK İNŞAAT ATIĞININ ÇİMENTO FARİNİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hatay deprem bölgesinden toplanan beton atıkları ve karışık inşaat yıkıntı atıklarının çimento üretiminde kullanılabilirliğini değerlendirilme amacıyla X-ray Fluorescence (XRF) Deneyi yapılmıştır. Deprem atıklarının farin, yani klinkerin hammaddesi olarak kullanılmak istenirse kızdırma kaybı sonuçları da hesaba alınarak XRF sonuçları Tablo 35'te gösterildiği gibi normalize edilmelidir. Bir malzemenin Portland çimentosu klinker farini olarak kullanılabilmesi için genel geçer oksit miktarları da Tablo 46'da eklenmiştir. Bu tabloya göre malzemenin çimento klinker farini olarak kullanımı, başka mineral katkıların ilavesi ile mümkün olabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 46. BA ve İYA farin olarak kullanılmak istenilirse dikkate alınacak XRF analizi

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm	Tipik Farin
SiO ₂	%	15,73	12,19	17,76	39,79	43,73	~21,0
Al ₂ O ₃	%	3,18	2,39	3,79	9,85	11,13	~5,0
Fe ₂ O ₃	%	3,42	2,31	3,18	4,46	4,77	~3,0
CaO	%	71,42	77,50	68,68	38,22	32,79	~65,0
MgO	%	5,15	4,87	5,44	3,11	2,99	
SO ₃	%	0,30	0,16	0,40	1,39	0,86	
Na ₂ O	%	0,41	0,33	0,42	1,35	1,70	
K ₂ O	%	0,21	0,10	0,17	1,22	1,37	
TiO ₂	%	0,17	0,15	0,17	0,60	0,65	

E. HATAY DEPREM ATIK SAHASINDAN TOPLANAN BETON ATIGININ VE KARIŞIK İNŞAAT ATIGININ KATKILI ÇİMENTO ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hatay deprem bölgesinden toplanan beton atıkları ve karışık inşaat yıkıntı atıklarının katkı çimento üretiminde kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla aşağıda belirtilen testler yapılmıştır.

a. Toplam Sülfat İçeriği

Malzemedeki toplam sülfat miktarı TS EN 196-2'ye uygun olarak UV Spektrofotometre metodu ile bulunmuştur ve sonuçlar Tablo 47'de sunulmuştur.

Tablo 47. Toplam sülfat içeriği

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	İYA 5-20 mm	TS EN 197-6 Üst Limit
SO ₃	%	0,19	0,10	0,26	1,07	0,69	2

Klinker ikame malzemesi olarak kullanımında BA ve İYA numuneleri TS EN 197-6 standardında verilen %2 üst limitinin altında olduğu için kullanıma uygundur.

b. Toplam Organik Karbon (TOC)

Toplam organik karbon tayini için TS EN 13639 standardı uygulanmış, deneyin yapılış aşamasının fotoğrafı Şekil 28'de sunulmuş, sonuçları Tablo 33'de gösterilmiştir.



Şekil 24 Toplam organik karbon deneyi

Tablo 48. Toplam organik karbon içeriği

Özellikler	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA 0-5 mm	TS EN 197-6 Üst Limit
Toplam organik karbon (TOC)	%	0,23	0,10	0,11	0,14	0,8

Numuneler TS EN 197-6 standardında belirtilen olan %0,8 üst limitini aşmadığı için klinker ikamesi olarak kullanımına uygundur.

c. Kil Muhtevası (Toz Malzeme İçin Metilen Mavisi Deneyi)

Toz malzemedeki (TS EN 933-9 standardında 0-0.125 mm olarak belirtilmiş fakat TS EN 197-6 standardına göre test sırasında $5000 \pm 100 \text{ cm}^2/\text{g}$ inceliğe sahip numune kullanılarak yapılmıştır) kil muhtevasını tayin etmek için TS EN 933-9 standardına uyularak deney yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 49’da verilmiştir. Deneyde kullanılan malzeme miktarı ve malzeme boyutları agrega olarak kullanımındaki metilen mavisi deneyine göre düşük olup bunun dışındaki tüm deney aşamaları aynıdır.

Tablo 49. İYA tozu ve BA tozu için yapılan kil muhtevası deneyi analizi

Özellik	Birim	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA Tozu	TS EN 197-6 Limit
Metilen Mavisi	g boya/100 g	0,33	0,23	0,17	0,17	1,2

Numunelerin klinker ikame malzemesi olarak kullanımında ise, $5000 \pm 100 \text{ cm}^2/\text{g}$ inceliğe öğütülen numunede üst limit olan 1,2g/100g değerini aşmadığı için kullanımına engel yoktur.

d. Aktivite İndeksi

TS EN 197-6 standardında herhangi bir aktivite indeksi limiti bulunmamasına rağmen, atıkların puzolanik aktivite performansını değerlendirmek adına TS 25+T1 standardında yer alan metoda (bağlayıcı malzemenin %75’i çimento kalan %25’i toz malzeme olacak şekilde TS EN 196-1’e göre karışımlar ve dökümler yapılır. Aynı anda TS 196-1’de belirtilen standart numune de referans numunesi olarak dökülür. 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımları baz alınarak dökülen numunelerin basınç dayanımları referans numunesine oranla aktivite indeksleri hesaplanır.) göre 7, 28 ve 90 günlük aktivite indeksi analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçları Tablo 39’da

verilmiştir. Ek olarak öğütme yöntemi korunarak, öğütülecek malzemenin %0,5'i oranında öğütme kolaylaştırıcı katkı kullanılarak öğütme yapılmış ve çıkan malzemenin aktivite indeksi kontrol edilmiştir

Tablo 50. Aktivite indeksi sonuçları

Özellikler	Birim	Orta BA	Kaba BA	BA Öğütme Katkılı	İYA 0-5 mm	TS 25 + T1 ⁽¹⁾
7 Günlük Aktivite İndeksi	%	65,9	67,5	77,6	69,2	-
28 Günlük Aktivite İndeksi	%	64,9	71,0	75,3	73,9	75

(1) TS25 + T1 standardı EN 450-1 standardı ile aynı yapılış metodu ve sınırlandırmalara sahiptir.

Bu analizler için numuneler laboratuvar tipi bilyeli değirmende $4000 \pm 25\%$ cm²/g inceliğe öğütülmüştür. TS 25+T1 standardına traslar için belirlenen aktivite indeksi limitleri 28 ve 90 gün için sırasıyla min. %75 ve %85'tir.

Sonuçlara bakıldığında öğütme kolaylaştırıcı katkı ile BA numunelerinin aktivite indeksinde artış görülmektedir. Öğütme kolaylaştırıcı katkı olmadığı durumda atıkların aktivite indeksi %75'ten düşük gelmektedir. Ayrıca aktivite indeksi sonuçlarından uzun süreli (90 gün) sonuçlar da önemlidir.

Tablo 51. Atıkların agrega olarak kullanımının değerlendirilmesi

İncelenen Özellik	Deney Standardı	TS 706 EN 12620-Beton Agregası Olarak Kullanım					TS EN 197-6 Klinker İkameli Olarak Kullanım	
		İYA (0-5mm)	İYA (5-20 mm)	BA İnce	BA Orta	BA Kaba	İYA	BA
XRF & XRD	TS EN 196-2	-	-	-	-	-	-	-
Suda çözünür klor	TS EN 1744-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Suda çözünür sülfat	TS EN 1744-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Hafif tanelerin miktarı	TS EN 1744-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Humus muhtevası	TS EN 1744-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Fulvo asit muhtevası	TS EN 1744-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Metilen mavisi	TS EN 933-9	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-	-	-
Elek analizi	TS EN 933-1	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-

Çok ince malzeme muhtevası	TS EN 933-2	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Su emme	TS EN 1097-3	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Malzeme yoğunluğu	TS EN 1097-6	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Yassılık indeksi	TS EN 933-3	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Şekil indeksi	TS EN 933-4	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Donma-Çözülme (Dolap Metodu)	TS EN 1367-1	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Donma-Çözülme (MgSO ₃)	TS EN 1367-2	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Parçalanma Direnci (Los Angeles)	TS EN 1097-2	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Aşınma Direnci (Micro Deval)	TS EN 1097-1	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-
Alkali-Silika Reaktifliği	ASTM C 1260	Kullanımı beyanla mümkündür	-	Kullanımı beyanla mümkündür	-	-	-	-
Kil toprakları ve eriyebilir parçacıklar	ASTM C142*	Limitin üstünde	-	Limitin üstünde	-	-	-	-
Toplam sülfat içeriği	TS EN 196-2	-	-	-	-	-	Uygun	Uygun
Toplam organik karbon	TS EN 13639	-	-	-	-	-	Uygun	Uygun
Kil muhtevası (toz malzeme için)	TS EN 933-9	-	-	-	-	-	Uygun	Uygun
Aktivite İndeksi	TS 25+T1	-	-	-	-	-	Limitin altında	**

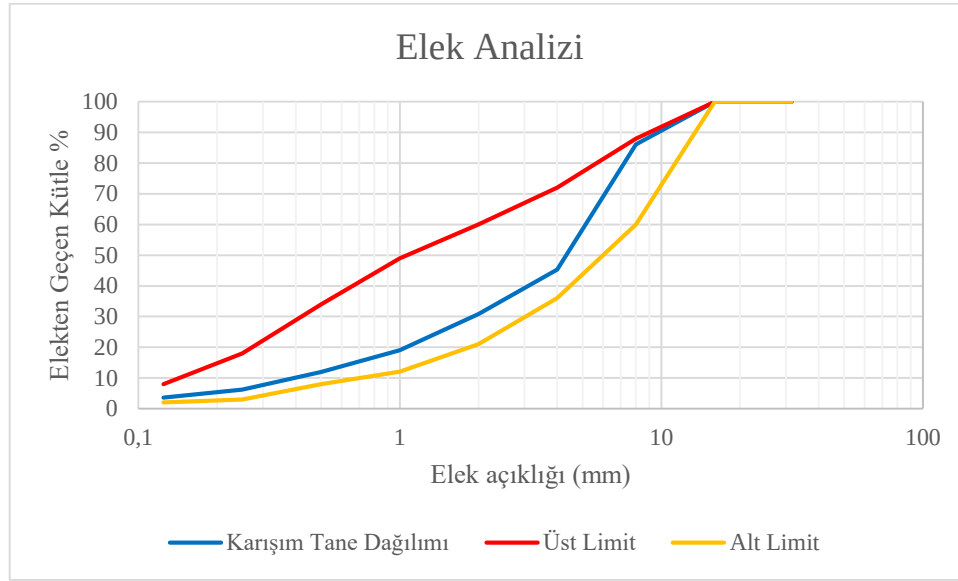
* ASTM C142 standardı Avrupa ve ülkemizde geçerli olmadığından kullanım için engel oluşturmamaktadır.

** Aktivite indeksi limitin altında gelmiştir ancak öğütme kolaylaştırıcı katkı ve farklı öğütme metotları ile aktivite sonuçları iyileştirilebilir.

VIII. GERİ DÖNÜŞÜM AGREGALARININ BETON TASARIMINDA KULLANIMI

Kimyasal Analiz ve Fiziksel Analiz kısmında test sonuçları incelenmiş olan BA agregaları kullanılarak 30 MPa basınç dayanımını sağlaması hedeflenen farklı karışımlar geliştirilmiştir. Bu karışımlar için kullanılan elek analizi sonuçları Şekil 29’da sunulmuştur. Beton numunelerinin adlandırması Kaba GDA yüzdece ikame oranı-İnce agrega yüzdece ikame oranı-GDA-v0-1 şeklinde yapılmış olup “v”den sonra gelen ilk sayı yapılan dökümdeki adım sayısını gösterirken sonrasında gelen sayı agrega ikame oranı ile yapılan numuneleri birbirinden ayırmak için kullanılmıştır. Örneğin olarak 100-100-GDA-v0-1 numunesi; deneme dökümündeki %100 kaba ve %100 ince GDA agregası ikame olarak kullanılmış numune iken,

30-0-GDA-v1 ilk döküm setinde kaba agreganın %30'unun GDA agregası ile ikame edilen beton numunesi olduğunu belirtir.



Şekil 25 4 Beton karışımlarında kullanılan elek analizi ve TS 13515'te belirtilmiş limitler

Nihai beton karışımları elde edilmeden önce deneme dökümleri yapılmıştır. Deneme dökümleri için kullanılan beton reçeteleri Tablo 52'de, numunelerin slump değerleri Tablo 53'de sunulmuştur. Beton karışımlarında belirtilen etkili su/çimento oranı agreganın SSD duruma gelmesi için gereken suyu kullandıktan sonra kalan suyun çimentoya oranı olarak hesaplanmıştır.

Tablo 52. Deneme dökümü karışımları

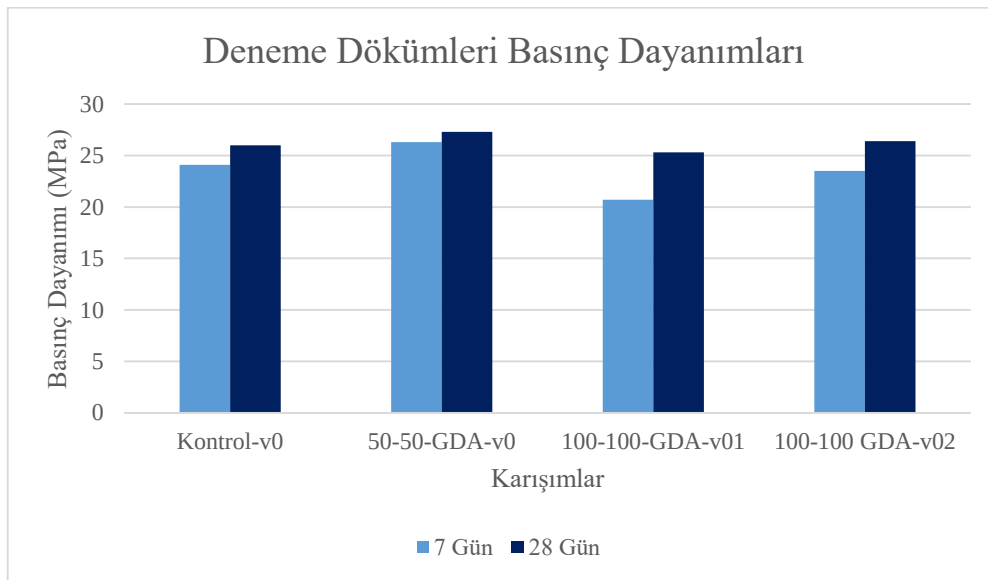
Malzeme	Özellik	kg/m ³			
		0-0-GDA-v0	50-50-GDA-v0	100-100-GDA-v01	100-100-GDA-v02
Çimento	CEM II/A-LL	400,0	400,0	400,0	400,0
İnce Agrega (Doğal)	Kalkerli	878,3	443,2	0,0	0,0
Kaba Agrega (Doğal)	Kalkerli	914,6	461,5	0,0	0,0
İnce Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	390,1	702,9	799,7

Kaba Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	412,0	742,4	844,7
Su	Musluk suyu	185,5	198,3	280,4	221,9
Kimyasal Katkı	Master glenium 51	2,20	2,20	6,00	2,20
Etkili su/çimento oranı	*	0,46	0,50	0,70	0,55

Tablo 53. Deneme dökümü slump değerleri

Özellik	Birim	0-0-GDA-v0	50-50-GDA-v0	100-100-GDA-v02	100-100 GDA-v01
Slump değeri	cm	9	6	19	4

Deneme dökümlerinin 7 ve 28 günde basınç dayanımına incelenmiştir. Numunelerin 7 ve 28 günlük dayanım sonuçları Şekil 30’da sunulmuştur.



Şekil 26 Deneme dökümlerinin basınç sonuçları

Deneme dökümü için üretilen beton numunelerinin basınç testi sonuçları incelendiğinde erken yaş dayanımda GDA kullanılan betonlar ile referans numunenin değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Ancak, GDA’nın beton üzerindeki etkisi için nihai dayanım sonuçlarının

beklenmesi gerekmektedir. Ayrıca beton üzerinde hızlı klor geçirgenliği, su emme gibi bazı durabilite testlerin de yapılıp değerlendirilmesi gerekmektedir.

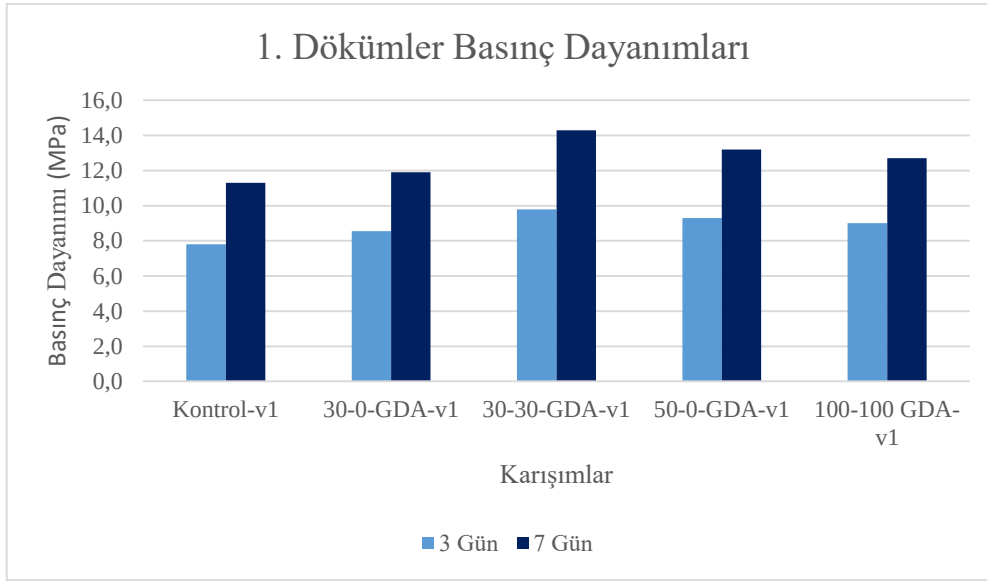
İlk dökümler için etkili su çimento oranı belirli bir oranda tutulmaya çalışılırken, numunelerin slump değerlerinin benzer değerde olması sağlanmıştır. 1. Dökümler için kullanılan karışımlar Tablo 54’de, slump değerleri Tablo 43’te, 3 ve 7 günlük basınç dayanımları Şekil 31’de verilmiştir.

Tablo 54. 1. Dökümler için beton karışımları

Malzeme	Özellik	kg/m ³				
		Kontrol-v1	30-0-GDA-v1	30-30-GDA-v1	50-0-GDA-v1	100-100 GDA-v1
Çimento	CEM II/A-LL	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
İnce Agrega (Doğal)	Kalkerli	845,1	844,8	591,4	856,3	0,0
Kaba Agrega (Doğal)	Kalkerli	983,0	687,8	687,8	492,3	0,0
İnce Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	0,0	222,5	0,0	750,2
Kaba Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	265,5	265,5	456,0	881,4
Su	Musluk suyu	212,0	221,7	228,6	221,7	267,8
Kimyasal Katkı	Master glenium 51	0,80	0,40	0,40	0,67	1,34
Etkili su/çimento oranı	*	0,45	0,45	0,45	0,45	0,47

Tablo 55. 1. Döküm slump değerleri

Özellik	Birim	Kontrol-v1	30-0-GDA-v1	30-30-GDA-v1	50-0-GDA-v1	100-100 GDA-v1
Slump değeri	cm	15	14,5	14	13,5	12,3



Şekil 27 1. Dökümler sonucunda elde edilen 3 ve 7 günlük basınç sonuçları

Tablo 42’den de görüleceği üzere, aynı etkili su/çimento oranını elde etmek için GDA için daha fazla su kullanılması hatta zaman zaman da kimyasal miktarının artırılması gerekmektedir, dayanım açısından Kontrol numunesi ile GDA içeren betonların dayanım sonuçları birbirine oldukça yakın gelmekte hatta GDA içeren numunelerin basınç dayanımları daha yüksek çıkmaktadır.

2. Dökümler için ise karışımlar için kullanılan su oranı sabit tutulmuş, numunelerin rahat kalıplanabilmesi için kimyasal katkı miktarı her döküm için değiştirilmiştir. 2. Dökümün karışımları Tablo 56’da slump değerleri ise Tablo 56’da verilirken 7 günlük basınç dayanımları Şekil 32’de sunulmuştur.

Tablo 56. 2. Dökümler için beton karışımları

Malzeme	Özellik	kg/m ³				
		Kontrol-v2	30-0-GDA-v2	30-30-GDA-v2	50-0-GDA-v2	100-100 GDA-v2
Çimento	CEM I	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
İnce Agrega (Doğal)	Kalkerli	897,6	897,6	628,3	896,4	0,0
Kaba Agrega (Doğal)	Kalkerli	1018,9	713,2	713,2	504,9	0,0

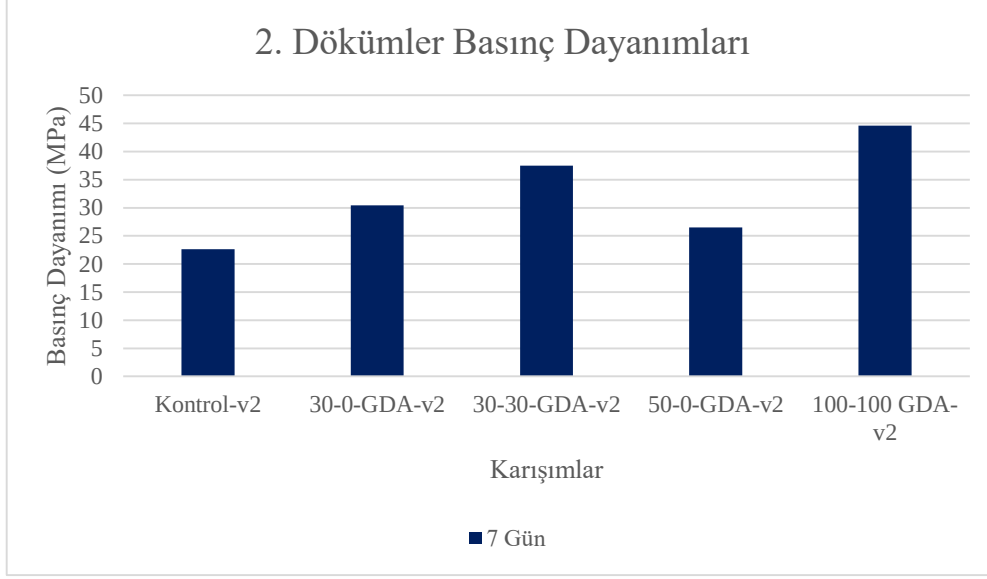
İnce Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	0,0	244,8	0,0	816,0
Kaba Agrega (GDA)	Geri dönüşüm	0,0	284,9	284,9	470,1	949,7
Su	Musluk suyu	203,2	203,2	203,2	203,2	203,2
Kimyasal Katkı	Master glenium 51	1,20	1,20	1,40	1,20	4,20
Etkili su/çimento oranı	*	0,46	0,43	0,42	0,41	0,33

Tablo 45'ten de görüleceği üzere, aynı miktarda su kullanıldığında, GDA'nın daha fazla su emme kapasitesine sahip olması nedeniyle, beton karışımlarının etkili su/çimento oranları değişmektedir.

Tablo 57. 2. Döküm slump değerleri

Özellik	Birim	Kontrol- v2	30-0- GDA-v2	30-30-GDA- v2	50-0-GDA- v2	100-100 GDA-v2
Slump değeri	cm	4	10	5	3,5	12

Tablo 45'te verilen slump değerlerine bakıldığında, kimyasal kullanımıyla GDA içeren numunelerin işlenilebilirlikleri istenilen seviyeye getirilebilmektedir. Ayrıca numunelerin doymun ve yüzey kuru hale getirilmesi de 1. Dökümler sonucunda beton dayanımının sadece doğal agrega kullanan karışıma benzer çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 28 2. Dökümler sonucunda elde edilen 3 ve 7 günlük basınç sonuçları

Şekil 32 ve Şekil 31 karşılaştırıldığında, 2. Dökümlerde etkili su/çimento oranının düşmesi sebebi ile beton dayanımlarında artış gözlemlenmektedir. Hatta GDA miktarının artmasına bağlı olarak bazı numunelerin basınç dayanımlarının 7 günde 30 MPa'yı geçtiği görülmektedir. Her ne kadar bazı dayanım sonuçları verilmiş olsa da GDA'nın beton üzerindeki etkisi için nihai dayanım sonuçlarının beklenmesi gerekmektedir. Ayrıca beton üzerinde bazı durabilite (hızlı klor geçirgenliği, su emme vb.) testlerin de yapılıp değerlendirilmesi gerekmektedir.

IX. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIĞININ KULLANIMINA DAİR ÜLKEMİZDE VAR OLAN ŞARTNAMELERİN İNCELENMESİ

A. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Sayısal olarak veriler mevcut olmasa da Türkiye'de geri dönüştürülmüş beton atıklarının (GDBA) kullanımı yaygın değildir [1]. Artan inşaat ve yıkıntı atığı üretimi nedeniyle çevresel sorunlar da artmaktadır. Bu durum, atıkların %60-67'sini oluşturan beton atıklarının geri dönüştürülerek kullanılması ile ortadan kaldırılabilir [2]. İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde ayrıştırılan ve geri dönüştürülen beton atıkları, Avrupa Birliği ve Türk Standartları doğrultusunda ham madde, agrega ve dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Bu kullanım Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından yayımlanan ve Türk Standartları Enstitüsü

(TSE) tarafından kabul edilerek Türkiye’de yürürlüğe giren standartlarla kontrol altında tutulmaktadır. GDBA'nın farklı alanlarda kullanımı, çeşitli standartlar içerisinde belirli koşul, limit ve önerilerle açıklanmaktadır. Bu nedenle, GDBA kullanımının hangi alanda yapılacağı kritik bir önem taşımaktadır. Farklı alanlarda kullanım amaçlarına yönelik olarak belirlenen standartlar, GDBA içeren yapı malzemelerinin etkinliğini ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla detaylı bir şekilde incelenmelidir. Ayrıca, her bir uygulama alanı için özel gereksinimler ve performans kriterleri göz önünde bulundurulmalıdır.

B. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ ÇİMENTO HAM MADDESİ OLARAK KULLANIMI

“TS EN 197-6 Çimento- Bölüm 6: Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento” [3] standardının yürürlüğe girmesiyle birlikte GDBA, çimento üretiminde klinker ikame malzemesi haline gelmiştir. Bu standartta GDBA üç sınıfa ayrılmıştır:

1-Kaba, hepsi bir arada ve/veya ince geri dönüştürülmüş beton agregaları üreten tesislerden veya ünitelerden gelenler (“TS EN 933 -11 Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 11: Geri kazanılmış iri agrega bileşenleri için sınıflandırma deneyleri” [4] standardına göre yapılan ve “TS 706 EN 12620+A1 Beton agregaları” [5] standardında yer alan Çizelge-20’ye göre değerlendirilen analiz sonucu R_{CU90} , R_{b10} -, R_{a1} -, FL_2 - ve XR_{g1} - kategorilerini sağlaması gerekmektedir. Bu özellikler malzeme içeriği olarak kütlece $\geq \%90$ beton, beton mamulleri, harç, beton duvar birimleri, serbest agrega, doğal taş, hidrolik bağlı agrega; kütlece $\leq \%10$ kil duvar birimleri (tuğla, karo, vb.), kalsiyum silikat duvar birimleri, gazbeton (yüzmeyen); kütlece $\leq \%1$ bitümlü malzemeler; hacimsel olarak $\leq 2 \text{ cm}^3/\text{kg}$ yüzen malzeme; kütlece $\leq \%1$ cam ve diğer malzemeleri ifade etmektedir).

2-Beton üretim faaliyetlerinden geri kazanılanlar

3-TS EN 206+A2 “Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk” [6] standardının 3.1.2.15 maddesinde, daha önce inşaatla kullanılmamış sertleşmiş betonun kırılması sonucu elde edilen agrega olarak tanımlanmış, geri kazanılmış kırılmış agregalardan gelenler.

Tablo 58. TS 706 EN 12620+A1, Çizelge 20- Geri kazanılmış iri agregalardaki bileşenler için kategoriler [5]

Bileşen	Muhteva (Kütlece %)	Kategori
R_c	≥90	R _c 90
	≥80	R _c 80
	≥70	R _c 70
	≥50	R _c 50
	<50	R _c Beyan
	Serbest	R _c NR
R_c+R_u	≥95	R _{cu} 95
	≥90	R _{cu} 90
	≥70	R _{cu} 70
	≥50	R _{cu} 50
	<50	R _{cu} Beyan
	Serbest	R _{cu} NR
R_b	≤10	R _b 10-
	≤30	R _b 30-
	≤50	R _b 50-
	>50	R _b Beyan
	Serbest	R _b NR
R_a	≤1	R _a 1-
	≤5	R _a 5-
	≤10	R _a 10-
X+R_g	≤0,5	XR _g 0.5-
	≤1	XR _g 1-
	≤2	XR _g 2-
	Muhteva (cm ³ /kg)	
FL	≤0,2	FL _{0,2} -
	≤2	FL ₂ -
	≤5	FL ₅ -

TS EN 197-6 standardına göre, GDBA kullanımı ince ya da iri malzemenin kullanımı ile sınırlı değildir. Ancak, sınıflandırma deneyi yapılması gereken tip için yapılacak bileşen analizi kaba malzemeden yapılmakla birlikte, standartta ince malzemenin kullanımına engel teşkil eden bir ibare bulunmamaktadır. Yani, “kaba, hepsi bir arada ve/veya ince geri dönüştürülmüş beton agregaları üreten tesislerden veya ünitelerden gelenler” kategorisinde yer alan kaba malzemelerin bileşen sınıflandırmasının uygun olarak tespit edilmesi durumunda, aynı kaynaktan gelen ince malzemenin de çimento üretiminde kullanımına izin verilmiştir.

Tablo 59. TS EN 197-6 Standardına göre geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento türleri [3]

		CEM II/C-M	50-64	6-20	16-44								0-5
CEM VI	Kompoze Çimento	CEM VI	35-49	6-20	31- 59	-	-	-	-	-	-	-	0-5
^a Çizelgedeki değerler ana ve minör ilave bileşenlerin toplamına karşılık gelmektedir.													
^b Silis dumanının oranı %6-10'la sınırlandırılmaktadır.													
^c Kalker kullanımı durumunda kalker ve geri dönüştürülmüş ince malzeme içeriği (L, LL ve F toplamı) %35' le sınırlandırılmaktadır.													
^d Klinker dışındaki ana bileşenlerin sayısı iki ile sınırlıdır ve bu ana bileşenler çimentonun adı ile beyan edilmelidir. (Örnek Madde 6'ya bakılmalıdır.) Kompozisyonda hem F hem de (L veya LL) kullanılması durumunda klinker dışındaki ana bileşenlerin sayısı üç ile sınırlandırılır ve bu ana bileşenler çimento adı ile beyan edilir.													

GDBA içerikli çimentoların tamamı için sağlanması gereken üç temel şart bulunmaktadır:

1-TS EN 13639 “Kireçtaşı içinde toplam organik karbon tayini” [7] standardına göre analizi yapılan toplam organik karbon (TOC) içeriği kütlece $\leq$ %0,8 olmalıdır.

2-TS EN 196-2 “Çimento deney yöntemleri - Bölüm 2: Çimentonun kimyasal analizi” [8] standardına göre analiz edilen Sülfat içeriği (SO₃ olarak) kütlece $\leq$ %2,0 olmalıdır.

3-TS EN 933-9 “Agregaların geometrik özellikleri için deneyler – Bölüm 9: İnce tanelerin tayini – Metilen mavisi deneyi” [9] standardına uygun olarak metilen mavisi analiziyle belirlenen kil içeriği 1,20 g/100 g'ı aşmamalıdır.

Bunlara ek olarak, GBDA dışında, standardın kapsadığı çimento bileşenleri, TS EN 197-1 [10], Madde 5'te belirtilen gereklilikleri karşılamalıdır. Ayrıca, TS EN 197-1 standardının 5.2.6 “a)” maddesinin yerine kireçtaşı (L, LL) ikamesi için kalsiyum oksit içeriğinden hesaplanan kalsiyum karbonat (CaCO₃) içeriği kütlece en az %40 olmalı, kalsiyum oksit ve magnezyum oksit içeriğinden hesaplanan kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat (CaCO₃ ve MgCO₃) içeriğinin toplamı kütlece en az %75 olmalıdır. Üretilcek GDBA içerikli çimentoların mekanik özelliklerinin TS EN 197-1'de yer alan “Bölüm 7-Mekanik Gereklilikler” kısmına göre değerlendirilmesi gerekirken, bu tip çimentolarda düşük erken dayanımına sahip “L” sınıfının kullanımına izin verilmiştir. Yine aynı standartta yer alan “7.4.1” bölümünde bahsedilen genel dayanıklılık gerekleri de geçerli olacaktır [10]. Tüm sınıflar için sülfat miktarı (SO₃ olarak) ve klorür muhtevası analizleri yapılacaktır. Sülfat için karakteristik değer $\leq$ 4,0 ve tek sonuç limit değeri $\leq$ 4,5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, T içeriği %20'den fazla olan çimentolar, tüm dayanım sınıflarında %4,5'e kadar sülfat içerebilir. Klorür için karakteristik değer $\leq$ 0,10 ve tek sonuç

limit değeri $\leq 0,10$ olmalıdır. Bu değerler, standartta nihai çimentonun kütlece yüzdesi olarak belirtilmiştir.

Tablo 60. TS EN 197-1, Tablo 3- Karakteristik değerler olarak verilen mekanik ve fiziksel gereksinimler [10]

Dayanım		Basınç Dayanımı (MPa)			Priz Başlangıcı	Hacim Genleşmesi
Sınıfı	Erken Dayanım		Standart Dayanım		(dak.)	
	2 Günlük	7 Günlük	28 Günlük		min.	mm
32,5 L ^a	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 N	-	≥ 16,0				
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 L ^a	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 N	≥ 10,0	-				
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5L ^a	≥ 10,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 N	≥ 20,0	-				
52,5 R	≥ 30,0	-				
a Dayanım sınıfı sadece CEM III tipi çimentolar için tanımlıdır.						

C. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIKLARININ BETON AGREGASI OLARAK KULLANIMI

GDBA'nın beton agregalarında kullanımı değerlendirilirken aşağıdaki üç standart temel alınmaktadır:

- 1- "TS 706 EN 12620+A1 Beton agregaları" [5]
- 2- "TS EN 206+A2 Beton- Özellik, performans, imalat ve uygunluk" [6]
- 3- "TS 13515; TS EN 206'nın uygulanmasına yönelik tamamlayıcı standart" [11]

Bu standartlara göre, kullanılabilecek GDBA, geri dönüştürülmüş agrega başlığına ve önceden yapılarda kullanılmış olan inorganik malzemelerin işlemden geçirilmesi sonucu elde edilen agrega olarak tanımlanmaktadır. GDBA'nın agrega olarak kullanılabilmesi için öncelikle beton agregası olarak belgelendirilmesi gerekmektedir. Bu belgelendirme süreci, doğal agrega belgelendirme sürecine benzer şekilde yürütülmektedir. Doğal agrega analiz gereksinimlerine ek olarak "TS EN 933 -11 Agregaların geometrik özellikleri için deneyler- Bölüm 11: Geri

kazanılmış iri agregâ bileşenleri için sınıflandırma deneyleri” [4] standardında yer alan deneye tabii tutulur. Elde edilen sonuçlar, TS 706 EN 12620+A1, Çizelge 20’ye göre (Tablo 1) kategorilendirilerek beyan edilir [5]. Bu standartlar kapsamındaki en kritik konu, doğal agregâ belgelendirmesinde de olduğu gibi, geri dönüştürülmüş agregâ üretiminin yapıldığı tesisteki kırıcı/elek sistemlerinin, standartta belirtilen elek aralıklarına uygun üretim yaptığının gösterilmesidir.

Betonda kullanımla ilgili detaylar ise TS EN 206+A2 ve TS 13515 standartlarında yer almaktadır. Bu iki standartta yalnızca geri dönüştürülmüş iri agregânın kullanımına ilişkin tavsiyeler verilmiştir. İnce geri dönüştürülmüş agregâ kullanımına dair bir bilgi ise bulunmamaktadır. TS EN 206+A2 standardında yer alan Tablo E.2’de geri dönüştürülmüş agregânın, doğal normal ağırlık sınıfı agregâ ile yer değiştirilmesine ilişkin sınırlar verilirken; Tablo E.3’te geri dönüştürülmüş agregâ özellikleri için önerilen kategorilere yer verilmiştir. Tablo E.2’ye göre geri dönüştürülmüş agregâ bileşen sınıflandırmasına göre Tip A ve Tip B olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Kullanım oranı önerileri de agregâ tipine ve korozyona maruz kalma sınıfına bağlı olarak belirlenmiştir. Her iki tip için de doğal agregâ ile yer değiştirme oranı tavsiyesi %0-50 aralığındadır. Tip B agregâların kullanımı C30/37 dayanım sınıfından yüksek olan betonlarda önerilmemektedir. Bunlara ek olarak, üretime yeni başlayacak ve özel durumlarda kullanılacak geri dönüştürülmüş beton atığı içeren yeni karışımlarda gerçekleştirilecek başlangıç deneylerinde kuruma büzülmesi, sünme ve elastisite modüllerinin belirlenmesinin gerekli olduğu dikkate alınmalıdır [6,11].

Tablo 61. TS EN 206+A2, Tablo E.2- Agregâ türüne göre maksimum kaba agregâ değişim yüzdesi (% kütlece) [6]

Geri dönüştürülmüş agregâ türü	Maruziyet Sınıfı			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Diğer Tüm Maruziyet Sınıfları ^a
Tip A:	50%	30%	30%	0%
(R _c 90, R _{cu} 95, R _b 10-, R _a 1-, FL ₂ -, XR _{g1} -)				
Tip B ^b:	50%	20%	0%	0%
(R _c 50, R _{cu} 70, R _b 30-, R _a 5-, FL ₂ -, XR _{g2} -)				

^a Bilinen bir kaynaktan gelen Tip A geri dönüştürülmüş agregalar, orijinal betonun maksimum %30 değişim yüzdesiyle tasarlandığı maruziyet sınıflarında kullanılabilir.

^b Tip B geri dönüştürülmüş agregalar, basınç dayanımı sınıfı > C30/37 olan betonlarda kullanılmamalıdır.

Tablo 62. TS EN 206+A2, Tablo E.3- EN 12620'ye göre kaba geri dönüştürülmüş agregalar için öneriler [6]

Özellik ^a	EN 12620:2002+A1:2008 Maddesi	Tip	EN 12620'ya Göre Kategori
İnce madde içeriği	4.6	A+B	Kategori veya değeri bildirilmeli
Yassılık indeksi	4.4	A+B	$\leq FI_{50}$ veya $\leq SI_{55}$
Parçalanmaya karşı direnç	5.2	A+B	$\leq LA_{50}$ veya $\leq SZ_{32}$
Etüvde kurutulmuş tane yoğunluğu ρ_{rd}	5.5	A	$\geq 2100 \text{ kg/m}^3$
		B	$\geq 1700 \text{ kg/m}^3$
Su emme oranı	5.5	A+B	Değeri bildirilmeli
Bileşenler ^b	5.8	A	$R_{c90}, R_{cu95}, R_{b10-}, R_{a1-},$ FL_{2-}, XR_{g1-}
		B	$R_{c50}, R_{cu70}, R_{b30-}, R_{a5-},$ FL_{2-}, XR_{g2-}
Suda çözünebilen sülfat içeriği	6.3.3	A+B	$SS_{0,2}$
Asitte çözünebilen klorür iyonu içeriği	6.2	A+B	Değeri bildirilmeli
Priz başlangıcına etki	6.4.1	A+B	$\leq A_{40}$
^a NR kategorisi (gereksinim yok) bu tabloda belirtilmeyen ve EN 12620'ye göre bildirilebilecek diğer tüm özellikler için geçerlidir.			
^b Yüksek yüzey kalitesi gerektiren özel uygulamalar için FL bileşeni $FL_{0,2-}$ kategorisi ile sınırlandırılmalıdır.			

Tablo 63. TS EN 933-11, Çizelge 2- Geri dönüştürülmüş iri agregaların yüzmeyen bileşenleri [4]

Bileşen	Tanım
R_c	Beton, beton mamulleri, harç, beton duvar birimleri
R_u	Bağlanmamış agregata, doğal taş, hidrolik bağlı agregalar

R_b	Kil duvar birimleri (tuğla, kiremit, vb.), kalsiyum silikat duvar üniteleri, yüzmeyen gaz/gözenekli betonların toplam kütlesi
R_a	Bitümlü malzemeler
R_g	Camların toplam kütlesi
X	Diğer: Bağlayıcı (kil ve toprak gibi),
	Muhtelif: Metaller (demirli ve demirsiz), kereste(yüzmeyen), plastik ve lastik
	Alçı sıva

D. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON ATIĞININ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ İŞLERİ VE YOL YAPIMINDA KULLANILAN BAĞLAYICISIZ VE HİDROLİK BAĞLAYICILI MALZEMELERDE VE YOLLAR, HAVAALANLARI VE TRAFİĞE AÇIK DİĞER ALANLARDAKİ BİTÜMLÜ KARIŞIMLAR VE YÜZEY UYGULAMALARINDA AGREGA VE DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANIMI

GDBA'nın agrega olarak kullanımı "TS EN 13242+A1 İnşaat mühendisliği işleri ve yol yapımında kullanılan bağlayıcısız ve hidrolik bağlayıcılı malzemeler için agregalar" [12] ve "TS EN 13043 yollar, havaalanları ve trafiğe açık diğer alanlardaki bitümlü karışımlar ve yüzey uygulamalarında kullanılan agregalar" [13] standartlarında, beton ve beton agregası standartlarında da olduğu gibi geri kazanılmış agrega başlığı ve önceden yapılarda kullanılmış olan inorganik malzemelerin işleminden geçirilmesi sonucunda elde edilen agrega tanımıyla verilmiştir. TS EN 13242+A1 standardında geri dönüştürülmüş agrega kullanımı için, doğal agrega için istenen gereksinimlere ek olarak, beton agregası kullanımında da istenildiği gibi TS EN 933-11 standardına göre bileşen sınıflandırması analizi yapılması gerekmektedir [12]. TS EN 13043 standardında ise geri dönüştürülmüş agregalar için doğal agregalara göre herhangi bir ekstra analiz istenmemekle birlikte, kimyasal analizlerin kapsamlı şekilde yapılmasının gerekli olabileceği belirtilmiştir. Dolayısıyla bu standarda uygun kullanım alanlarında GDBA'nın agrega olarak kullanımı durumunda doğal agregaya uygulanan analiz ve belgelendirme süreçlerinden geçmesi yeterli olmaktadır. Ayrıca, dolgu malzemesi olarak kullanımda da doğal agrega ile aynı süreç geçerlidir [13].

E. REFERANSLAR

- [1] A. Çoruh, Ü. Doğal, A. Uygulama, A. Merkezi, D. Afetler, Ç. Dergisi, C. Buzkan, O. Erman, Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Sorunu ve Türkiye’deki Durumun Mevzuat Bakımından Değerlendirilmesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi 6 (2020) 76–89. <https://doi.org/10.21324/DACD.570141>.
- [2] Rashidul Islam, Tasnia Hassan Nazifa, Adhi Yuniarto, A.S.M. Shanawaz Uddin, Salmiati Salmiati, Shamsuddin Shahid, An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling, Waste Management, Volume 95, 2019, Pages 10-21, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.049>.
- [3] TS EN 197-6, Çimento - Bölüm 6: Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento, TSE (2023).
- [4] TS EN 933-11, Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 11: Geri kazanılmış iri agrega bileşenleri için sınıflandırma deneyleri, TSE (2010).
- [5] TS 706 EN 12620+A1, Beton agregaları, TSE (2010).
- [6] TS EN 206+A2, Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk, TSE (2021).
- [7] TS EN 13639, Kireçtaşı içinde toplam organik karbon tayini, TSE (2018).
- [8] TS EN 196-2, Çimento deney yöntemleri - Bölüm 2: Çimentonun kimyasal analizi, TSE (2013).
- [9] TS EN 933-9, Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 9: İnce tanelerin tayini - Metilen mavisi deneyi, TSE (2022).
- [10] TS EN 197-1, Çimento - Bölüm 1: Genel çimentolar - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri, TSE (2012).
- [11] TS 13515, TS EN 206’nın uygulanmasına yönelik tamamlayıcı standart, TSE(2021)
- [12] TS EN 13242+A1 İnşaat mühendisliği işleri ve yol yapımında kullanılan bağlayıcısız ve hidrolik bağlayıcılı malzemeler için agregalar, TSE(2009)
- [13] TS EN 13043 yollar, havaalanları ve trafiğe açık diğer alanlardaki bitümlü karışımlar ve yüzey uygulamalarında kullanılan agregalar, TSE(2004)



Doğ Akdeniz Kalkınma Ajansı

Organize Sanayi Bölgesi Şehit Ömer Halisdemir Cad No:1, 80100

Türkmen/Toprakkale/Osmaniye

Tel: 0 326 606 00 01

E-posta: bilgi@dogaka.gov.tr

www.dogaka.gov.tr

ISBN: 978-605-69726-8-3

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılamaz.