

DEMİR VE DEMİR DIŞI METAL DÖKÜM ENDÜSTRİSİ İÇİN ATIK YÖNETİMİ

Arife Kübra DEMİRBAŐ^{1*}, Sinem ÇEVİK²

^{1,2}Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

[*kubra.demirbas@omu.edu.tr](mailto:kubra.demirbas@omu.edu.tr)

Özet - Ülkemizde ve dünyada önemli derecede atık üretimi oluşmaktadır ve bunların çok az bir kısmı geri geri dönüőtürölmektedir. Özellikle ölkemizde bu atıkların geri dönüşüm miktarı %1 gibi çok az bir miktardır. Demir ve demir dışı oluşan bu atıkların çevreye verdiği zararları azaltmak ve ekonomiye katkı sağlamak amacıyla geri dönüőümün yapılması ve çeşitli alanlarda kullanımlarının artırılmasını geliőtirmek amaçlanmaktadır. Bu yayında yapılan çalışmalar ve atıkların kullanıldığı alanlarla ilgili bir derleme yapılmıőtır ve bunlarla ilgili daha önce yaptığımız çalışmalara yer verilmiőtir. Bu alanlarda yapılacak araştırma ve çalışmalarının önemini vurgulamak ve teőviđini sağlamak hedeflenmektedir.

Sanayi endüstrisinden oluşan demir ve demir dışı atık çeşitleri bu zamana kadar çimento-betonda, yol, çatı kaplamada, güröltü emici duvarlarda, atık su arıtmada, demir yolu balastında vb. alanlarda kullanılabilir. Oluşan atıklar ayrıőtırılarak, öğütölerek ve elenerek kullanılabilir. Özellikle demir döküm sanayi atıklarından demir tozları ayrıőtırılarak tekrar kullanılabilir. Daha önce yaptığımız çalışmalarda döküm sanayisinden döküm kumu ve tufal temin ettik ve bunları öğütüp daha sonra elyerek kullanıma hazır hale getirdik. Bu atıkları çimento karıőımlarına belirli oranlarda agrega ve çimento yerine katarak kullandık ve karıőımları kalıplara dökerek test numuneleri oluőturduk. Yaptığımız numunelerin basma mukavemetlerini inceledik. Bu derleme de hem demir hem de demir dışı atıkların kullanım alanlarını inceledik ve ne şekillerde geri kazanılabileceğini gösterdik.

Metal sektörenden oluşan demir ve demir dışı atıklar birçok alanda tekrar kullanılabilir. Bu sayede çevreye bırakılan atıklar azaltılmakta ve maddi kazanç sağlanmaktadır. Bizim yaptığımız çalışmalara göre döküm kumu ve tufal çimento-beton sektöründe rahatlıkla kullanılabilir. Elde ettiğimiz basma mukavemeti sonuçlarında referans numune ile katkılı numunelerin mukavemetleri birbirine benzer hatta katkılı numunelerinki daha fazla çıkmıştır. Sadece katılan atığın miktarı iyi ayarlanmalıdır. İncelediğimiz diğer çalışmalara ve kendi yaptıklarımıza göre bu atıklar başarılı bir şekilde geri dönüőtürülebilir ve farklı alanlarda kullanılabilir.

Keywords – demir atıkları, çimento harcı, demir dışı atık, geri dönüşüm

Abstract – In our country and in the world, waste production occurs at a considerable rate, and very few of them are recycled. Especially in our country, the recycling amount of these wastes is only 1%. It is aimed to improve recycling and increasing utilization in various fields in order to reduce the damage caused by iron and non-ferrous wastes to the environment and contribute to the economy. A review of the work done in this publication and the areas where the wastes are used has been compiled and the work we have done before has been included. It is aimed to emphasize and encourage the importance of researches and studies to be carried out in these fields.

Up to this time, the iron and non-ferrous waste types of the industrial industry are can be used in cement-concrete, road construction, roofing, noise absorbing walls, waste water treatment, railway ballast etc. The resulting wastes can be used by separating, grinding and sifting. It can be used again by separating the iron powders from iron casting industry wastes. We have provided casting sand and scale from the casting industry in the work we have done before, and we have grinded them and made them ready to use. We used these wastes to the cement mixes at certain ratios instead of aggregate and cement, and we poured the mixtures into molds to form test samples. We studied the compression strength of the samples we made. In this review we have examined the uses of iron and non-ferrous waste and showed how they can be recovered.

Iron and non-ferrous wastes from the metal sector can be reused in many areas. In this respect, waste left in the environment is reduced and financial gain is ensured. According to our works, casting sand and float can be used easily in the cement-concrete sector. In the compression strength results obtained, the strengths of the reference sample and the additive samples are similar to each other, and even those of the additive samples are higher. Only the amount of battle involved should be well adjusted. These wastes can be successfully recycled and used in different areas, according to other studies and we have done.

Keywords – iron waste, cement mortar, non-ferrous waste, recycling

I. GİRİŞ

Türkiye demir-çelik sektörü açısından geniş bir alana sahip olan bir ülkedir. Her yıl bu tesislerden kaynaklanan tonlarca döküm atıkları meydana gelmektedir. Demir, çelik ve demir dışı birçok atık ya depolanmakta ya da doğaya bırakılmaktadır. Oluşan atıkların %2 lik kadar kısmı ancak geri dönüştürülmektedir. Bazı atıklar tehlikesiz olabilmekteyken birçok atık zehirli kimyasallar ve ağır metaller içermektedir. Doğaya bırakılan bu atıklar çevreye büyük ölçülerde zarar vermektedir. Hem karada hem de suda oluşan çevre kirlilikleri her geçen yıl daha çok artmaktadır.

Çevre kirliliğiyle birlikte depolama alanlarında saklanan bu atıklar yer israfına ve ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bir süredir yurt içinde ve yurt dışında hem özel şirketler hem de devlet kurumları oluşan atıkları azaltmak, çeşitli alanlarda değerlendirmek ve ekonomiye kazandırmak amacıyla birçok çalışma yapmıştır ve yapmaya da devam etmektedir. Bu çalışmalar sonucunda atıkların kullanılabilmesi birçok alan keşfedilmiştir ve günümüzde kullanılmaktadırlar.

II. MALZEME VE METOT

A. Metal Döküm ve Çeşitleri

Metal Döküm; istenilen bir şekli elde etmek için, seçilen metal veya alaşımın eritilmesi ve istenilen şeklin kalıp boşluğuna dökülmesi ve katılaştırılması bekleme işlemi olarak tanımlanabilir. Metal alaşımları fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından farklılık göstermektedirler. Bunları farklı grupta inceleyebiliriz:

1) Demir döküm

- a) Lamel grafitli dökme demir
- b) Küresel grafitli dökme demir
- c) Temper dökme demir

2) Çelik döküm

- a) Karbon çelikleri ve az alaşımlı çelikler
- b) Yüksek alaşımlı çelikler (paslanmaz, ısıya dayanıklı)

3) Demir dışı döküm

- a) Alüminyum esaslı alaşımlar
- b) Bakır esaslı alaşımlar (pirinç ve bronz)
- c) Magnezyum esaslı alaşımlar
- d) Çinko esaslı alaşımlar
- e) Nikel esaslı alaşımlar
- f) Diğer alaşımlar (kurşun, kalay ve kobalt esaslı) [1]

Fiziksel ve kimyasal kompozisyonlara göre demir-çelik hurdaları şunlardır; değirmen hurdası, ağır ergitme hurdası, kaporta ve sac atıkları, cüruf artığı, yolluk, dolu kalıp, standart dışı malzeme, pik hurdası, çelik talaşı, imalat artığı ve yüksek alaşımlı hurda.

a) Değirmen hurdası: Hafif ve yumru şeklinde olup ağır hurdaların ocağa yerleştirilmesinde yastık görevi görür ve bu şekilde hurdaların refrakterleri korozyona uğratmaları engellenmiş olur. Kolay çabuk eridiği için ocakta sıvı banyonun erken oluşmasını sağlar.

b) Ağır Ergitme Hurdası: Travers, ray, gemi saçları gibi ağır ve etli hurdalara verilen isimdir. Bunlar temiz hurda sınıfında yer almaktadır. Cu, P, Sn, S miktarları prosesi zorlayacak kadar yüksek oluşmaz. Bu hurdalar fiziksel durumlarından dolayı şarj sepetlerine koyulurken oldukça dikkatli olunması gerekmektedir. Ağır olan bu hurdalar ocağa şarj edilirken ocak refrakterlerine zarar vermemesi sağlanmalıdır.

c) Kaporta ve Sac Atıkları: Cu, Sn, P ve S oranları çok düşük olan bu hurda çeşidi, özel dökümlerde gerektiği kadar, bazen de tamamen kullanılmaktadır.

d) Çelikhane Geri Dönüş Hurdası: Hurda kalıp, döküm artığı, yolluk, ocak cürufu içinden manyetik şekilde ayrıştırılan çelik, prova kepçeleri ve gelberilerdir.

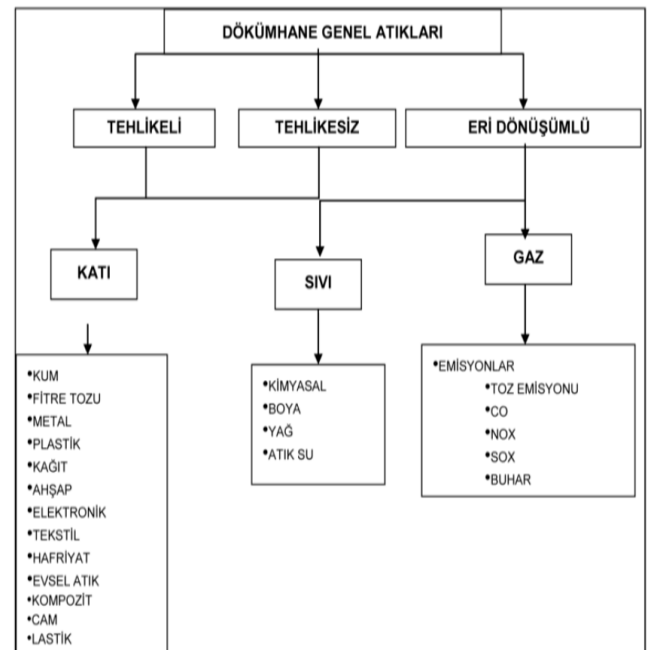
e) Haddehane Geri Dönüş Hurdası: Bu hurdalar baş, ayak ve krop kesimlerinden ve çatlak mamullerden oluşmaktadır. Bunların hurda rolünde HHGD kısmına ayrı olarak konulması gerekmektedir. Ayrıca bu hurdalar kimyasal kompozisyona göre ayırma tabii tutulmalıdır.

f) Pik Hurdası: Pik demir, cevherden elde edilen ilk ürün olduğu için Cu ve Sn açısından oldukça temizdir. İçerisinde C, Si ve Mn yüksek miktarda bulunmaktadır.

g) Çelik Talaşı: Çelik talaşı, talaş kaldırma işlemi yaparak ürün üreten işletmelerde oluşan artık malzemeleridir. Yanma kaybının fazla olması ve talaşın yağlı olması fazla kullanılmasını gerektirmektedir.

h) İmalat Artığı: Çelikten yapılan ürünler üreten firmaların üretiminden kaynaklanan firelerine imalat artığı denir. Cu ve Sn miktarı az olduğundan iyi hurda sınıfında değerlendirilir.

i) Yüksek Alaşımlı Hurda: Yüksek miktarda Cr, Ni ve Mo içeren hurdalardır. İçeriklerinden dolayı diğer hurda çeşitlerine göre daha pahalıdır. Bu hurda özel dökümlerde Cr, Ni ve Mo içeren ürünlerde kullanılır [5].



Şek. 1 . Dökümhanede oluşabilecek genel atıklar [1].

B. Demir Döküm Atıkları ve Kullanım Alanları

Bir ton döküm malzemesi üretiminde yaklaşık 0.6 ile 0.8 t arası atık oluşmaktadır. Bunların 0.4 den 0.6 ya kadarını kullanılmış kumlar oluşturmaktadır. Dökümhanede oluşabilecek genel atıklar Şekil 1.de gösterilmiştir. Demir dökümhanelerinde oluşan atıkları şu şekilde sıralayabiliriz; yüksek fırın cürüfları, ocak cürufu, ocak iç kaplamalar, döküm kumu, tufal , tehlikeli ve tehlikesiz demir atık içerikli ambalajlar, bağlayıcı madde atıkları, amin sülfat, kalıp kumu, kum geri kazanımı tozları ve çamurları, kumlama kumları, demir içerikli tozlar, penetrant toz ve sıvılar [1].

Demir dökümünden kaynaklanan bu atıkların geri kazanımları ve çeşitli uygulamalarda değerlendirilmesi adına yapılan birçok çalışmalar ve imkanlar mevcuttur. Yüksek Fırın Cürufu; yüksek fırınlarda demir cevherleri redüklenip ergitildikten sonra fırın içerisinde oluşan sıvı cürufun soğutulmasında kullanılan hız ve yöntem gibi faktörlere bağlı olarak farklı karakteristik özelliklere sahip cürüflar elde edilmektedir. İlk olarak normal atmosferik koşullarda, daha sonra su ile soğutulan cürüflar 'havada soğutulmuş yüksek fırın cürufu', su, basınçlı hava ve buharla soğutulanlar 'granüle yüksek fırın cürufu' olarak adlandırılmaktadır [2].

Avrupa Cüruf Birliği verilerine göre 2012 yılında Yüksek Fırın Cürufunun %60'ı çimento üretimi ya da beton ilavesi olarak kullanılırken %24'ü yol inşaatında agrega olarak kullanılarak yan ürün olarak kullanılmıştır. Almanya'da ise 2006 yılında YF Cürüflarının %72,2'si çimento ham maddesi olarak, %27,6'ü yol inşaatında, %0,2'si ise gübre olarak kullanılmıştır [3].

Hava Soğutmalı Yüksek Fırın Cürufu-ABS Agrega olarak; bitümlü ve hidrolik bağlayıcı karışımında (asfalt, beton, yol bağlayıcı vb.), bağlayıcısız karışımında, atık su arıtmada, demiryolu balastında, dolguda, çatı kaplamada, zemin stabilizasyonunda, İmalat olarak; taş yünü, cam (diğer bileşenlerle karıştırılarak) ve gübre yapımında kullanılmaktadır. Granüle Yüksek Fırın Cürufu (GBS/GGBS) agrega olarak; bitümlü ve hidrolik bağlayıcı karışımlarda (asfalt, beton, yol bağlayıcı vb.), bağlayıcısız karışımlarda, dolguda , kumlama, zemin stabilizasyonunda, İmalat olarak; çimento ve diğer hidrolik bağlayıcılar, beton (GGBS), gübre (GGBS), taş yünü ve cam (diğer bileşenlerle karıştırılarak) yapımında kullanılmaktadırlar [1].

Demir döküm atığı olan döküm kumu çimento harcında % 15 lik değerinde agrega yerine kullanılabilir. Aynı şekilde tufal çimento yerine %4 lük bir oranla katılıp çimento harcında kullanılabilir.



Şek. 2 Döküm kumu kullanılarak hazırlanmış çimento harcı numuneleri



Şek. 3 Tufal kullanılarak hazırlanmış çimento harcı numuneleri

Tablo 1. 2014 Yılı Çelikhane Cürufu ile Atık ve Geri Kazanım Miktarları*(ton) [4].

	Çelikhane Cürufu	Geri Kazanım
Kocaeli	874.327	380.210
Bursa	35.500	28.000
Tekirdağ	132.000	85.000
Çanakkale	459.343	408.814
İzmir	490.580	307.673
Zonguldak	449.848	188.521
Karabük	266.760	243.540
Hatay	1.131.695	230.540
Osmaniye	619.819	11.074
Samsun	150.206	0

C. Çelik Döküm Atıkları ve Kullanım Alanları

Bazik Oksijen Fırını Cürufu; oksijen üflenerek çelik üretimi sırasında empüritelerin yakılıp istenen kimyasal kaliteye getirilmesiyle, çelik üzerinde bazik oksijen cürufu birikmektedir . Bazik oksijen cürufunun kimyasal içeriği %50 civarında kalsiyum oksitten (CaO) oluşmaktadır [2].

Bazik oksijen fırın cürufu Agrega olarak; bitümlü ve hidrolik bağlayıcı karışımlarda (asfalt, beton, yol bağlayıcı vb.), yüksek kayma dirençli üst tabakalarda, bağlayıcısız karışımlarda (bağlayıcısız yüzey tabakaları ve aşınma tabakaları vb.), barajlarda (yol inşaatı ve gürültü koruma), atık su arıtmada, demiryolu balastında, dolguda, koruyucu anroşman taşı, istihkam duvarı ve gürültü emici duvarlarda, zemin stabilizasyonunda, İmalat olarak; çimento ve diğer hidrolik bağlayıcılar, taş yünü, cam (diğer bileşenlerle karıştırılarak) ve gübre yapımında kullanılmaktadır. Karbon Çelik Üretiminde kullanılan Elektrik Ark Fırın Cürufu (Çelik Cürufu-EAF C) Agrega olarak; bitümlü ve hidrolik bağlayıcı karışımlarda (asfalt, beton, yol bağlayıcı vb.), yüksek kayma dirençli üst tabakalarda , bağlayıcısız karışımlarda (bağlayıcısız yüzey tabakaları ve aşınma tabakaları vb.),

barajlarda (yol inşaatı ve gürültü koruma), atık su arıtmada, demiryolu balastında, dolguda, yüzey katmanları sızdırmazlıkta, koruyucu anroşman taşı, istihkam duvarı ve gürültü emici duvarlarda, zemin stabilizasyonunda, İmalat olarak; çimento ve diğer hidrolik bağlayıcılar, taş yünü, cam (diğer bileşenlerle karıştırılarak) yapımında kullanılmaktadırlar. Paslanmaz/Yüksek alaşımlı çelik üretiminde kullanılan Elektrik Ark Fırın Cürufu (Çelik Cürufu-EAF S) Agregası olarak; bitümlü ve hidrolik bağlayıcı karışımlarda (asfalt, beton, yol bağlayıcı vb.), bağlayıcı karışımlarda (bağlayıcı yüzey tabakaları ve aşınma tabakaları vb.), barajlarda (yol inşaatı ve gürültü koruma), dolguda, yüzey katmanları sızdırmazlıkta, yüksek kayma dirençli üst tabakalarda, çatı kaplamada, koruyucu anroşman taşı, istihkam duvarı ve gürültü emici duvarlarda, endüstriyel nötralizasyon ürünlerinde, zemin stabilizasyonunda, İmalat olarak; çimento ve diğer hidrolik bağlayıcılar, taş yünü, cam (diğer bileşenlerle karıştırılarak) yapımında kullanılmaktadırlar [4].

D. Demirdışı Dökümhane Atıkları

Demir dışındaki diğer metallerin döküm işlemlerinden oluşabilecek atıklar şu şekildedir; ocak cürufu, ocak iç kaplamaları (Metalürjik proseslerden kaynaklanan, tehlikeli maddeler içeren diğer astarlar ve refraktörler), tehlikeli atık içerikli demir ambalajlar, tehlikeli atık içermeyen demir ambalajlar, bağlayıcı madde atıkları, kalıp kumu, kum kalıbı kumu, kum geri kazanımı kumları ve çamurları, demir içermeyen diğer tozlar, çatlak kontrol işlemi sonucu atık olarak çıkan penetrant toz ve sıvılar.

Bu oluşan demir dışı atıklar tesis içinde yada tesis dışında şu şekillerde değerlendirilmektedir; Metalin mıknaş veya ayırıcı yardımı ile ayrılması ve geri kazanımı, yol yapımı, beton katkı malzemesi, kumlama malzemesi ve ergitme şirketlerinde, seramik sanayinde ek madde veya yapı malzemesi olarak kullanılır, kum kalıbı kumları (genellikle eski kumlarla birlikte) mekanik (kuru veya ıslak) ve/veya termik şirket içinde rejenere edilebilir, çimento ocaklarında, yapı malzemesi olarak, yol yapımında, depolama alanlarında, inşaat sektöründe kullanımı (Çimento, tuğla, briket), peletleme , briketleme, yüksek yüzdelik oranında demir dışı malzeme var ise , demir dışı ergitme tesislerinde yeniden değerlendirme gibi alanlarda atıklar geri kazanılmaktadır [4].

E. Diğer Atıklar

Bu sayılan atıkların yanı sıra dökümhanelerde daha birçok tehlikeli atık oluşmaktadır ama bu atıklar direk döküm prosedürü ile bağlantılı değildir. Örnekler:

1)Yan prosesler: Hava oluşumunda meydana gelen kompresör kondenzatları ve hidrolik yağlar

2)Ek prosesler: Soğuk kaygan yağları emülsiyonları ve metal bilemesinde oluşabilen öğütme çamurları ve boya çamurları

3)Ev malzemeleri: Flüoresan tüp lambaları, piller ve ısıtma ve kalorifer sistemleri atıkları [4].

III. SONUÇ VE TARTIŞMA

Demir-Çelik döküm üretiminden oluşan atıklar yol yapımında, inşaat malzemelerinde , radyasyon geçirmeyen duvarlarda, gübre yapımında, demiryolu balastında, dolguda

ve hidrolik bağlayıcılarda kullanılabilirler. Bizim daha önceki yaptığımız çalışmalardan ilki olan döküm kumunu standart agrega yerine %15 oranda kullanarak referans(standart çimento harcı) numunesinden daha fazla mukavemet elde ettik. Referans numunesinin mukavemeti 36,67 N/mm² iken %15 döküm kumu olan 37,9 N/mm² çıkmıştır. Diğer bir çalışma olarak tufal çimento yerine belirli yüzdelerde katılmıştır. %4 oranında katılan tufal katkılı çimento harcı numunesi 36,52 N/mm² dayanıma sahipken referans numunesi 35,37 N/mm² dayanıma sahiptir.

Yapılan başka bir çalışmada %16,85 ve %20,0 oranında açık havada soğutulmuş çelikhane cürufu kullanılarak, normal klinkerleşme sıcaklığının 100 °C altında klinkerleşme prosesi gerçekleştirilmiştir. Kimyasal, fiziksel ve mekanik test sonuçlarına göre Portland Çimento 32,5 (PÇ 32,5) çimento sınıfına uygun çimento elde edilmiştir. Çelikhane cürufunun, Portland Çimento'ya %20 oranında ikame ettirilmesiyle hazırlanan karışımlarda, 27 ve 28 gün basınç dayanımlarında Portland Çimento'ya en yakın dayanımı göstermiştir [4].

IV. SONUÇLAR

Bahsettiğimiz çalışmalar ve bilgilerden görüyoruz ki döküm sektöründen kaynaklanan atıklar standartlara uygun olacak şekilde farklı uygulama alanlarında kullanılabilirler. Bu şekilde geri dönüşüm yapılarak çevrede birikecek atıklar ve onların zararları azaltılacaktır. Maliyet olarak da yüksek olmasa da önemli derecede ekonomiye katkı sağlanacaktır.

REFERANSLAR

- [1] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 'Sektörel Atık Kılavuzları'10-2012.
- [2] Önkibar, G., "Entegre demir çelik tesisi tufalinden doğrudan redüklenme yöntemi ile ham demir üretimi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 20-120, 2006.
- [3] FEhS.. "Slag: A Sound Choice in Favour of Ecology". Institut für Baustoff Forschung. (2008)
- [4] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-Türkiye Çelik Üreticileri Derneği 'Demir-Çelik Cüruf Raporu', 11-2015
- [5] Malzemelerin Geri Dönüşümü Ders Notları, Prof.Dr. Kenan YILDIZ