Teknik yazı

# METAL HURDA MUAYENESİNİN FELSEFESİ VE ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Levent Cenk KUMRUOĞLU İskenderun Teknik Üniversitesi
Efe ARIYOL İskenderun Teknik Üniversitesi

## ÖZET

Bu çalışmada, Demir-Çelik ve Döküm fabrikalarının ana ve yan hammaddesi olan metal hurdaların ekspertizi ile ilgili teknik analiz ve kritik değerlendirmeler saha ve laboratuvar çalışmalarını kapsayacak şekilde irdelenmiştir. Saha çalışmaları İskenderun-Dörtyol Bölgesinde gerçekleştirilmiştir. İskenderun-Dörtyol bölgesi Türkiye'nin demir çelik üretimi bakımından en önemli bölgesidir, dolayısıyla bölgeye gelen kargolar (kuru yükler) arasında metal hurda başı çekmektedir. Bölgede bulunan Yüksek Fırın ve elektrikli ark ocakları ile çelik üreten firma sayısı hesaba katılırsa bölgedeki hurda metal trafiğinin yoğunluğu uluslararası düzeyde dahi bilinmektedir. Nihai çelik kalitesi ve üretim kapasitesi, hurda kalitesi ve ekspertizliği ile doğrudan ilgili olup, hurda malzemelerinin kompozisyon kalitesinden, ölçüsel uygunluğa, ekonomik değerinden atık yönetimine kadar birçok kritik nokta içermektedir. Burada devreye hurda ekspertizliği girmektedir. Bu çalışmada gemi ve tır ile taşınan metal hurdanın, ön etüdü, tahliyesi, uygunluğu, standart dışı kaliteler gibi ekspertiz kriterleri saha uygulaması şeklinde gerçekleştirilmiş ve raporlama teknikleri belirtilmiştir. Hurda yığınları arasından sistematik bir şekilde alınan toprak incelenmiş ve bu toprağın içeriğine bakılarak aslında toprağın tamamının empürite olmadığı yapılan fiziksel ve kimyasal incelemeler sonucunda ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler; Metal hurda, gözetim, kirlilik, toprak, görsel karar verme, radyoaktivite, radyoaktif hurda

## 1. GİRİŞ

Hurda belki bir mobilya için demode olmuş, kullanım yeri kalmamış malzemelere verilen genel ad olarak tanımlansa da söz konusu metal olunca, hurda kelimesi son derece önem arz etmektedir. Genel olarak ekonomik anlamda stratejik sektörlerden biri olan demir çelik endüstrisi, tarihsel süreç içerisinde Türkiye'de önemli gelişmeler kaydetmiştir [1]. 2012 yılında ihtiyaç duyulan hurdanın 10 milyon tonu yurtiçinden, 22,4 milyon tonu yurt dışından karşılanmıştır [2]. 2019 yılında sıvı çelik üretimini 33,7 milyon ton olarak gerçekleştiren ve %71.8 seviyesinde Kapasite Kullanım Oranına ulaşan çelik sektörü Almanya'dan sonra Avrupa'nın en büyük çelik üreticisi konumundadır [3]. Ülkemizde üretilen sıvı çeliğin büyük bir kısmı hurdadan üretim yapan Elektrik Ark Ocaklı (EAF) tesislerde ve cevherden üretim yapan Yüksek Fırınlı Bazik Oksijen Fırınlı (BOF) entegre demir çelik tesislerinde gerçekleştirilmektedir. 2019 yılı itibariyle, demir cevherinden üretim yapan 3 adet BOF tesisi ile hurdadan üretim yapan 32 adet İO ve EAO tesisi bulunmaktadır. Ülkemizde demir çelik sektörü üretim kapasitesi 2019 yılı için EAO'lu tesislerde 37,1milyon ton, BOF'lu tesislerde ise 12,4 milyon ton olmak üzere toplamda 49,5 milyon tondur. İO ve EAO tesislerinde 1000 kg çelik için 1150 kg çelik hurda kullanılmaktadır. Yani üretilen sıvı çeliğin en önemli hammaddesi çelik hurdadır [3]. Bu durumda hurda muayenesi demir çelik sektörü için her zamankinden daha önemli bir hal almıştır. Entegre demir ve çelik üretim tesisleri, elektrikli ark ocakları en yaygın ve tonajlı hurda metal kullanıcıları arasındadır. Ancak, literatürde hurda muayenesi, kabul kriterleri, nihai kaliteye etkisi, ekonomisi ile ilgili yönlendirici ve pratik bilgilere pek rastlanmamıştır. Nitekim hurda kullanımı demir çelik üretimine doğrudan bağlı bir parametredir dolayısıyla bu çalışmada metal hurda muayenesinin püf noktaları ortaya konulacaktır. Hurdanın yüklenmesinden tahliyesine ve çelikhanelerde kullanımına kadar olan kısımlarda edinilen bilgi ve tecrübeler bu çalışmada derlenmiştir. Uluslararası hurda ticaretinde genellikle ihracatçı ülkelerin hurda standardı ve kalite sınıflandırılması kullanılmaktadır. Bunlar ISRI standart (Institute of Scrap Recycling Industries) ve GOST hurda standartları (Gosudarstvennyy Standart)'dır. ISRI hurda standardına göre[4]:

- HMS (Heavy Melting Steel/Scrap); ray, gemi sacları gibi ağır ve et kalınlığı yüksek olan hurdalara verilen isimdir. Bu tarz hurdalar temiz hurda kategorisinde yer almaktadır.
- HMS 1: ISRI 200, 201 ve 202 nolu kodlarından birinin veya daha fazlasının özelliklerine sahip hurdalara HMS 1 denilmektedir.
- HMS 2 ISRI 203, 204, 205 ve 206 nolu kodlarından birinin veya daha fazlasının özelliklerine sahip hurdalara HMS 2 denilmektedir.
- Paket Hurda (Bundle Scrap): Değirmen bilyaları, mille sarılı paketler, filtre artıkları gibi malzemelerden elde edilen ve ISRI kodlarından 208, 209, 214, 217 ve 218 nolu tanımlara uygun özelliklere sahip olan hurdalardan oluşmaktadır.
- Kırpıntı Hurda (Busheling Scrap): Herhangi bir boyutu 12 inc'i aşmayan temiz çelik hurdası, imalat artığı, sac kırpıntısı, press artığı içerebilir 207 ve 207A ISRI kodlarına uygun hurdalardır.
- Değirmen hurda (Shredded Scrap): Otomobillerden türetilmiş ve manyetik ayırmaya tabi tutulmuş homojen demir ve çelik hurdası ile hazırlanmamış HMS 1 ve HMS 2 olan çeliklerin çeşitli balya ve sac hurdalarından elde edilir. 210, 211, 212 ve 213 ISRI kodlarını içeren hurda grubudur.

- Bonus Hurda: ISRI demir yolu hurdası ile ISRI kodu 229, 230, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 249 kodlarını içeren hurda grubudur.

GOST standartlarındaki GOST 2787-75 sınıflaması ikincil demir çelik hurdasını kapsamaktadır. HMS 1 (ISRI Kod No: 200, 201, 202) olarak belirtilir. Ancak ISRI standartlarına göre GOST standartlarında hurdalar karbon miktarına ve ihtiva ettikleri alaşım elementlerine göre sınıflandırılırlar. Karbon miktarına göre çelik hurda ve döküntüler, demir hurda ve döküntüler şeklinde ayrılırlar. İhtiva ettikleri alaşım elementlerine göre ise karbon içerenler ve alaşımlı olanlar şeklinde ayrılırlar[4].

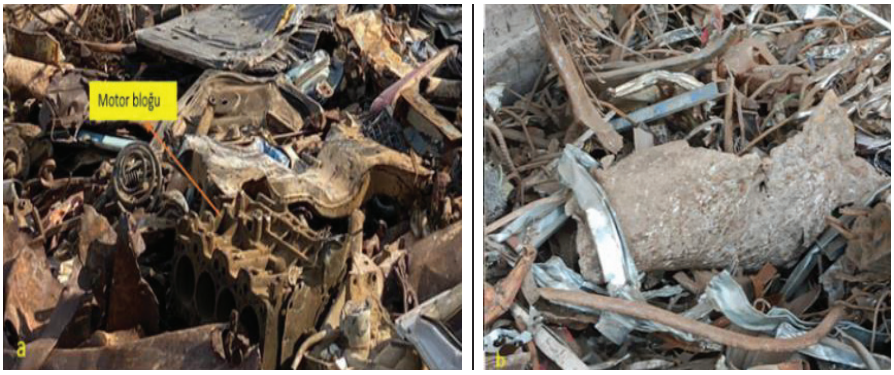
- Çelik Hurdası ve Döküntüleri: Etli döküm hurdasıdır. Tel %1 geçmeyecek, 1A, 1B, 2A, 2B,3A ve 3B GOST hurda standartlarını kapsar.
- Şarj Edilebilir İngot: 4A,4B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- İri Çelik Hurda ve Döküntüleri: 5A,5B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Aşırı (Ölçü Dışı) Çelik Hurda ve Döküntüleri:6A,6B GOST standartlarını içeren hurda grubudur. Sac, beyaz eşya, tel, yapı malzemeleri, borular. Kirlilik %2'yi geçmeyecek.
- Biriketlenmiş Çelik Talaşı: 7A,7B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Paket: 8A, 8B, 9A, 9B, 10A,11A, GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Çelik Halat, Tel ve Talaş: 12A,12B, 13A,14A,14B, GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Helezon (Bukleli) Talaş: 15A,15B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Demir Döküm Hurdası: 16A, 16B (Demir Döküm Parçaları), 17A (Kokil Kalıp ve Altlığı Hurdalar) GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Büyük Demir Döküm Hurdası: 18A, 18B (Demir Döküm Parçaları) GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Aşırı Büyük Demir Hurdası:19 A (Kokil Kalıp ve Altlığı Hurdalar) GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Biriketlenmiş Demir (Pik) Talaşı: 20 A, 21 A, 21B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Yüksek Fırın İlaveleri: 22A, 22B, 23A, 23B GOST standartlarını içeren hurda grubudur.
- Tufal, Kaynak Cürufu: 24A, 25A GOST standartlarını içeren hurda grubudur[4].

## 2. MALZEME VE METOD

Bu makalede yukarıda uluslararası standartları verilen metal hurda ayırma ve tasnif grupları göz önüne alınarak, İskenderun (Hatay) limanlarına[5] gelen metal hurda taşıyan gemilerin hurda tasnif ve kaliteleri belirlenmiştir. Her bir gemi ambarında farklı kalitelerde hurda bulunduğu gibi karışık olarak yüklenmiş hurdalarında varlığı tespit edilmiştir. Tespit işlemleri standartlar ve hurda eksperlerinin uzun yıllar gemi ambarlarında gerçekleştirdiği uygulamalar neticesinde elde edilen tecrübe kriterleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

### 2.1. Hurda malzeme türlerine göre yapılan ekspertiz

Off-Grade Malzemeler: Metalürjik atıklar (cüruf, skal, tufal), dökme demir (cast iron), beton, pik demir gibi malzemeleri içeren hurdalara verilen genel addır.




**Şekil 1.a)** Motor bloğu (Motor block), b) Çelikhane skalı (Steelworks skal)

Şekil 1.a) ve b)'de gösterilen malzemeler dikkate alındığında, motor bloğunun dökme demir olması ve içerisindeki alaşım elementlerinden dolayı off-grade hurda olarak anılır. Skal ise yine aynı şekilde off-grade malzemedir, metalürjik atıktır ve içerisindeki katışıklar dolayısıyla üretimlerde istenmez. Özellikle derin çekme amaçlı kullanılacak çeliklerde alaşım elementi olarak hurdadan gelen bakır yırtılmaya sebep vermektedir.

**Yasaklı malzemeler;** demir çelik ile ilgisi olmayan ve hurda içine karışmış askeri mühimmatlar, kapalı tüpler, radyasyonlu malzemeler, radyatörler, zehirleyici-yanıcı-patlayıcı malzemeler yasaklı malzemeler olarak kabul edilirler.

**Şekil 2.** a) Basınçlı kaplar (Tüpler) (Pressure vessels (Tubes), b) Askeri mühimmat (Military ammunition)

Şekil 2. a'da görülen tüm kapalı kaplar, özellikle tüpler çelikhaneler ve elektrikli ark ocakları için yüksek risk teşkil etmektedir. Mevcut basınç ve fırın koşulları bir araya geldiğinde olası bir patlama an meselesi olmaktadır.

Bu yüzden bu tarz malzemeler titizlik ile tespit edilmeli ve bir yığın alanında düzenli bir şekilde istiflenmelidir. Askeri mühimmatlarda aynı şekilde üretimde düzensizliklere yol açabilmektedir ve bu durum hem fırının ömrünü hem de kullanılan refrakter malzemenin zarar görmesine yol açmaktadır.

Hurdaların incelenmesinde iki kavram göz önüne alınmaktadır, bu kavram kalite bazında bir değerlendirme içermekte olup, piyasa terimi olarak iyi hurda ve kötü hurda şeklinde ifade edilmektedir. İyi hurda; talaşlı imalat ile işlenmiş, malzemenin yüzeyi kirlilik bakımından uygun, off-grade malzemenin bulunmadığı, parça ve ebatlarının uygun olduğu hurdalardır. Kötü hurdalar ise içerisinde işlenmemiş, kirlilik bakımından yüksek, parça boyutlarının hurda şarjına uygun olmayan malzemelerdir. Hurdaların işlenmiş ya da işlenmemiş olması da önemli birer etkendir. Malzeme her ne kadar et kalınlığı yüksek ve ağır olursa olsun işlenmemiş malzemeler fabrikalar tarafından istenmez. İşlenmemiş hurda ilaveten temizleme işlemi dolayısıyla ek maliyet gerektirecektir. Bu tarz hurdalar, hurdanın gemiye yüklenmesi esnasında tespit edilmeli ve gerekli müdahale yerinde yapılmalıdır.

**Şekil 3.a)** Kesimi yapılmamış uzun borular (Long uncut pipes), b) Demonte olmamış tank malzemesi (Unassembled tank material)

Şekil 3.a)'da ki uzun borulara bakıldığında açıkça anlaşılıyor ki bu borular öncelikle kesilmeli, uygun ebatlara getirilmelidir. Bu şekilde kullanılamadığı gibi aynı zamanda istif sahalarında büyük yerler işgal etmektedir. Şekil 3.b)'deki kapalı tank hurdası ise yine boyutları nedeni ile hurda şarjına uygun değildir, demontaj işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Hem ark fırınlarında hem de yüksek fırın çelikhanelerinde bu tarz malzemelere yer yoktur. Hiçbir işletme, hurda fabrika içinden demontaj olmadığı sürece bu tarz hurdaları kesme, ebatlandırma, paketleme gibi ekstra maliyet getirecek işlemler yükü altına girmeyi tercih etmez.

İşlenmemiş hurdaların aksine işlenmiş hurdalar direkt olarak şarja uygundur ve ekstra bir efor, kaynak sarf edilmesi gerekmez. İşlenmiş hurdalar kontrol edilirken her ne kadar işlenmiş olunduğu bilinse de uzunlukları kontrol edilmelidir.

Bazen hurdalar arasına diğer hurdalardan farklı olarak işlenmemiş malzemeler karışabilir. Tespitler yerinde yapılırsa herhangi bir sorun oluşturmayacaktır.

**Şekil 4.** a) Makas makinesi ile kesilmiş etli sac (Thick sheet cut by scissors machine), b) Oksijen ile kesilmiş şarja uygun bonus malzeme (Bonus material suitable for oxygen cut charging)

Şekil 4.a ve b incelendiğinde gerekli kesim yöntemleri ile kesilmiş hurda kesitleri görünmektedir. Hurdalar uygun ebatlarda kesildiği için direkt olarak şarj ekosistemine katılabilir. Bir diğer önemli husus ise kirlilik konusudur. Kirlilik (Empürite) aslında hurda içerisinde istenmeyen malzemelere verilen genel bir ad olarak da düşünülebilir ancak off-grade veya yasaklı malzemeler ile karıştırılmamalıdır. Toprak, kum (genelde çöl kumu), plastik malzemeler, yalıtım malzemeleri gibi hurdalar kirlilik kategorisi altında değerlendirilir.

**Şekil 5.** Hurdalar arasında tespit edilen toprak (Soil detected among scraps)

Şekil 5. incelendiğinde hurdalar arasında yüksek miktarda toprak tespit edilmiştir ve gerekli araçlar ile kaydedilmiştir ancak bir husus göze çarpmaktadır. Resim etraflıca incelendiğinde hurdalar arasındaki toprağın tamamının topraktan ibaret olmadığı görülmektedir. Kirlilik değerlendirmesi yaparken hata yapmamak için bu tarz konulara dikkat edilmesi gerekmektedir. Kullanıcı satın aldığı hurdayı her zaman direkt şarja uygun şekilde bekler fakat bu durum her zaman istenildiği gibi cereyan etmeyebilir. İşte bu durumlardan bir tanesi Şekil 6.'daki gibi oversize malzemelerdir. Bu tarz hurdalar uzunluk bakımından standart dışı olarak kabul edilir. Tespiti genelde yükleme sırasında yapılmalı ve müdahale edilmelidir ancak eğer yüklemede bulunan bir yetkili yok ise tahliye sırasında gereken tespitler yapılır ve çekilen fotoğraflar kaydedilir. Oversize malzemeler işletmeler için boyutları nedeni ile sıkıntı yaratır. Şarj edilmesi zordur ve sıvı metal dengesini bozabilecek etkilere neden olabilir.

**Şekil 6.** Uzunluğu standartların üzerinde olan over-size hurda (Over-size scrap that is longer than the standard)

## 3. METAL HURDA MUAYENESİ NEDİR?

Hurda muayenesi deniz veya kara yolu ile gelen metal hurdayı daha önceden belirlenen prosedürlere göre kontrol etmektir. Peki prosedürler neye göre belirlenmektedir?

1. Uluslararası hurda standartları

2. Yerel işletmelerin kendi belirledikleri hurda standartları

Uluslararası standartlardan zaten bahsetmiştik peki yerel işletmelerin kendi belirledikleri hurda standartları neler olabilir?

**Tablo 1.** İsdemir'e ait 02.04.2021 tarihinden itibaren geçerli hurda kalite ve fiyatları [6] (Scrap quality and prices of İsdemir company valid from 02.04.2021)

| Kaliteler | Eski Fiyat (TL/t) | Yeni Fiyat (TL/t) |
|---|---|---|
| DKP | 3395 | 3485 |
| Ekstra | 3390 | 3480 |
| Bonus | 3310 | 3400 |
| Makas | 3190 | 3280 |
| 1. Grup | 2970 | 3060 |
| 2. Grup | 1000 | 1000 |

Tablo 1.'de bahsi geçen kaliteler İskenderun Demir ve Çelik fabrikasına bağlı hurda alım müdürlüğünce kararlaştırılmış kalitelerdir ve yurt içinden gelen hurdaları kapsamaktadır. DKP kalitesi ISRI standartlardaki busheling, ekstra kalitesi yine aynı şekilde busheling gibi düşünülebilir ancak boyutları DKP hurdasından farklıdır. Bonus hurda ISRI standartlarında olduğu gibi, makas hurdası ise HMS 2'deki 203, 204, 205, 206 ISRI kodlu malzemelere denk gelen makas makinesinde kesilen hurdalar için kullanılan kaliteye denir. Birinci grup malzemeler uluslararası standartlardaki oversize mantığı ile aynıdır ikinci grup malzemeler ise hurda niteliği taşımayan boyalı evsel atık malzemeleri gibi hurdalar için kullanılmaktadır.

Metal hurdalar kontrol edilirken kontrol eden kişi mutlaka yanında bir not defteri, fotoğraf makinesi ya da telefon, kumpas, mıknatıs ve tabi ki iş sağlığı güvenliği için kıyafetlerini yanında bulundurmalıdır. Ayrıca radyasyonlu hurdalar kontrol edilecek ise uygun kurşun elbise giyilmeli ve mesafeli bir şekilde gerekli ölçüm yapılmalıdır. Gözlem ve kontrol visual olarak yapıldığı için not almak bu işte çok önemli bir yere sahiptir.

**Şekil 7.** Tahliyesi henüz başlamamış metal hurda yük gemisi ambarının görünümü
(View of the metal scrap cargo ship's hold, the evacuation of which has not started yet)

Şekil 7. incelendiğinde henüz tahliyesi başlamamış olan hurdanın en üstten görünümü dikkat çekmektedir ve ilk tespitler burada geminin başında yapılmaktadır. Dolayısıyla burada en üstteki malzemeler HMS olarak tanımlanır daha sonrasında kendi içerisinde HMS 1-2 şeklinde ayrılır ve ambar numarası kaç ise ona göre not edilir. Tabi ki geminin belirli bir kargo planı vardır bu belge gemi kaptanından draft survey esnasında ya da draft survey yapan başka bir personel ise o kişiden de alınabilir. Ancak her zaman hurdayı bizzat görmek, kontrolünü, gözlemini yapmak gerekir. Çünkü hurda ile ilgili kalite tanımlaması yaparken birinci gözün kararı her zaman primer karar olarak kabul edilir. Ambar kapakları ilk açıldığında gerekli fotoğraflamalar yapılır ve kaydedilir. Fotoğraflama yapılırken ister fotoğraf makinesi ister telefon olsun bazı şartlar yerine getirildiğinde çok daha sağlıklı fotoğraflar elde edilmektedir. Ambarın ilk olarak geniş bir görüntüsü alınır ama bu işlemden önce şekil 8.'deki gibi karışıklık olmaması açısından ambar numarası ya da yük kara yolu ile geliyor ise plaka numarası mutlaka belirtilmelidir. Eğer ambar numarası alınamıyor ya da yazmıyor ise Şekil 8. b'deki gibi parmak gösterimi ile önden numara belirten bir resim çekilir.

**Şekil 8. a)** Ambar numarası (Hold number) b) Ambar numarası yazmıyor ya da alınamıyor ise el işareti ile çekilen tanımlama resmi (If the warehouse number is not written or cannot be obtained, the identification picture taken with a hand sign)

Daha sonra ilk çekilen geniş görüntü birden fazla parçaya bölünerek saat yönüne veya tersine daha ayrıntılı şekilde bölgeye büyültme uygulanarak çekilir. Hurdalar arasında betimlenmek istenen kısımlar var ise o bölgeye odaklanarak ekstra resimler alınır, bu işlemler yapılırken resim odaklanmalarına, ışığa dikkat edilir. Resimler çekilirken fotoğraf ve videoların saatini tarihini belirten uygulamalar kullanılabilir ya da direkt olarak not defterine kaydedilir.

Bütün ambarların başında Şekil 9.'daki gibi belirli bir süre beklenilip kalite parametrelerinin oluşması için gözlem yapılır. Şayet gece gözlem yapılması gerekiyor ise el feneri temin edinilebilir ya da gemi aydınlatması var ise o kısmın aydınlatılması için gemi kaptanı veya ikinci kaptan ile görüşülebilir. Gerekli datalar toplandıktan ve gemiden ayrıldıktan

sonra belirli bir tonaj aktarımından itibaren gemiye tekrar gelinir ve aynı işlemler tekrar edilir. Ekstrem bir durum olmadığı sürece bu rutin devam eder. Tahliye sırasında ortaya çıkabilecek toz bulutlarına karşın toz maskesi kullanılması gerekmektedir ayrıca bu toz ortamı fotoğraf çekilmesini engelliyor ise tahliyeyi gerçekleştiren iş makinesi operatörü gerekli uzuv işaretleri ile uyarılarak durdurulur ve toz ortamı geçtikten hemen sonra fotoğraf çekimi yapılır ve tahliyenin devam etmesi sağlanır.

**Şekil 9.** Ambar kapaklarının açılması sonrası visual tespitlerin yapılma anı
(The moment when visual detections are made after hatch covers are opened)

Tespit edilen oversize, off-grade, overweight ve tehlikeli hurda sınıfına giren malzemeler ayrı olarak da fotoğraflanır ve kaydedilir. Daha sonrasında olası bir itiraz ile karşı karşıya gelinmesi durumunda bu fotoğraflar kanıt niteliği taşıyacaktır bu yüzden çok önemlidir. Hurdalar kafada kategorize edilirken ambar bazlı değerlendirme yapılırsa çok daha sağlıklı olacaktır. Çünkü ambarlarda farklı malzemeler olabilir veya aynı malzeme farklı ambarlarda farklı değerlere sahip olabilir (kirlilik, off-grade vb.). Böylece olası bir karışıklığın önüne geçilmiş olunur. Hurdalara kalite değeri verirken genelde yüzdelik ifadeler kullanılır. Örneğin iki ambarlı bir gemide sadece bonus kalite hurda olsun, bu değerlendirilirken %100 bonus ifadesini kullanılır. Bütün ambar aynı malzemeden olduğu için başka bir kıstasa gerek yoktur fakat bonus malzemenin yanında HMS kalitesinde malzemelerde olsaydı o zaman bonus malzemeyi kendi içinde ayrı HMS'si ayrı değerlendirmek gerekmektedir. Bonus kendi içinde yine %100 bonus fakat HMS kendi içinde de gruplara ayrıldığı için orada ayrı bir değerlendirme daha yapılması gerekmektedir. Kirlilik değerleri bazı kaliteler haricinde yine ambar bazlı olarak değerlendirmeye alınır ve gerekli fotoğraflamaları yapılır.

Hurda muayenesi gerçekleştirilirken her zaman objektif olmak gerekmektedir. Şirket veya kişi çıkarı gözetmeksizin muayene yapılmalıdır. Malzeme kontrol edilirken görüş alınabilir, kritik yapılabilir. Görsel hafızaya çoğu kez başvurmak en pratik argüman olacaktır. Görsel hafızada standartlaştırılan bazı görüntüler ileriki hurda kalite değerleme işlemlerinde eksperi ekstra hızlandıracak ve muayenenin daha hızlı bir şekilde seyir etmesine vesile olacaktır.

## 4. KRİTİK BİLGİLER

Her işte olduğu gibi hurda muayenesinde de çeşitli kısa yollar bulunmaktadır. Bu bölümde sunulan püf noktalar kendi tecrübelerimden yola çıkarak derlediğim bilgilerden oluşmaktadır. Örneğin Çelik üretiminde, dökme demir neden tercih edilmiyor? Ya da yüksek krom, nikel, mangan içeriği olan alaşımlı malzemeler neden istenmiyor? Hurdanın tedarik, tahliye, kullanım aşamalarında metalürjik süreçlerin bilinmesi hurda muayenesinde bakış açısını da değiştirecektir. Ayrıca ithal hurda ve yerli hurda içinde farklı pratiklerin kullanılması faydalı olmaktadır. Aşağıda bir takım saha tecrübeleri sıralanmaktadır. Örneğin; Kalorifer petekleri en çok karıştırılan konular arasındadır. Bu petekler; dökme demir, alüminyum döküm, sac panelden yapılan petekler olmak üzere kendi içlerinde ayrılırlar. Öncelikle görsel olarak benzerlik gösterse de muhteviyat olarak hangi hurda ile karşı karşıya olduğumuzu tespit etmeliyiz.

**Şekil 10.** Dökme demir ve sac panel kalorifer peteklerinin hurda yığınında ayrı ayrı tespiti
(Detection of cast iron and sheet panel radiators separately in the scrap heap)

Şekil 12. İncelendiğinde dökme demir olan kalorifer peteği hem şekli hem de et kalınlığı ile tespit edilebiliyor ve alüminyumdan üretilen kalorifer peteğinden ayrılabilmektedir. İlk görüşte iki malzemede döküm zannedilebilir bu tarz malzemelere dikkat edilmelidir. Ayrıca eğer yığına yakından bakılıyor ise kırılma yüzeylerinden de malzeme evsafı birbirinden ayrılabilir. Dökme demirlerin genel olarak kırılgan olmaları gevrek kırılma izlerinin tespiti ile ayırt edilebilmektedir [7]. Bu yüzden yüzeylere bakarak gevrek kırılan malzemeler ile sünek kırılan malzemeler birbirinden hızlı bir şekilde ayırt edilebilir.

Bir başka konu ise hurda sektöründe en çok kullanılan malzemelerden olan nervürlü inşaat demirleri ile alakalıdır ve genel olarak yurt içi hurdalarında tespit edilmiş bir konudur. İnşaat demiri imalat artığımı yoksa kullanılmış bir malzeme mi olduğunu anlamak bazen güç olabilmektedir. Burada kullanılan yöntem tam olarak eksperin göz ile muayenesi ile tespit edilmektedir.

**Şekil 11.** Demonte edilmiş ve imalat firesi inşaat demirlerinin karışık görüntüsü
(Mixed view of disassembled and manufacturing waste rebar)

Şekil 11. incelendiğinde hurda yığını içerisinde hem demonte edilmiş hem de imalat firesi inşaat demirleri bir arada görülmektedir. Burada ki ayırım hem renk hem de şekil açısından yapılmalıdır. Nervürsüz inşaat demirleri yüzeyinde atmosferik korozyon görüntüleri ve şekilsel olarak betondan sökülme esnasındaki işlemlerden dolayı plastik

deformasyon izleri görülmektedir. Ancak nervürlü inşaat çubuklarına bakıldığında hem şekil olarak daha muntazam hem de üzerlerinde herhangi bir beton izine rastlanmamıştır bu da bu çubukların kullanılmamış proses artığı malzemeler olduğu sonucuna ulaşmamızı sağlamıştır. İmalat firesi inşaat demirlerinin EAO ve BOF'ta kullanımında daha verimli olacağı ve daha kısa sürelerde ergitileceği aşikardır.

Dikkat edilmesi gereken gözlemlerden bir diğeri de bakır tellerin, çelik özlü bakır kaplamalı kaynak telleri ile karıştırılması durumudur. Birçok kez yapılan gözlemlerde mühendislerin ve hurda hazırlama çalışanlarının bu ayırımı yapmakta zorlandığı tespit edilmiştir. Ancak malzeme ve kaynak bilgisi olan kişiler ya da kalifiye elemanlar bu ayırımı daha rahat bir şekilde yapabilmektedir. Bakır teller, elektrik motorlarından, sarım bobinlerinden, elektrik panolarından ve elektrik tellerinden gelebilmektedir. Bakır teller maliyet olarak değerlidir dolayısıyla hurdacılar bu malzemeleri kolay kolay müşterilerine göndermemektedir. Esas olarak bakırlı hurdaların elleçleme işleminde ayrılarak bakır kategorisindeki hurda olarak ayrılması milli ekonomi açısından çok faydalı olacaktır öte yandan çelik üretiminde bakır bir empürite element olup çeliğin çekme mukavemetini, darbe dayanımının ve sertliğini düşürmektedir. Örneğin %0.12 bakır içeren çeliğin çekme dayanımı 650 MPA denirken %0,4 bakır içeren çeliğin çekme dayanımı 300 MPA değerlerine düşmektedir. Bu davranış, mikro yapıdaki atomlar arası kohezif uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır[8]. Özetle hurda muayenesinde tespit edilemeyen bakır nihai çelik üretim sürecinde ciddi seviyede sorunlar oluşturmakta bu durum nihai ürüne ve sonrası termo- mekanik işlemlere de sirayet etmektedir.

**Şekil 12.** Hurdalar arasından bakırlı malzeme olduğu sanılarak çıkarılan kaynak teli
(Welding wire extracted from scraps, thought to be copper material)

Şekil 12.'de hurda yığını arasından çıkarılan kaynak teli görülmektedir. Bu kaynak teli yanlış bir tespit ile hurda yığınından ayrılmıştır. Bakırlı bir malzeme olmadığı anlaşıldığında geri havuza dahil edilmiştir. Tespitlerin yerinde ve bilgi dahilinde yapılması her zaman işleri hızlandıracak ve bir o kadar da sağlıklı yürümesini sağlayacaktır.

Hurda muayenesinde bir diğer önemli konuda şüphesiz kapalı kutular ve içeriği bilinmeyen paket hurdalardır. Öyle ki bu şekilde gelen hurdalar çelik tesisleri tarafından istenmez çünkü paketlenmiş yapı veya kutu içerisinde bulunan çeşitli malzemelerin içeriği bilinmemektedir. Bu tarz hurdalar genelde yurt içinden karayolu ile gelen hurdaların kontrolü sırasında tespit edilmektedir. Burada ki temel amaç her zaman kötü niyet olmasa da imalat sanayi artıklarının ve hurdalarının bilinçsiz olarak kutulara (kovalara) ve paketlere depolanmasıdır. Bu tür içeriği belli olmayan paketler kalite dışı malzeme olarak tanımlanmaktadır. Ancak bazı hurda tüccarları kalite dışı malzemeleri bilerek/bilmeyerek göndererek tonajı arttırmak suretiyle buradan haksız kazanç sağlayabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise içeriğin mümkün mertebe maksimum seviyede kontrol edilmesi ve olası bir tehlikeli maddenin tespit edilmesidir.

EU-27 Çelik Hurda Spesifikasyonlarına göre patlamaya neden olabilecek, her türlü basınçlı, kapalı veya yetersiz açık kaplar. Açıklığın görünmediği veya herhangi bir yönde 10 cm'den az olduğu durumlarda, konteynerler yetersiz açık olarak kabul edilmektedir. Zira bu tür kapalı kaplar; tehlikeli madde, yanıcı veya patlayıcı, ateşli silahlar (tamamen veya kısmen), mühimmat, kirlilik, insan sağlığına, çevreye, çelik üretim sürecine etki eden empüriteler veya yayabilen kirleticiler içerebilmektedir. Ayrıca erişilebilirlik sınırlamaları dahilinde bu tür kaplar radyoaktivite için uygun tespit ekipmanı ile kontrol edilmelidir[9].

**Şekil 13.** Dışarıdan bakıldığında normal bir varili temsil eden kapalı kap
(Image representing a closed barrel when viewed from the outside)

Şekil 13.'te görüldüğü üzere şüpheli olduğu tespit edilen parçanın kenara ayrılması sonrası görüntüsü görülmektedir. Dışarıdan bakıldığında herhangi bir sorun teşkil ettiğini söylemek çok gerçekçi olmamaktadır, ancak detaylı gözlem yapıldığında ortaya çıkan sonuç sıra dışı olabilmektedir.

**Şekil 14.** Tespitler sonucu içeriği incelenen içi dolu varil malzemesinin detay görüntüsü
(Detailed view of the full barrel material whose contents were examined as a result of the detections)

Yakından gözlem yapıldığında olayın sadece bir varilden ibaret olmadığı içeriğinde birden fazla sayıda çeşitli hurda içeren malzemeler karşımıza çıkmaktadır. Burada varilin içeriğindeki hurda ne kadar kaliteli olursa olsun varilin dip kısmında neler olduğu kestirilememektedir. Bu yüzden bu tarz hurdalar yurt içi hurda kalitesine göre

off-grade hurdalar olarak kabul edilirler. Hali hazırda hurda içeriğine bakıldığında imalat artığı talaş malzemesi ve çeşitli alaşım içeren ve içermeyen malzemeler tespit edilmiştir. Bu tarz tespitler yerinde yapılmalı ve olası bir haksız kazancın ya da üretimde oluşabilecek herhangi bir sorunun önü kesilmelidir.

Metal hurda ekspertiz süreçleri derinlemesine düşünülüp tartışılırken ilginç bir konu daha tespit edilmiştir. Hurdalar kontrol edildiği sırada hurda üzerinde, içinde ve hurda gemisi ambarlarının dip kısmında ortaya çıkan toprak ya da kirlilik satıcının alacağı ücret ile doğrudan orantılıdır. Öyle ki ithal hurdalarda toprak belirli bir miktar üzerinde olduğu vakit çeşitli yaptırımlar uygulanmaktadır. Hal böyle olunca hem müşteri hem de satıcı bu konuda zaman zaman anlaşamamaktadır. Her iki tarafta zararlı çıkmamak için kendini haklı görmektedir. İşte tam olarak burada yeniden hurda ekspertizliği devreye girmektedir. Mantıklı bir şekilde tespit yapmak, toprak kirliliğini daha iyi anlayabilmek için hurda yığınları arasından sistematik bir şekilde toprak numunesi alınmalıdır ve analiz edilmelidir. Yapılan analiz neticesinde ambardan alınan toprak numunelerinin demir tozu, manyetit, demir dışı metal, plastik, ağaç, cam gibi malzemeler içerdiği tespit edilmiştir. Örneğin ambar ağırlığı 40000 MT olan bir geminin, ambarlarındaki toplam hurdanın %2 si toprak olarak tabir edilen malzemelerdir. Bu miktar 800 MT olup, bu miktarında %42 si toz formunda manyetik malzeme, %41 i ise manyetik metalik parça malzeme olarak tespit edilmiştir. Bu durumda toprak diye tabir edilen malzemenin 328 MT sinin demir-çelik esaslı malzeme olduğu ortaya çıkmıştır. Bu deneyler İskenderun limanında bulunan kuru yük hurda gemilerinden alınan örneklerin incelenmesi ile yapılmıştır.

**Şekil 15.** Hurdalar arasından rastgele bölgelerden alınan toprak numunesi (Soil sample taken from random areas among scraps)

## 5. SONUÇLAR

Bu araştırma çalışması neticesinde EAO, İO ve BOF tipi fırınlarda kullanılan temel girdi hammaddesi olan çelik hurdaların tasnifi ve tespitinin, üretilecek çeliğin kalitesine ve izabe işlemlerine doğrudan etki edeceği ortaya konulmuştur ve hurda elleçleme işlemlerinin kritik noktalarına değinilmiştir.

Metal hurda malzemeleri heterojen malzemelerdir ve karar verme noktasında hata payı yüksektir bu nedenle hurda ekspertizliğinde empürite, hurda kalitesine verilen değer çoğu zaman dikkat etmeden veya ezbere verilebilmektedir. Literatür taramaları sonucunda bu konuya getirilen bir açıklık bulunamamıştır.

Yapılan incelemeler sonucunda hurdaların şekil olarak birbirlerine benzemesine rağmen kimyasal olarak farklılıklar arz etmesi ve bu hurdaların elleçleme sırasında ayrılmaması çelik üretim sürecinde doğrudan olumsuz yönde etki etmektedir. Ekstra maliyet ve kalite sorunları oluşturmaktadır.

Bir diğer önemli husus ise açık hurdalar arasında bulunan radyoaktif malzemelerin ve patlayıcı içerikli hurdaların tespitinin yerinde ve zamanında yapılması çelik üretiminde oluşacak herhangi bir olumsuz durumun önüne geçmektedir. Dışarıdan bakıldığında içeriğinin tamamen tespit edilemediği ve elleçleme sonrasında içerisinde birden fazla çeşit hurda (hurda dışı) malzemelerinin olduğu kapalı kapların çelikhanede kullanımları sonucunda çelik kalitesi anlamında ciddi sıkıntılar ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışmada tespit edilen bir diğer önemli nokta ise gerek metal hurda gemileri gerekse karayolu ile gelen hurdalar arasındaki toprağın tamamına fire demek doğru bir yaklaşım değildir. Yaptığımız saha ve laboratuvar çalışmasında

40.000 MT ambar yüküne sahip geminin ambar diplerinde ve üstlerinde 800 MT toprak diye tabir edilen empürite ihtiva ettiği tespit edilmiştir bunun ise %40-50 arasında metalik parçalar içerdiği ortaya konulmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen, İskenderun Teknik Üniversitesi, İncolab Uluslararası Gözetim Hizmetlerine, İskenderun Liman İşletmelerine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

[1] Y. Biyik ve L. Özkale, "DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ İLE İHRACAT, KATMA DEĞER VE KARBON EMİSYONU AZALTMA POLİTİKALARI ARASINDAKİ İLİŞKİ", Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, c. 13, sy 13, Art. sy 13, Ara. 2017.

[2] "YasinÖcal.pdf". Erişim: Nis. 01, 2021. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp- content/uploads/2018/11/Yasin%C3%96cal.pdf

[3] "DemirÇelikSektörRaporu2020.pdf". Erişim: Haz. 28, 2021. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan- program/Demir%C3%87elikSekt%C3%B6rRaporu2020.pdf

[4] İncolab Uluslararası Gözetme Servisleri A.Ş., "DEMİR ÇELİK HURDA MUAYENE TALİMATI", İncolab Documents, Talimatname T.T.066.01, Nis. 2018. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: www.incolab.org

[5] "Hatay Limanları - Invest In Hatay | TR Hatay Investment Support Office | www.investinhatay.com". https://www.hataydayatirim.com/hatay-da-is-kurmak/lojistik-imkanlar/hatay-limanlari (erişim Haz. 28, 2021).

[6] "İsdemir - Yurtiçi Hurda Alım", Nis. 01, 2021. https://www.isdemir.com.tr/kurumsal/tedarikci-iliskileri/yurtici-hurda-alim/ (erişim Nis. 01, 2021).

[7] H. Hasirci, "Mekanik Titreşimin Küresel Grafitli Dökme Demirlerin Mikroyapı ve Mekanik Özelliklerine Etkileri", s. 8.

[8] S. Durowaye, "Effect of Copper on Microstructure and Mechanical Properties of Construction Steel", World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Chemical, Nuclear, Metallurgical and Materials Engineering, c. 8, ss. 785-789, Oca. 2014.

[9] "Specification-Manual_7_27_2016.pdf.pdf". Erişim: Mar. 21, 2021. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.steeldynamics.com/getattachment/2ac12b90-2771-4359-8de2-772ad2cd78c5/Specification-Manual_7_27_2016.pdf.aspx