

29191

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**METAL HURDALARININ ÜLKEMİZ SANAYİ SEKTÖRÜNDE  
OPTİMAL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA MÜH. HAKAN AMAÇ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMANTASYON MEHREZİ**

**İSTANBUL 1993**

## İÇİNDEKİLER

Teşekkür . . . . .	.iii
Özet . . . . .	.iv
Abstract . . . . .	.v
1.Genel . . . . .	1
1.1.Giriş . . . . .	1
1.2. Metal Hurdalarının Değerlendirilmesinin Önemi . . . . .	3
1.2.1.Enerji Tasarrufu Bakımından Hurda . . . . .	4
1.2.2.Hammadde Kaynaklarının Korunması Bakımından Hurda . . . . .	10
1.2.3.Sanayi Kaynaklı Çevre Kirliliğinin Azaltılması Bakımından Hurda . . . . .	14
1.2.4. Metal Hurdalarının Değerlendirilmesinin ülkemiz Açısından Stratejik Önemi . . . . .	16
1.2.5.Ekonomiye Yaptığı Olumlu Katkılar Bakımından Hurda . . . . .	18
2.Demir-Çelik Hurdaları . . . . .	20
2.1.Türkiye ve Dünya'da Demir Çelik Endüstrisinin Genel Görünümü . . . . .	20
2.2. Demir Çelik Hurdası Oluşumu ve Oluşumuna Göre Çeşitleri . . . . .	29
2.2.1. Döner Hurda . . . . .	29
2.2.2. İşlem Hurdası . . . . .	34
2.2.3. Sermaye Hurdası . . . . .	37
2.3. Hurdanın Fiziksel Özellikleri . . . . .	40
2.4. Hurdanın Kimyasal Bileşimi . . . . .	41
2.4.1. Hurdada Metal Olmayan Elementler . . . . .	42
2.4.2. Hurdada Demir Dışı Metaller . . . . .	44
2.5. Hurdanın Tasnifi . . . . .	47
2.5.1. Hurdanın Malzeme Bileşiminin Saptanması İçin Kullanılan Yöntemler . . . . .	48
2.6. Elektrik Ark Ocağına Hurda Şarjının Yapılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar . . . . .	49
2.7. Hurda Kalitesinin İyileştirilmesi . . . . .	52
2.7.1. Hurda Kalitesinin Artırılması İçin Yapılan İşlemler . . . . .	53
2.7.2. Bazı Belirli Hurda Türlerinin İşlenmesi . . . . .	55
2.7.2.1. Motorlu Kara Taşıtları Hurdası . . . . .	55
2.7.2.2. Gemi Hurdaları . . . . .	58
2.7.2.3. Demiryolu Ray Hurdaları . . . . .	58
2.7.3.Hurda İşleme Makinaları . . . . .	59
2.7.3.1. Üç Etkili Hurda Balyalama Makinası (SAS Serisi) . . . . .	59
2.7.3.2. Üç Etkili Hurda Balyalama Makinası (SOM Serisi) . . . . .	61

2.7.3.3.İki Sıkıştırma Etkili Hurda Balyalama Makinası (SE Serisi) . . .	64
2.7.3.4.Talaş Parçalama Makinaları . . . . .	65
2.7.3.5.Demiryolu Rayı ve Profil Hurdaları İçin Giyotin Bıçak . . . .	66
2.8.Dünya Hurda Ticareti . . . . .	68
2.9.Hurda Fiyatının Oluşumu . . . . .	69
2.10.Çelik Üretiminde Hurda Dışındaki Hammaddeler . . . . .	77
2.10.1.Sünger Demir . . . . .	77
3.Alüminyum Hurdaları . . . . .	82
3.1.Birincil ve İkincil Alüminyum Üretimi .. . . . .	82
3.2.İkincil Alüminyum Üretimi ve Döner Ocak Yöntemi . . . . .	83
3.3.Alüminyum Hurdasının Oluşumu . . . . .	85
3.3.1 Döner Hurda . . . . .	85
3.3.2 İşlem Hurdası . . . . .	85
3.3.3.Sermaye Hurdası . . . . .	86
3.4.Alüminyum Hurdalarının Tasnifi . . . . .	89
3.5.Alüminyum Hurdalarına Ergitme Öncesi Uygulanan Hazırlama İşlemleri . . . .	90
3.6.Alüminyum Hurdalarının İşlenmesi İçin Kullanılan Makinalar . . . . .	91
3.6.1.Anot Parçalama Makinası . . . . .	92
3.7.Hurdaya Dayalı Üretim Yapacak Bir İkincil Alüminyum Tesisinin Kurulması .	94
3.8.Alüminyum Hurdasının Ticareti . . . . .	97
4.Diğer Metal Hurdaları . . . . .	100
5.Metal Dışı Malzemelerde Recycling . . . . .	103
6.Sonuçlar . . . . .	105
6.1. Genel Sonuçlar . . . . .	105
6.2. Hurda Oluşumu ve Arzıyla İlgili Sonuçlar . . . . .	106
6.3. Hurdanın Tasnifi,Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri,İşlenmesi ve Ergitilmesi	
ile İlgili Sonuçlar . . . . .	107
6.4. Hurda Ticareti,Fiyatının Oluşumu ve Sünger Demir ile İlgili Sonuçlar . . .	107
6.5. Çelik Dışı Malzemeler İçin Sonuçlar . . . . .	108
Ek 1 : Hurda Tarifi . . . . .	109
Kaynakça . . . . .	110
Özgeçmiş . . . . .	113

## TEŞEKKÜR

Beni bu konuda çalışmaya teşvik eden, tezin yürütülmesi sırasında yaptığı klavuzlukla yol gösteren, bu çalışma için bizzat kaynak araştıran ve bulduğu Almanca kaynakları Türkçe'ye çevirip yararlanmamı sağlayan, çeşitli kuruluşlarla yaptığımız teknik yazışmalarda yardımcı olan, hazırladığım çalışmanın titiz ve dikkatlice kontrolünü yapan, bilgi alışverişinde bulunduğumuz sürece bana değerli vaktini ayıran öğretmenim Prof.Dr.Müh.Ahmet Ulvi Avcı'ya bu çalışmanın hazırlanmasındaki tüm katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu arada, teknik bilgi ve döküman sağlamak için yazışmada bulunduğumuz dokuz Alman firması içinden bize cevap ve döküman gönderme zahmetine katlanan Alman Lindemann ve Noell firmalarına,

Ülkemiz dahilinde yazışmada bulunduğumuz MKE kurumu Hurda işletmesi Müdürlüğü'ne,

Bilgi temininde gösterdikleri yardımseverlikten dolayı HDTM İst.Demir ve Demir Dışı Metal İhracatları Birliği'nden Sn. Metin Kaptı'ya, ALSİAD'tan Sn. Zehra Kınık'a, TMMOB Metalurji Müh. odası İst. Şubesi'nden metalurji mühendisi arkadaşşıma,

Kaynak araştırması ve temininde yararlandığım YTÜ, İTÜ, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, İSO, TMMOB Makina Müh. odası İst. Şubesi Kütüphane'lerine ve yardımcı olan personeline,

Bu tezin bilgisayarda yazılmasını sağlayan Sn.M.Erol Çatgı'ya,

tez çalışmasının oluşumunda gösterdikleri yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, bu düzeye gelmemi sağlayan başta YTÜ Makina Malzemesi ve İmalat Teknolojisi Anabilim Dalı Kürsü'sündeki öğretmenlerim olmak üzere bana emeği geçen YTÜ (Lisans), İst. Şehremini Lisesi, Fındıkzade Ortaokulu, Çapa İlkokulu ve Özel Uğur Dershane'sindeki tüm öğretmenlerimi sevgi ve saygıyla anıyorum.

Son olarak, üzerimden manevi ve maddi desteği hiç eksik etmeyen aileme teşekkür ediyorum.

## ÖZET

Bu çalışmada, metal hurdalarının değerlendirilmesinin enerji tasarrufu, doğal çevre sağlığının ve hammadde kaynaklarının korunması ve ülke ekonomisine yaptığı diğer olumlu katkılar bakımından önemi vurgulanmıştır.

Tezde öncelikle demir-çelik hurdası ele alınmıştır. Konunun bütünlüğü açısından Türkiye ve Dünya'da demir-çelik endüstrisinin genel görünümü çizelge ve şekil ağırlıklı olarak ana hatlarıyla gözden geçirilmiştir.

İkinci bölümde demir-çelik hurdasının oluşumu ve oluşumuna göre çeşitleri, yani döner, işlem ve sermaye hurdaları, hurdanın fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimi, hurda tasnifi, hurdanın ergitme ocaklarına şarj edilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar, hurdanın işlenip kalitesinin iyileştirilmesi ve bunun için yapılan işlemler, otomobil hurdası gibi önemli hurda kaynaklarının işlenmesi, hurda işleme makinaları ve çelik hurdası ile sünger demirin karşılaştırılması gibi teknik konular ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca dünya hurda ticareti ve hurda fiyatının oluşumunu etkileyen faktörler gibi ekonomik konular üzerinde de durularak çalışmanın bütünlüğü sağlanmıştır.

Üçüncü bölümde alüminyum hurdalarının değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Bu bölümde birincil ve ikincil alüminyum üretimi, alüminyum hurdasının oluşumu ve hurda kaynakları, hurda tasnifi ve işlenmesi, bir ikincil alüminyum tesisinin kurulması gibi konular incelenmiştir.

Dördüncü bölümde başta bakır ve alaşımlarının hurdası olmak üzere diğer metallerin hurdalarının da değerlendirilmesinin önemine işaret edilmiştir.

Beşinci bölümde çok kısa olarak cam, kağıt, plastik, yıpranmış taşıt lastiği, elektronik hurdası gibi metal dışı malzemelerin hurdalarından geri kazanılmalarının önemine değinilmiştir.

Altıncı bölümde ise bu çalışma boyunca ele aldığımız konuların en önemli ve dikkat çekici noktalarından çıkardığımız sonuçlar bir araya toplanmıştır.

## ABSTRACT

In this thesis, the importance of the recycling of several scrap metals from energy-saving, environmental and economic viewpoints was emphasized.

The second section of this study deals with scrap iron and steel. It describes technical considerations such as the sorts of scrap arising; i.e. home scrap (also called revert or circulating scrap), prompt industrial scrap and capital scrap, the physical and chemical characteristics of scrap and their effects on steelmaking, the sorting of scrap, assessing the optimum furnace load, the processing or preparation of scrap and methods of achieving this, the processing of some large sources of scrap-steel like automobile scrap, and the different kinds of machines which have been designed for processing scrap to enable it to be a proper secondary raw material for steelmaking. The comparison of scrap with direct-reduced iron has also been discussed. In addition to the technical aspects mentioned above, economic subjects like world scrap trade and factors affecting the price of scrap have been explained. Iron and steel industry in Turkey as well as in the world have been reviewed with supplemental tables and figures as an integral part of the study.

The third section deals with scrap-aluminium. It explains the characteristics of primary and secondary aluminium production, the types and sources of the scrap, the sorting and processing of the scrap, the considerations for the design of a new aluminium recycling facility, etc.

The fourth section, which mainly analyzes the scrap from copper and its alloys, also deals with other kinds of scrap metals.

In the fifth section, the significance of the recycling of non-metal materials such as glass, paper, plastics, used tyres and electronic scrap was briefly pointed out.

The last section consists of overall conclusions which have emerged from the remarkable facts presented in the thesis.

It is hoped that this master thesis which is one of the earliest studies in Turkey on recycling of scrap-metal will partly fill a gap in this field and which will be useful to both the Turkish Industry and the academic studies that will be done from now on.

## 1. GENEL

### 1.1. GİRİŞ

Hurda bir çok açıdan tanımlanabilir.

Hurda, ikincil bir hammadde dir. Fiziksel şekil özelliklerini ve hatta kimyasal bileşimini bir ya da birkaç kez değiştirmiş olabilir. Tekrar ergitilip şekillendirilmek suretiyle yeni mamüllerin üretilmesinde bir hammadde olarak kullanılır.

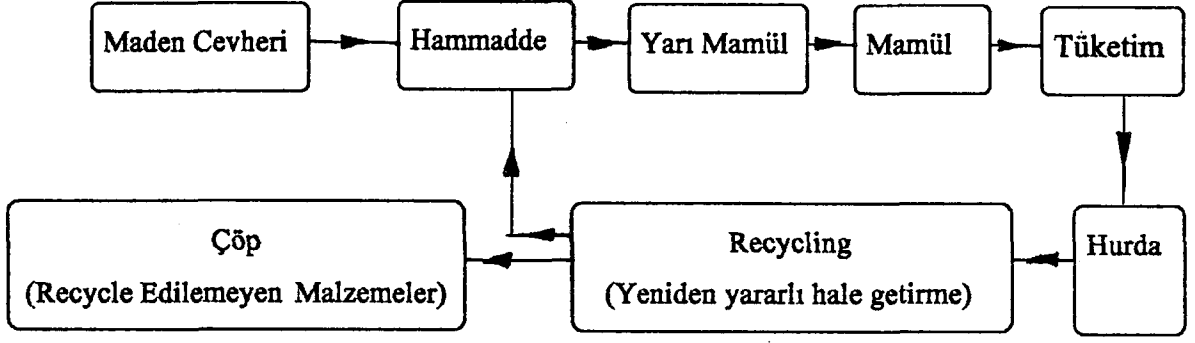
Genel anlamda hurda « kullanım dışı kalmış mamül ve yarı mamüller » olarak da tanımlanabilir.

Herhangi bir mamülü ele alacak olursak, ister üretim aşamalarında ve üretimin ardından kalite kontrol sonrasında, isterse o mamülün kullanılıp tüketilerek ekonomik ömrünün tamamlanmasından sonra kullanım dışı kalacağı muhakkaktır. Dolayısıyla yer-yüzünde üretilen herşeyin belirli bir süre sonunda kullanım dışı kalacağını ve potansiyel bir hurda kaynağı oluşturacağını ifade etmek doğru bir saptama olur.

Bu yüzyılın ilk yarısında kullanım dışı kalmış ürünlerin veya hurdalarının küçük bir bölümü yeniden işlenip değerlendirilebiliyor, büyük kısmı ise çöp olarak atılıyordu. Yüzyılın ikinci yarısından sonra ise bütün dünyada üretim tekniklerinin çok hızlı gelişmesi, insan nüfusunun ve buna paralel tüketimin hızla artması sonucu hurda oluşumunda önemli bir artış olmuştur. İnsanlar hızla kirlenen bir çevrenin, azalmakta olan enerji ve hammadde kaynaklarının farkına varmaya, bu gelişmelere paralel olarak da hurda şeklinde ortaya çıkan malzemelerin yeniden değerlendirilme olanaklarını araştırmaya daha fazla özen göstermeye başladılar. Özellikle metal hurdalarının yeniden ergitilip şekillendirmeye uygun hammaddeler olduğunun ve bunun yanısıra hammadde olarak hurda ile gerçekleştirilen ikincil üretimde, primer (birincil) üretime göre önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlandığının farkına varıldı. Metal hurdalarının diğer çöpler gibi uzaklaştırılması veya imhası gereken atıklar olmadığına, tam tersine yeniden ergitmeye ve şekillendirmeye uygun, enerji tasarrufu sağlayan, doğal çevrenin ve hammadde kaynaklarının korunması amacıyla yönelik çok kıymetli bir ikincil hammadde olduğunun bilincine varıldı.

Böylece hurda oluşumu fazla olan gelişmiş ülkelerde *recycling* kavramı ortaya çıktı. *Recycling* ; yeniden değerlendirme, geri kazanma, kullanılıp ekonomik ömürlerini tamamlamış mamüllerin işlenip yeniden insanların kullanımı için yararlı hale getirilmesi anlamlarına gelmektedir.

Recycling ; bir metalin maden cevherinden istişal edilmesiyle (ön ayıklama, temizleme, tenör yükseltme vb.) başlayıp; hammadde , yarı mamül, mamül aşamalarından geçip insanların hizmetine sunulması ve belirli bir süre kullanıldıktan sonra hurdaya dönüşmesiyle devam eden bir zincirin en son fakat çok önemli bir halkası olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1: Malzeme çevrim zinciri ve recycling kavramının konumu

Hurdalar; çeşitli özelliklerine göre gruplanabilir. Gruplandırmalardan biri, hurdanın yeniden değerlendirilip değerlendirilememesine göre (recycle edip etmemesine göre) yapılabilir. Örneğin metal hurdalarının hemen hepsi yeniden ergitilip şekillendirilebilir. Başta bazı plastik türleri ve petrol ürünlerinden mamül bazı ürünler ise recycle etmeye uygun değildir.

Hurdaların gruplanması için geçerli olan diğer bir yöntem ise hurdaların malzemelerine göre sınıflanmasıdır; demir-çelik, alüminyum, bakır, kurşun, çinko, altın, platin, ahşap, plastik, cam hurdası vb. gibi. Metal hurdaları içinde demir-çelik hurdaları malzeme bileşimleri bakımından çok yaygın bir alana sahip olduklarından demir-çelik hurdası başlığı altında pek çok alt sınıflama yapmak gerekir; alaşımlı çelikler alaşım elementlerinin miktarına göre, alaşımsız çelikler ise karbon oranlarına göre sınıflanabilirler.

Diğer bir gruplama yönteminde ise hurdalar hangi mamülün kullanımından oluşmuşlarsa o isimle adlandırılırlar. Örneğin otomobil hurdası, gemi hurdası, kablo hurdası, teneke ve konserve kutu hurdası, mobilya hurdası ve elektronik eşya hurdası vb. gibi.

Demir-çelik tesisleri gibi hem bir miktar kendi proseslerinde hurda oluşmasına neden olan, hem de tesis dışındaki kaynaklardan hurda satın alıp bunları çelik üretiminde hammadde olarak kullanan tesisler hurdayı *iç hurda* ve *satın alınan hurda* olmak üzere ikiye ayırırlar. Hurdayı malzemesine ve mamül çeşidine bakılmaksızın oluşumuna göre bir sınıflandırma yapmak istersek *döner hurda*, *işlem hurdası* ve *sermaye hurdası* şeklinde gruplamak mümkün olur. Bu sınıflandırmaya göre hurdalar bölüm 2.2.'de ayrıntılarıyla birlikte incelenecektir.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak demir-çelik ve alüminyum hurda türleri üzerinde durulacaktır.

Ülkemizde kamu kurum ve kuruluşlarının hurdasını satın alma yetkisi Makina Kimya Endüstrisi Kurumu'na tanınmıştır. MKE'nin hurda tanımı, orjinal haliyle Ek:1'de ay-



rica verilmiştir.

## 1.2. METAL HURDALARININ DEĞERLENDİRİLMESİNİN ÖNEMİ

Metal hurdalarının değerlendirilmesi konusu,gelişmiş ülkelerde çok güncel, ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde ise insanların bilinçlenmesine paralel olarak giderek önem kazanan bir konu durumuna gelmektedir.Konu gerek ülkemiz gerek dünya açısından dinamik bir konu olup önü gelişmelere açık,hareketli ve üzerine dikkatle eğilmesi gereken bir konudur.

Konu,başta ekonomik olmak üzere enerji tasarrufu,hammadde kaynaklarının korunması,çevre kirliliği sorunlarının azaltılması gibi önemli gerekçelere dayanır.

Konunun dinamik özelliği; dünya üzerindeki ekonomik oluşumların her geçen gün değişen farklı bir kimliğe bürünmesi,hem metal hurdalarının daha verimli değerlendirilmesini sağlayacak,hem de artan hammadde ve enerji maliyetlerinin daha düşük seviyelere çekilmesine katkıda bulunacak teknolojik gelişmelerin önünün açık olması ve son olarak çevre kirliliğinin sürekli büyüyen ve insanların geleceğini tehdit eden bir sorun haline gelmesinden kaynaklanmaktadır.

Kalkınmış ülkeler konunun önemine varmış ve metal hurdalarını en iyi şekilde değerlendirmek amacıyla çeşitli tedbirler almaya başlamışlardır.Örneğin recycle edebilen malzemelerden imal edilen ürünlerin tüketilmesinin teşviki,insanların çevre kirliliği sorunlarına karşı bilinçlendirilip daha duyarlı hale getirilmesi,hurda işleyen ve değerlendiren tesislerin kurulması bu tedbirlerin başında sayılabilir.Ayrıca konu bilimsel olarak incelenmekte ve metal hurdalarının geri kazanımı konusunda araştırma geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.Pek çok ülkelerdeki üniversitelerde konu ile ilgili bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Konunun ülkemizdeki önemini daha iyi vurgulamak ve bu tezin gerekliliğini belirtmek için metal hurdalarının değerlendirilmesi konusu aşağıda farklı açılara göre incelenecektir.Bunlar ekonomi,enerji tasarrufu,hammadde kaynaklarının korunması,çevre kirliliği sorunları ve ülkemiz için stratejik önemi başlıkları altında toplanmıştır.Gerçekte bu beş başlık birbirine bağlı ve birbirini etkileyen tarzdadır.Özellikle konunun ekonomik yönü diğer bakış açılarını da kapsamaktadır.Aynı şekilde enerji tasarrufu,hammadde kaynaklarının korunması ve çevre kirliliği sorunlarının birbirleriyle karşılıklı etkileşim içinde bulunduğu göze çaracaktır.Konunun basite indirgenmesi ve daha iyi anlaşılması amacıyla ayrı ayrı ele alınan bu beş ögenin gerçekte birbirinden ayrı olmadığı ve hepsinin bir bütün olarak mütalaa edilmesi gerektiği göz önünde tutulmalıdır.

### 1.2.1. Enerji Tasarrufu Bakımından Hurda

Dünya'da üretilen enerjinin büyük bölümü sanayi sektöründe tüketilir. Bütün sanayi sektörleri içinde metal üreten ve işleyen sanayi sektörü en çok enerji tüketen, diğer bir ifadeyle *enerji yoğun* bir endüstri dalıdır.

Bir ülkenin enerji tüketiminin yüksek oluşu ve dolayısıyla kişi başına düşen enerji tüketimi yıllardır o ülkenin refah ve kalkınmışlık düzeyini göstermesi bakımından önemli bir kriter olarak kabul edilmişti. Bu kriter, bir ülkenin kalkınmışlık düzeyini göstermesi bakımından önemini hâlâ korumakla birlikte 1970'li yıllar içinde yaşanan petrol krizlerinden önceki enerji tüketimi anlayışıyla krizden sonraki anlayış arasında çok büyük farklılıklar görüldü. O tarihte yaşanan enerji darboğazı, her ne kadar ülkemiz de dahil olmak üzere petrol için dışa bağımlı ülkelerin sanayi ve ekonomilerine ağır bir darbe vurduysa da, enerjinin en verimli şekilde kullanılması gerekliliği fikrini insanlara aşılama ve enerji tasarrufu sağlayacak teknolojik araştırma-geliştirme çalışmaları için bir dönüm noktasını oluşturdu.

Ayrıca en önemli sekonder enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin sadece %20 kadarının hidroelektrik santraller gibi yenilenebilir kaynaklardan, %80 gibi bir çoğunluğunun ise termik santraller aracılığıyla yenilenemeyen kaynaklardan elde edilmesi petrol, kömür, doğal gaz gibi uzun zamanda oluşmuş değerli enerji kaynaklarının günden güne süratle azalması da insanlığı enerji tasarrufu konusunda daha dikkatli olmaya iten nedenlerden biri olmuştur.

Yukarıda saydığımız iki nedene bir de son yıllarda güncel olan çevre kirlenmesi sorunlarının ve diğer bazı ekonomik etkenlerin de eklenmesiyle enerji tasarrufu bütün dünyada üzerinde en çok durulan konulardan biri haline gelmiştir.

Bütün bunların sonucunda, en çok enerji tüketen sektör olan metal üreten ve işleyen sanayi sektörü enerji darboğazından en çok etkilenen sektör olmuştur.

Herhangi bir metali mamül hale getirinceye kadar belirli bir toplam enerji tüketilir. Bu enerji; cevherin çıkarılması ve hammadde haline gelinceye kadar harcanan *primer (birincil) enerji* ve hammadde halinden mamül hale dönüştürülünceye kadar harcanan *sekonder (ikincil) enerji*dir .

ABD, eski SSCB, Kanada ve bazı Güney Amerika ülkeleri zengin maden cevheri ve enerji kaynaklarına sahiptirler. Bu ülkeler, maden cevherlerinin çıkarılması ve izabesi sırasında çok büyük miktarda primer enerji harcarlar. Hammadde kaynakları az fakat sanayisi gelişmiş ülkelerde (Japonya ve gelişmiş Avrupa ülkeleri) ise hammaddelerin işlenip mamül hale dönüştürülmesinde kullanılan ikincil enerji önemli bir yer tutar. Hammadde kaynakları zengin olan ülkelerde birincil enerjiden tasarruf edilmesi önemli bir yere sahipken, ikincil enerji tüketimleri yoğun olan ülkelerde ikincil enerjinin tasarruf-

lu tüketilmesi ön planda yer alır.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu bazı ülkeler ise yukarıda açıkladığımız iki grubun ortasında yer alır.Bilindiği gibi ülkemiz doğal yeraltı zenginlikleri bakımından fakir sayılacak bir ülke değildir.Örneğin çeliğe paslanmazlık özelliği kazandıran krom elementinin maden rezervleri bakımından dünyada birinci sırada yer alır.Ülkemizin maden cevherlerini yeterince değerlendirememesinin ana nedenini finansal zorluklar oluşturmaktadır.Yeraltı zenginliklerimizden daha iyi yararlanmaya başladıkça bu maden cevherlerinin istishali için harcanan primer enerjinin miktarı da artacaktır.Ülkemizin halihazırdaki metal işleme sanayisi de gözardı edilemeyecek bir kapasiteye sahiptir ve yoğun olarak ikincil enerji tüketmektedir.Bu nedenle ülkemizde hem primer enerji tüketen sektörlerde hem de ikincil enerji tüketen tesislerde gereken enerji tasarrufu önlemlerine ağırlık vermek gerekir.Ülkemizin petrole %75 oranında dışa bağımlı olduğu,taşkömür rezervlerinin verimsiz ve azalmakta olduğunu ve henüz nükleer enerji tesislerine sahip olmadığını da dikkate alırsak enerji tasarrufunun ülkemiz açısından sahip olduğu kritik önem daha iyi anlaşılır.Böylece metal hurdalarının değerlendirilmesiyle biraz önce bahsettiğimiz enerjilerden primer enerji devre dışı kalmış olur.Yeniden ergitilip şekillendirilen her metal hurdası için metalinin cevher yatağından çıkartılıp hammadde haline getirilmesine kadar harcanan enerjiler tasarruf olunmaktadır.Bu tasarruf ile,sözgelimi demir-çelik hurdası için düşünecek olursak;demir cevherinin çıkarılması için kullanılan makinaların enerjisi,tenör yükseltmek için yapılan temizleme,ayıklama gibi işlemler için harcanan enerji,transport için harcanan enerji ve o tesisin ve çalışanlarının gereksindiği tüm enerjiler tasarruf edilmiş olacaktır.Tasarruf edilen enerji miktarı,geri kazanılan hurda miktarının fazlalığıyla doğru orantılı olarak artacaktır.

Hurda metallerin değerlendirilmesiyle önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlandığı,konu üzerinde yapılan araştırmalarla ispatlanmıştır.Ancak bu enerji tasarrufunun ne boyutlarda olduğu konusunda bütün dünya tarafından kabul edilebilecek ortak bir noktaya varmak güçtür.Bunun nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;

- a) Her ülkenin tükettiği toplam enerji içinde petrol,kömür,doğal gaz,nükleer ya da hidro elektrik kaynaklı enerjinin payını kesin tamlıkla saptamak güçtür.Ülkenin kullandığı enerji,ülkenin kendine özgü coğrafi şartlarına göre şekillenir.
- b) Her enerji türünü elde etme yönteminin maliyeti değişiktir.
- c) Bir ülke için ucuz olan bir kaynak diğer bir ülke için pahalı olabilir.Örneğin petrol ülkemiz için pahalı bir enerji kaynağıyken,petrol üreten ve ihraç eden ülkeler (OPEC) için ucuzdur.
- d) Bazı enerji elde etme yöntemleri her ülkede uygulanmamaktadır.Örneğin ülkemizde elektrik üretiminde nükleer enerjiyle çalışan termik santraller kullanılmamaktadır.Aynı şekilde akarsu kaynakları hidroelektrik santral kurmaya elverişli olmayan ülkeler elektrik

üretiminde bu yöntemi kullanamazlar.

e) Çok fazla enerji ihtiyacı olan sektörlerin enerji fiyatlarının yüksekliğinden etkilenmesini önlemek için çeşitli indirimler, koruma ve teşvikler uygulanmaktadır. Her ülkenin bu tip sektörlerle sağladığı maddi destek değişik olmaktadır.

f) Çok kapsamlı bir çalışma yapılmak istendiğinde; refrakter malzemesi veya elektrod üretimi için harcanan enerjiler, hurda ve diğer hammaddelerin hazırlanması ve bunların nakliyesi için harcanan enerjiler, değerlendirilen veya değerlendirilemeden atılan baca gazları ve diğer ısı enerjilerinin de hesaba katılması gerekmektedir. Bütün bunların hassas olarak bir hesabın içinde toplanması mümkün değildir.

g) Enerji tüketimi konusunda yapılan araştırmaların hepsi aynı kapasite, verimlilik ve teknolojik sistemlere sahip tesislerde yapılmamaktadır. Ayrıca kullanılan hammaddeler birbiriyle %100 özdeş olmadığı için yapılan araştırma sonuçlarında farklılıklar görülmektedir.

Yukarıda açıklandığı gibi konu çok etkenli bir özelliğe sahiptir. Buna rağmen yapılan çeşitli araştırmalar sonunda ortaya çıkarılan en önemli sonuç, hurda hammadde kullanarak yapılan üretim için gereken enerjinin, maden cevherinden elde edilen hammadde kullanarak yapılan üretim için gereken enerjiden çok daha az olduğu ve bu yolla enerji tasarrufu sağlanabileceği şeklindedir.

Demir-çelik için 1979 yılında L.I. Field tarafından yapılan çalışma bu konudaki ilk çalışmalardan biridir. Bu çalışmadan çıkarılan bazı sonuçlar Çizelge-1'de verilmiştir (YF: Yüksek Fırın, EAO: Elektrik Ark Ocağı, BOF: Bazik Oksijen Konverteri, SM: Siemens- Martin Fırını). Çizelge 1'de görüldüğü gibi hurda kullanımının artmasıyla enerji tüketimi azalmaktadır.

Çizelge 2'de alüminyum, bakır, çinko ve kurşun metallerinin konsantre ve hurdadan üretimleri için gereken enerji miktarları belirtilmiştir.

Bu çizelgede göze en çok çarpan metal alüminyumdur. Alüminyumun hurdadan elde edilmesiyle boksitten elde edilmesine göre %86'lık bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Burada unutulmaması gereken nokta, hurdadan alüminyum üretiminde istenen ürünün kalitesi veya saflığının yapılacak enerji tüketimini etkilediğidir. Alüminyum ne kadar saf istenirse harcanacak enerji de o oranda artmaktadır. Alüminyumun saflığını etkileyen diğer bir faktör ise kullanılan hurdanın temizliğidir. Alüminyum hurdasının ergitme öncesi yapılacak işlemlerle yabancı maddelerden arındırılmasıyla ergitme ve rafinasyon süresi azalacaktır. Ne kadar temiz hammadde kullanılırsa ergitme ünitesinin içinde kalma süresi de o oranda azalacağından belirli miktarda enerji tasarrufu sağlanacaktır. Bundan çıkaracağımız sonuç ise hammadde olarak hurda kullanılarak sağlanan enerji tasarrufunun, hurdayı ergitme ünitesine yüklemeyen önce yapılacak tasnif, temizleme, ayıklama gibi ön hazırlama işlemleriyle daha da artırılabilmesidir.

**Çizelge 1 : Çelik üretiminde hurda hammadde kullanımının artmasıyla primer enerji tüketiminin azalması (43)**

Yöntem	Toplam Şarj İçinde Hurda Oranı (%)	Primer Enerji Tüketimi [GJ/t]
YF + BOF	0	32
EAO (%100 Sünger Demir)	0	30,5
YF + BOF	25	26
YF + BOF	30	25
EAO (%50 Sünger Demir)	50	19,3
YF + SM	50	18
YF + SM	70	14,2
EAO	100	8,3

Çizelge 2'den görüleceği gibi bakır hurdalarından yararlanarak yapılan üretimde konsantre bakıra göre daha fazla enerji harcanması söz konusudur. Bunun nedeni bakır hurdalarının çoğu kez saf halde bulunmamasıdır. Bakır hurdaları çoğunlukla pirinç ve bronz hurdaları ile karışmıştır. Bunların içinde doğal olarak kurşun, çinko, kalay, alüminyum gibi elementler de bulunabilir. Bakır saf halde üretilmek istendiğinde içindeki diğer elementlerden arındırılması gerekir. Rafinasyon işlemlerinin fazlalığı sonucu enerji tüketiminde belirli bir artış gözükmesi normaldir. Fakat unutulmaması gereken nokta, bakırın geri kazanımı sırasında çinko, kurşun, kalay gibi metallerin de geri kazanılmış olduğudur.

Çizelge 3'te ise ham çelik, elektrolitik bakır ve ham alüminyumun cevherlerinden üretiminde tüketilen özgül enerji değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3'te görüldüğü gibi bakır ve alüminyum üretimi için tüketilen özgül enerji çeliğe göre sırasıyla 5,3 ve 7,1 kat daha fazladır. Bu üç metalin üretiminde bu metallerin hurdalarının kullanılması durumunda tüketilen özgül enerji ve sağlanan enerji tasarrufu Çizelge 4'te gösterilmiştir.

**Çizelge 2 : Bazı metallerin konsantre ve hurdadan üretiminde enerji gereksinimi (48)**

Metalin Adı	Hammadde	Son Ürün	Yöntem	Enerji Tüketimi [ Gj / t ]
Alüminyum	Boksit	Elekt.Alüminyum	Elektroliz	180
	Hurda	Alüminyum	Ergitme	25
Bakır	Konsantre	Kütük	Elektroliz	28
	Anot	Kütük	Elektroliz	10
	Hurda	Anot	Ergitme	28-42
	Hurda	Kütük	Ergitme+Elektroliz	61
Çinko	Konsantre	Saf Çinko	Elektroliz	51-63
	Hurda	Çinko	Ergitme	5
	Hurda	Çinko	Retorat	28
Kurşun	Konsantre	Ticari Kurşun	Ergitme	9
	Akü Hurdası	Sert Kurşun	Ergitme+Rafinasyon	6-10
	Konsantre	Saf Kurşun	Ergitme+Rafinasyon	16
	Hurda	Ticari Kurşun	Ergitme	1
	Hurda	Saf Kurşun	Ergitme+Rafinasyon	8
	Ticari Kurşun	Saf Kurşun	Rafinasyon	7

**Çizelge 3 : Çelik, Alüminyum ve bakırın cevherlerinden üretiminde tüketilen enerjilerin karşılaştırılması (TEP=ton eşdeğer petrol) (4)**

	Ham Çelik	Elektrolitik Bakır	Ham Alüminyum
Özgül Enerji [TEP/ton metal]	0,7	3,7	5,0
Çeliğe göre kıyaslama	1:1	5,3:1	7,1:1

**Çizelge 4 : Çelik,alüminyum ve bakırın cevherden ve hurdadan üretimindeki özgül enerji tüketimi ve sağlanan enerji tasarrufu (4)**

	Ham Çelik	Elekt.Bakır	Ham Alüminyum
Cevherden üretim için özgül enerji [TEP/ton metal]	0,7	3,7	5,0
Hurdadan üretim için özgül enerji [TEP/ton metal]	0,2	0,55	0,25
Sağlanan enerji tasarrufu [TEP/ton metal]	0,5	3,15	4,75
(%) olarak enerji tasarrufu	71	85	95

Çizelge 4'ten görüldüğü gibi çelik,alüminyum ve bakır üretiminde hurda kaynaklı hammadde kullanılmasıyla önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Çizelge 5'te özellikle taşıt araçlarında demir-çelik esaslı malzemenin yerine kullanım alanı bulan bazı plastik esaslı malzemelerin üretilmesi için gereken özgül enerji miktarları çeliğe göre (çelik %100) kıyaslanarak verilmiştir. Plastik esaslı malzemelerin yaygın olarak uygulama alanı bulmalarının nedenleri başında ucuzluk,hafiflik,estetik görünüş,titreşim söndürmesi,kolay şekillendirilmesi ve korozyon dayanımlarının iyi olması gibi öğeler gelmektedir.

**Çizelge 5 : Plastik esaslı malzemelerin çeliğe göre özgül enerji tüketimleri (4)**

Malzeme	Üretimlerinde çeliğe göre özgül enerji tüketimi (%)
Poliüretan	28
Polistiren	36
Polivinilklorür (PVC)	38
Polietilen	62
Çelik	100

1.2.1. başlığı altında açıklananları özetlemek istersek;

1) Hammadde olarak hurda kullanılmasıyla primer enerji tüketimleri tümüyle tasarruf edilir.

- 2) Hurda hammaddeler aynı zamanda birer enerji taşıyıcı olarak kabul edilirler, ikincil enerji tüketiminin ilk kademelerinde de tasarruf sağlarlar.
- 3) Hammadde olarak hurda kullanımı ve diğer enerji tasarrufu yöntemlerinin uygulanmasıyla ülke ekonomisine olumlu yönde katkı sağlanmış olur.
- 4) Hurda kullanılmasıyla sağlanan enerji tasarrufu, üretilen mamüllerin enerji maliyetlerini düşürüp iç pazarda daha ucuza satılmasını sağlarken ürünün dış pazarlarda da rekabet edebilme olanaklarını artırır.
- 5) Ülkelerin temel serveti olarak sayılabilecek enerji kaynaklarının korunup gelecek nesillerin de yararlanmasını sağlar.
- 6) Enerji üretiminden kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olur.

### 1.2.2. Hammadde Kaynaklarının Korunması Bakımından Hurda

Günden güne azalmakta olan enerji kaynakları (petrol, doğal gaz, kömür vb.) gibi yaygın olarak kullandığımız metallerin rezervleri de her geçen gün azalmaya devam etmektedir. Yeniden değerlendirilebilen metal hurdalarının toplanması ve değerlendirilmesiyle, bu metallerin cevherleri korunmakta ve gelecek kuşaklara aktarılma olanağı sağlanmaktadır.

Aslında, yakın gelecekte insanların bugün yaygın olarak kullandıkları metallerin, yani demir, alüminyum, bakır, kurşun, çinko, kalay vb. metallerin rezervlerinin tükenmesi gibi bir tehlike mevcut değildir. Kaldı ki alüminyum, demir ve bakır gibi metaller yer kabuğunda en sık rastlanan ve büyük bir yüzdeyle bulunan elementlerdir. Esas sorun, doğada sınırlı miktarda bulunan, *verimli ve ekonomik olarak değerlendirilebilir nitelikteki* maden rezervlerinin azalmasıdır. Bu tür rezervler, bünyelerindeki faydalanılabilir metal oranı, yani tenörü yüksek, teknik açıdan çıkarılıp ayıklanmaları nispeten zahmetsiz, hammadde olarak kullanıldıkları sanayi tesislerine ulaştırılmaları kolay ve ucuz maden cevheri rezervleridir. Çağımızdaki maden endüstrisi, sürekli bu tür kaliteli maden cevherlerinden yararlandığı için kaliteli rezervlerin potansiyeli azalmaktadır. Bu nedenle insanlar, günden güne artan tüketim taleplerini karşılamak amacıyla daha fakir ve verimsiz maden cevherlerine yönelmek zorunda kalmaktadırlar. Yakın gelecekte insan oğlunun karşı karşıya kalacağı fakir ve verimsiz rezervlere yönelme zorunluluğu, beraberinde pek çok teknolojik güçlüğü yanı sıra transport imkanlarının zorlaşmasına ve sonunda hammadde fiyatlarının artmasına neden olacaktır. Hammadde fiyatlarının artması mamül fiyatlarına etki edecek ve bu durum genel dünya ekonomisini olumsuz yönde etkileyecektir.

Yukarıdaki paragrafta açıkladığımız zincirleme etkileşimin gerek ülke ekonomisine, gerekse tek tek ticari kuruluşların iktisadi durumlarına olumsuz etkisinin önlenmesi



amacıyla çeşitli tedbirler alınmaya başlanmıştır. Verimli maden rezervlerinin korunması ve malzeme maliyetlerinin en düşük seviyeye indirilebilmesi amacıyla, malzeme tasarrufu konusunda alınabilecek tedbirler inceden inceye tartışılır hale gelmiştir. Malzeme tasarrufu sağlanması için yapılan bazı uygulamaları şu şekilde sıralayabiliriz:

**a) Malzemenin kg başına dayanım değerini artırmak;** herhangi bir mamül ya da makina parçasından beklenen görevi, emniyet sınırının altına düşmemek şartıyla en düşük miktarda malzeme kullanarak yerine getirmek amacıyla ürünün boyutları, et kalınlıkları ve geometrik şekli değiştirilir.

**b) Malzeme ömrünün uzatılması;** çeşitli alaşımların defalarca denenerek bir mamülden beklenen kullanım süresini karşılayacak en uzun ömürlü malzeme bileşimleri saptanır.

**c) Alternatif olanakların değerlendirilmesi;** aynı görevi yüklenebilecek malzemeler arasında en uygununu seçmektir. Örnek olarak otomotiv sanayisinde kullanılan demir-çelik ürünlerinden bazılarının yerini plastik esaslı malzemeler almıştır. Otomotiv sektöründeki bu değişim, plastik malzemelerin korozyon problemlerinin olmaması, üretim kolaylıkları, hafifliği ve maliyetlerinin daha ucuz olması bakımlarından demir-çelik esaslı malzemelere tercih edilmesiyle ortaya çıkmıştır.

Bu uygulamaların tümünün malzeme tasarrufunda önemli bir rol oynadığı muhakkaktır. Bununla beraber, hammadde kaynaklarının korunması ve gelecek kuşaklara devredilmesi amacıyla yönelik en önemli -ve gerekli- uygulama metal hurdalarının yeniden değerlendirilip yararlı hale dönüştürme (recycling) tekniklerinin geliştirilmesi olacaktır. Çünkü a'da açıkladığımız dayanım/kg değerinin ve malzeme ömrünün artırılması ve diğer alternatiflerin uygulamaya konması, hammadde kaynaklarının *tüketimini azaltarak gereksiz yere ziyan olmalarını önleme* gayesine yöneliktir. Oysa metal hurdalarının recycle edilmesi doğrudan doğruya cevherden hammadde eldesinin kısmen de olsa *ortadan kaldırılmasına ve onun yerine geçme* amacıyla yöneliktir. Günümüzde insan nüfusunun ve tüketim beklentilerinin hızla artması nedeniyle maden cevheri kaynaklı hammadde elde etme ihtiyacı da artmaktadır. Maden kaynaklı hammadde üretimi zorunluluğunun önüne geçilemeyeceğine göre teknik elemanlara düşen görev, yeniden değerlendirilebilir nitelikteki malzeme hurdalarının elden geldiğince toplanıp işlenmesi ve bilahare ergitme işlemlerinde kullanılarak maden kaynaklı hammadde ihtiyacının en az düzeye indirilmesi olacaktır.

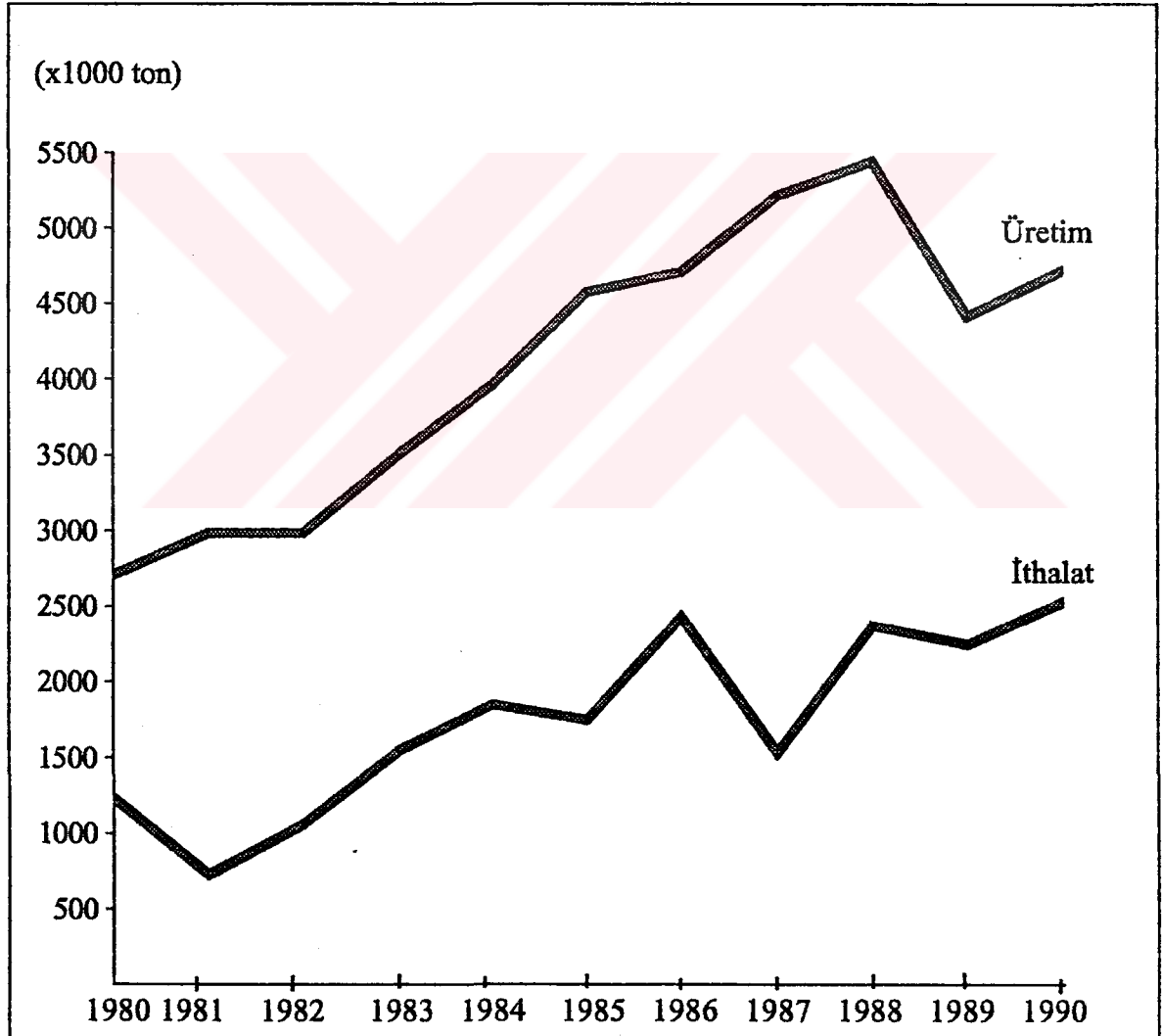
Ülkemizin yıllara göre demir cevheri üretimi ve ithalatı Çizelge 6'da sunulmuştur. Şekil 2'de ise aynı rakamlar grafiğe yansıtılmıştır.

Hammadde olarak hurda kullanılması ve maden rezervlerinin en uygun şekilde değerlendirilmesi ülkemiz açısından da kritik bir öneme sahiptir. Bölüm 1.2.1'de değinildiği gibi ülkemiz sahip olduğu doğal hammadde kaynakları bakımından zengin ve fakir ülkeler arasında ortada bir konumda yer almaktadır. Bu nedenle hammadde kaynaklarımızı

çok iyi değerlendirmemiz gerekir.

**Çizelge 6 : Türkiye'de yıllara göre demir cevheri üretimi ve ithalatı (15,54)**

Yıllar	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Üretim (x1000 ton)	2707	2983	2983	3501	3958	4573	4705	5213	5443	4414	4718
İthalat (x1000 ton)	1231	728	1064	1546	1849	1747	2428	1532	2369	2245	2529



**Şekil 2 : Ülkemizin demir cevheri üretimi ve ithalatının görünümü (15,54)**

Canlı bir örnek vermek gerekirse,ülkemiz demir cevheri rezervleri çoğunlukla tenörü düşük olanlardan meydana gelmektedir.Demir cevheri rezervleri,direkt şarja elverişli yüksek tenörlü cevherlerle,düşük tenörlü zenginleştirmeyi gerektiren cevher yatakları olmak üzere iki kategoriye ayrılırlar. Demir cevheri rezervlerimiz Sivas, Malatya,Erzincan, Kayseri,Adana ve Ankara (Kesikköprü) bölgelerinde yoğunlaşmıştır.Ülkemizde görünür 100 milyon ton,muhtemel 40 milyon ton olmak üzere 140 milyon ton yüksek tenörlü demir cevheri mevcuttur.Bu rezervlerin ancak 102 milyon tonu işletilebilir rezervlerdir. Düşük tenörlü demir cevheri yataklarının toplam rezervi ise 1,24 milyar tondur. Ancak bunların işletmeye alınması çok büyük finansal kaynakların temin edilmesine bağlıdır. Ülkemizde oluşan demir-çelik hurdalarının en iyi şekilde toplanıp değerlendirilmesiyle,az bulunan zengin tenörlü demir cevheri yataklarının korunmasına ve gelecek nesillere aktarılmasına yardım edilmiş olunacaktır.

Bu alt bölümdeki açıklamaları maddeler halinde özetlemek istersek;

- 1) Ekonomik ve teknik açıdan verimli olarak işletilebilen maden yataklarının potansiyeli azalmaktadır.
- 2) İnsanlar yakın gelecekte şimdikiyle kıyaslandığında tenörleri daha düşük,verimli olarak işletilmeleri ekonomik ve teknik açıdan daha zor olan maden yataklarına yönelmek zorunda kalacaklardır.Bu olumsuz durum,hammadde fiyatlarını artıracak ve sonuçta ekonomileri olumsuz yönde etkileyecektir.
- 3) Ekonomikliği sağlamak amacıyla malzeme tasarrufuna gidilmektedir.Başlıca tasarruf yöntemleri;dayanım/kg değerinin yükseltilmesi,malzeme ömrünün uzatılması ve alternatif malzeme olanaklarının değerlendirilmesidir.
- 4) Hurdadan kazanılarak yeniden yararlı hale getirilen metal malzeme,o metalin maden rezervlerinin korunması anlamına gelmektedir.
- 5)İyi tasnif edilmeleri,fiziksel ve kimyasal özellikleri ergitme ocağına atılmadan önce iyileştirilmeleri koşuluyla hurda kökenli hammaddeler,oldukça temiz ve kaliteli bir hammadde olarak cevherden elde edilen hammaddelerin yerine kullanılabilirler ve hatta ergitme işleminde daha az rafinasyon işlemi gerektirirler.
- 6) Hammadde olarak hurda kullanımının diğer bir avantajı,bir önceki bölümde açıklandığı gibi hurda hammaddelerin enerji taşıyıcı olmaları nedeniyle enerji tasarrufu sağlamalarıdır.
- 7) Türkiye'de yeniden değerlendirilebilir nitelikte her tür hurda toplanmalı ve hammadde olarak kullanılmalıdır.Böylece hem bugünkü ekonomiye katkıda bulunulurken hem de doğal yeraltı zenginliklerimizin korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması mümkün olacaktır.

### 1.2.3. Sanayi Kaynaklı Çevre Kirliliğinin Azaltılması Bakımından Hurda

Herhangi bir mamül üretilinceye kadar belirli bir enerji tüketilir. Bir malzeme, hammadde halinden mamül haline geçinceye kadar ara kademe imalat işlemleri sırasında bir miktar atık madde oluşmasına neden olur. Mamül, tüketildikten sonra kısmen veya tamamen çöpe atılır veya hurdaya ayrılır. Böylece imalat aşamalarındaki atıklar, imalat için gereken enerjinin üretilmesinden ve tüketilmesinden kaynaklanan kirlilik ve son olarak mamülün kendisi belirli bir kirliliğe yol açar. Sanayiden kaynaklanan çevre kirliliğinin temeli budur. Sanayi kaynaklı kirliliğin azaltılması için;

- a) Tüketilen enerjinin azaltılması
- b) İmalat kademelerinde ortaya çıkan hurda ve çöplerin değerlendirilmesi, değerlendirilemeyenlerin doğal yaşama zarar vermeyecek şekilde depolanması veya yakılarak imha edilmesi
- c) Mamül tüketildikten sonra oluşan hurdaların ve diğer atıkların değerlendirilmesi, değerlendirilemeyenlerin zararsız şekilde depolanması veya yakılarak imha edilmesi gerekmektedir.

Metal hurdalarının değerlendirilmesiyle bu üç amaca birden hizmet edilmekte ve sanayi kaynaklı çevre kirliliği azaltılmaktadır. Şöyle ki; metal hurdalarına dayanan üretimde tüketilen enerji, maden cevheri kaynaklı hammadde kullanılarak yapılan üretime göre daha azdır (Bkz. 1.2.1.). Daha az enerji harcanmasıyla, daha az yakıt tüketilir ve daha az CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> ve diğer gazlarla kül ve kurum gibi katı partiküller açığa çıkar, hava kirliliği azaltılır. İmalat kademelerinde ortaya çıkan çöp ve hurdaların değerlendirilmesiyle sanayi tesislerinde oluşan atık maddeler değerlendirilirken bu tesislerde oluşan çöp miktarı azaltılmış olur. Bu azalmayla özellikle zararlı atıkların tesisten uzaklaştırılması, depolanması ve bertaraf edilmesi kolaylaşır. Mamül tüketildikten sonra ortaya çıkan çöp ve artıklar da önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bunların elden geldiğince değerlendirilmesiyle çöp ve atık alanlarından tasarruf edilmiş olur.

Çöp toplama ve biriktirme alanları sınırlı olan ülkeler, tüketim artıklarını toplayıp yeniden değerlendirme imkânlarını en çok arayan ülkeler olmaktadır. Örneğin Almanya'da her yıl 2.000.000 'dan fazla otomobil hurdaya ayrılmaktadır. Bu otomobil hurdalarının birbiri üzerine konarak stoklanmaları istenseydi, 3 metre yüksekliğinde ve 350 futbol sahası kadar alan kaplayacak boş bir alana gereksinim olacağı belirtilmiştir. Oysa bu hurdaların değerlendirilmesiyle biraz önce belirttiğimiz kadar geniş bir alan işgal edilmemiş olmaktadır. Otomobil hurdalarının 2/3'ünden fazlası çelik üreten tesislerin kullandığı hurda haline getirilmekte, kalan kısmı ise demir esaslı olmayan malzemeler (lastik, plastik, deri, kumaş, cam ve bazı metaller) olarak açığa çıkmaktadır. Demir-çelik esaslı olmayan malzemelerin ikinci bir tasnif ve temizleme operasyonundan ge-

çirilmesiyle bir miktar daha recycle edebilir nitelikte malzeme açığa çıkmakta ve artakalan işe yaramaz kısım çöpe atılmakta veya uzaklaştırılıp imha edilmektedir. Ancak çöpe atılan miktar bilinçli işlemlerle en aza indirildiği için bu çöplerin uzaklaştırılması, imhası veya gömülmesi için harcanan para ve çöp toplama-biriktirme alanları da kısmen azaltılmış olmaktadır.

Metalden üretilen mamüller hurdaya çıktıktan sonra yeniden değerlendirme operasyonları için en uygun malzemelerdir. Demir-çelik, alüminyum ve bakır dünyada en çok üretilen ve tüketilen ilk üç malzemedir. Üçünün de hurdalarının değerlendirilmesi söz konusudur ve bu üç metalin hurdalarının daha iyi işlenip değerlendirilmesi amacıyla araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmakta, hurda işleyen tesisler kurulmaktadır. Değerli metaller grubunda bulunan platin, altın ve gümüş metalleri için de geri kazanım çalışmaları yapılmaktadır. Diğer metallerin hurdalarından geri kazanım yöntemleri ise ekonomik ve teknik verimlilik sağlandığı ölçüde uygulanmaktadır. Günümüzde ekonomik kazançlar hâlâ doğal yaşam çevresinin korunması gereğinden önce gelmektedir. Ancak bir gün gelecek ve insanlar çevre sağlığını birinci derecede önemsemeye mecbur kalacaklardır. İşte o günden itibaren bugün mali yetersizlikler nedeniyle uygulanmayan geri kazanım yöntemleri uygulanmaya başlanacaktır.

Ülkemizi bir yandan kalkındırırken, diğer taraftan doğal zenginliklerimizin ve yaşadığımız çevrenin korunmasına özen göstermemiz gerekir. Metal hurdalarının toplanıp yeniden yararlı hale getirilmesi çevre sağlığını koruma amacına önemli ölçüde hizmet edeceğine göre, konuyla ilgili bilinçlendirme çalışmalarının yapılması kaçınılmaz olmuştur. Sevindirici bir gelişme olarak geçen yıl İzmir'de başlatılan bir kampanya ile yaklaşık 1000 ton kadar metal kola-meşrubat kutusu toplanmıştır. Bu kutuların üst kapak kısmı paslanmaz çelik, yan çeperleri ise alüminyumdur. Ülkemizde şu anda bu kutuları işleme imkânı bulunmadığından bu kutuların başka bir ülkeye gönderilmesi beklenmektedir.

Metal hurdalarının değerlendirilmesinin çevre dostu bir uygulama olduğuna işaret ederken çevre sağlığının korunması ile ilgili önemli bir noktaya daha temas etmek yerinde olur. Çevre sağlığının korunması, onu tehdit eden tehlikelerin bir bütün halinde ele alınıp gerekli tedbirlerin hep birlikte uygulamaya konmasına bağlıdır. Çevre kirliliği yalnızca plastik maddelerin, egzoz ve baca gazlarının sonucu değildir. Doğal yaşam korunmak isteniyorsa onun bütün gerekleri (ormanlık arazilerin korunması ve yenilerinin oluşturulması, verimli tarım arazileri üzerinde yapılaşmanın engellenmesi, akarsu, göl ve denizlere akıtılan atık ve artıkların filtrasyona tutulması, hızlı nüfus artışının önüne geçilmesi, metal hurdaları gibi recycle edebilen cam, kağıt ve bazı plastiklerin mutlaka yeniden değerlendirilmesi, recycle edilemeyen malzemelerin kullanımının sınırlandırılması ve işlenip daha az zararlı hale getirilmesi, toplu ulaşımın teşvik edilmesi gibi

tümünü burada sayma olanağı bulunmayan önlemler) yerine getirilmelidir. Bu gerekli önlemlerden bir veya birkaçının ihmal edilmesi durumunda insanların çevre koruma konusunda önemli ölçüde başarısızlığa uğrayacağını tahmin etmek hiç te güç değildir.

Bu alt bölümde ele alınan konuyu maddeler halinde özetlersek:

- 1) Metal hurdaları yeniden değerlendirildiğinde, maden cevheri kaynaklı hammaddeden yapılan üretime göre daha az enerji gereksinimi doğar, dolayısıyla enerji üretiminden kaynaklanan çevre kirliliği azalır.
- 2) Metal hurdaları yeniden değerlendirilebildiği için oluşan çöp miktarı azaltılmış olur.
- 3) Aynı nedenle çöplerin biriktirilmesi için ayrılan çöp alanlarından da tasarruf edilir.
- 4) Metal hurdalarının değerlendirilmesi sanayi kaynaklı çevre kirliliğini azaltır. Ancak çevre sağlığının korunması açısından başarılı olunmak isteniyorsa, ona zarar veren bütün etkenler gözönüne alınmalı ve bu etkenlerin ortadan kaldırılması veya en azından etkilerinin azaltılması için yapılması gereken çalışmalar birbiriyle koordineli olarak yürütülmelidir.

#### **1.2.4. Metal Hurdalarının Değerlendirilmesinin Ülkemiz Açısından Stratejik Önemi**

Bir ülke kendi ağır sanayisini ve buna bağlı savunma sanayisini kurmak zorundadır. Savunma sanayiinin temeli demir-çeliktir. Ülkemiz, savunma sanayisinin ihtiyacı olan hammaddeyi temin edebilecek yeterlilikte olmalıdır. Savunma sanayiinin önemi bilinmekle beraber bir ülkenin güvenliğinin devamını sağlayabilmesi için ekonomisinin de güçlü ve istikrarlı olması gerekir. Ekonominin istikrarı, ekonomiyi oluşturan sektörlerin istikrarına bağlıdır. Bu sektörlerin içinde en önemlisi olan ve bir lokomotif görevi yapan sektör demir-çelik sektörüdür. Demir-çelik sektörünün yaşamasını sağlamak amacıyla, bu sektörün hammadde ve enerji gibi temel girdilerinin kesintisiz olarak sağlanması gerekir.

Ülkemiz demir-çelik sektörü hammadde bakımından kısmen dışa bağımlıdır. Ülkemiz demir cevheri ihtiyacının bir kısmını dışarıdan karşılamak zorundadır (Bkz Çizelge 6 ve Şekil 2). Demir-çelik hurdasındaki durum ise daha kötüdür. Ülkemizde çelik üretiminde %60'a yakın bir oranda elektrik ark ocağı (EAO) kullanılmaktadır. Bilindiği gibi EAO'larında %100 hurda şarjına gerek duyulur. EAO'larının ihtiyacı olan demir-çelik hurdasının yalnızca %20'si iç kaynaklardan karşılanmakta, %80'i ise ithal edilmektedir (19). Bunun için önemli miktarda döviz ödenmektedir. Hurda demir-çelik ithalatı için ödenen döviz, mamül halde çelik ürünleri ihracatıyla veya başka kaynaklardan karşılanmak zorundadır. Demir-çelik hurdası bir borsa malı olduğu için fiyatı çok çeşitli faktörlerle sürekli inip çıkmaktadır. Bu fiyat dalgalanmaları hurdanın arz ve talep ilişkisine ve bu alanda çalışan şirketlerin yaptığı spekülasyonlara göre şekillenir. Bu tür fiyat

hareketlilikleri sırasında ülkemiz açısından demir çelik hurdası temininde güçlükler ortaya çıkabilir.Eğer demir-çelik hurdası temininde güçlük çekilirse,demir-çelik sektörü ve ona zincirleme bağlı bütün sektörler (inşaat,imalat vb.) ciddi sorunlarla karşı karşıya kalabilir.

Bugünkü demir-çelik hurdası ihracatı ABD başta olmak üzere çelik tüketimi fazla olan gelişmiş ülkelerle kendi demir-çelik sanayisi olmayan veya çok az olan ülkeler, hurda ithalatı ise çoğunlukla Türkiye,Güney Kore,Japonya,İspanya ve İtalya gibi ülkeler tarafından yapılmaktadır.Bu noktada iki olumsuz durum karşımıza çıkabilir.Birincisi, demir-çelik sanayisi gelişmiş olmadığı için hurda ihraç eden ülkelerin kendi demir-çelik sanayilerini kurması ve kendi hurdalarını kendi olanaklarıyla değerlendirmeye başlamasıdır.İkincisi ise ABD gibi önemli hurda ihracatçılarının kendi hurdalarını kendi tesislerinde değerlendirmeye çalışması veya başka nedenlerle hurda ihracatlarını kısması olabilir.Her iki durumda da ülkemiz demir-çelik sektörünün hurda temininde sıkıntıya gireceği açıktır.

Hurda ve demir cevheri bakımından büyük ölçüde dışa bağımlı olduğumuza göre bazı tedbirlerin alınması gerekir.Bunların ilki,ülke sınırları içinde oluşan bütün metal hurdalarının toplanması,işlenmesi ve ergitilerek tekrar değerlendirilmesi konularına gereken özenin gösterilmesidir.Ülkemizde oluşan hurdaları şimdikinden daha iyi değerlendirebilirsek,hurda bakımından dışa bağımlılığımızı -hiç değilse bir miktar- azaltabiliriz.Demir cevherine olan bağımlılığımızı ise mevcut maden yataklarımızın kapasitesini artırmak ya da bugün yararlanamadığımız ve 1 milyar tonun üzerinde olduğu sanılan düşük tenörlü rezervlerimizi işletmeye açmak suretiyle azaltabiliriz.Tabii ki bunların işletmeye açılması geniş finansal kaynağın sağlanmasına bağlıdır.

Bölüm 1.2.4'te açıklananları maddeler halinde özetlersek:

- 1) Gerek savunma sanayiinin,gerekse ekonominin lokomotif sektörü olan demir-çelik sektörünün beslenmesi, demir-çelik üretiminde kullanılan hammaddelerin kesintisiz olarak temin edilmesine bağlıdır.
- 2) Türkiye;enerji kaynağı olan kömür ve petrol,hammadde kaynağı olan demir-çelik hurdası ve demir cevheri ihtiyacının bir bölümünü yabancı ülkelere karşılamaktadır,dolayısıyla hammadde açısından kısmen dışa bağımlıdır.
- 3) Demir-çelik hurdası bir borsa malı olduğundan fiyat dalgalanmaları olmakta ve bu fiyat dalgalanmaları demir-çelik sektörünü etkilemektedir.
- 4) Herhangi bir nedenle demir çelik hurdasının ülkemize girişi istek dışı azalursa,bundan ülke sanayisi ve ekonomisi zarar görür.
- 5) Metal hurdalarımızı mümkün olduğunca değerlendirerek bu alandaki dışa bağımlılığımızı bir miktar azaltabiliriz.

### 1.2.5. Ekonomiye Yaptığı Olumlu Katkılar Bakımından Hurda

Metal hurdalarının değerlendirilmesiyle enerji tasarrufu sağlanması,hammadde kaynaklarının ve doğal çevrenin korunması konularına ve bunların ekonomi üzerindeki olumlu katkılarına daha önce değinilmişti.Bu alt bölümde,metal hurdalarının ülke ekonomisi üzerine yapacağı olumlu katkıları şimdiye kadar gözardı edilen farklı bakış açılarından incelemeye çalışacağız.Bu farklı bakış açılarının ortaya konulmasıyla metal hurdalarının değerlendirilmesi konusunun önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Ülkemizde oluşan metal hurdalarının en iyi şekilde değerlendirilmesiyle özellikle demir-çelik hurdası ithalatımız az da olsa düşürülebilir.Böylece bu hammadde için dışarıya ödediğimiz döviz azaltılır ve ihracat-ithalat dengesinin sağlanmasına,dolayısıyla ekonomiye olumlu bir katkıda bulunulmuş olur.Yukarıda hurda çelik ithalatımızın «az da olsa » düşürülebileceğini söyledik.Çünkü bugün için ülkemizin demir-çelik hurdası ihtiyacının tamamını kendi kaynaklarından karşılaması mümkün değildir.Bunun nedenlerinden biri,ülkemizde EAO yöntemiyle çelik üretiminin ağırlıklı paya sahip olmasıdır. Diğer bir nedense,ülkemiz çelik üretiminin daha çok uzun ürünlere yönelik olmasıdır. Bilindiği gibi uzun ürünler çoğunlukla inşaat sektöründe kullanılmakta ve bu ürünlerin hurda olarak geri dönmeleri çok uzun süre almaktadır.Ülkemizin bundan 10-15 yıl önceki çelik tüketimi de şimdiki seviyesine göre düşük olduğundan ülke içi ticari hurda (sermaye hurdası+işlem hurdası) oluşumu yeterli olmamaktadır.

Hurdalar ilk halleriyle olduğu gibi ergitme ünitesine yüklenemezler.Ergitme işleminden önce bazı aşamalardan geçirilmeleri gerekir.Bu aşamalar;hurdaların toplanması,tasnif edilip malzemelerine göre ayrılması ve işlenmesi olarak özetlenebilir.Bu aşamaların herbiri kendi başına bir işkoludur.Ülkemizde metal hurdalarının değerlendirilmesinin önemi arttıkça bu işkolları zamanla gelişecek ve önemli miktarda iş imkânı (istihdam) sağlayacaktır.Bu arada hurdaların işlenmesi (ergitme ocağına girmeden önce metal hurdalarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek için yapılan işlemler) konusu çok büyük bir sektör durumundadır.Bir rakam vermek gerekirse,dünya üzerinde sayıları 600'ü bulan shredder (dilimlenmiş) hurda hazırlayan tesis vardır.Bu tesislerin ihtiyacı olan makina,pres ve diğer teçhizatın sağlanması için daha değişik yan sanayiler türemekte,daha çok iş olanağı sağlanırken ekonomiye yeni bir sektör kazandırılmakta ve sonuçta ülke ekonomisi canlanmaktadır.

2000'li yıllara yaklaşırken çelik üretiminde 350-400 milyon ton hurda kullanılacağı tahmin edilmektedir.Böylesine büyük miktarların ergitme tesislerine ulaştırılması için yapılacak nakliye masraflarının büyüklüğü göz önüne getirildiğinde metal hurdalarının ulaştırma ve taşıma sektörüne ne denli büyük katkıda bulunduğu anlaşılabilir.Ülkemizin çelik üretimi her geçen yıl artmakta,dolayısıyla demir-çelik



hurdasının ergitme tesislerine daha rahat ulaştırılması talebi de giderek artmaktadır. Artan bu talep kara ve demiryolu ağımızın geliştirilmesi ve yeni limanların yapılması ihtiyacını da beraberinde getirecektir. Bylece metal hurdaları, ekonominin bir başka boyutuna da hareketlilik kazandırmış olacaktır.

Bu bölümde anlatılanlar maddeler halinde özetlenirse:

Metal hurdalarının en iyi şekilde değerlendirilmesiyle ekonomiye;

- a) Enerji tasarrufuyla,
- b) Daha az hurda ithal edip bunun karşılığında daha az döviz ödeyerek,
- c) Hammadde kaynaklarımızı ve vre sağlığını yani dğal zenginliklerimizi koruyarak,
- d) Yeni işkolları ve istihdam olanakları kazandırarak,
- e) Konu ile ilgili yan sanayinin gelişmesini sağlayarak,
- f) Kara ve demiryolu ağımızı güçlendirip taşımacılık sektörünü geliştirerek,
- g) Konu içinde bahsedemediğimiz ekonomiye canlandıran diğer olumlu yanlarıyla katkıda bulunmuş oluruz.



## 2. DEMİR-ÇELİK HURDALARI

Bu ana bölüm başlığı altında demir-çelik hurdasının oluşumu, toplanması, temini, tasnifi, fiziksel ve kimyasal özellikleri, özelliklerin iyileştirilmesi için yapılan işlemler ve kullanılan makinalar gibi teknik konularla, hurda ticareti ve hurda fiyatının oluşumu gibi ekonomik yönü ağır basan konular geniş olarak incelenecektir. Ele alacağımız bu konularla olan yakın ilişkisi nedeniyle Dünya ve Türkiye'de demir-çelik endüstrisinin genel görünümü bölümün başında ana hatlarıyla incelenecektir. Bir referans teşkil etmesi için çeşitli çizelge ve grafikler de bu bölüme eklenmiştir.

### 2.1. TÜRKİYE VE DÜNYA'DA DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Bu konu, kendi başına tez konusu olabilecek kadar geniş kapsamlı olduğu için burada mümkün olduğunca kısa ve öz bilgi verilecektir.

Demir-Çelik sektörü, ekonominin lokomotifi olarak kabul edilir. Çeliksiz kalkınma olamayacağı tartışma götürmeyen bir gerçektir. Demir-Çelik sektörü bir taraftan kara ve demiryolu ile bina inşaatları gibi altyapı yatırımlarının hammaddesi olan çelik ürünlerini karşılarken, diğer taraftan imalat sanayisinin ihtiyacı olan alaşimsız ve alaşımli çeliklerle diğer özel demir-çelik ürünleri ihtiyacını karşılar. Altyapı yatırımlarının ihtiyacı olan inşaat demiri ve çeşitli profiller *uzun mamüller* olarak bilinirler. İmalat sanayisinin ihtiyaç duyduğu sac ve diğer çelik ürünleri ise *yassı mamüller* olarak bilinir. Uzun ve yassı mamüllerin kullanım sahalarında olduğu kadar üretim tekniklerinde de farklılıklar vardır. Çelik üreten tesisler genelde ya yalnız uzun ürüne, ya da yassı ürüne yönelik çalışırlar.

Dünya çelik üretim verilerine baktığımızda gelişmiş ülkelerin çelik üretiminin son yıllar içinde çok az gelişme gösterdiğini, ülkemizin de aralarında bulunduğu gelişmekte olan ülkelerin çelik üretimlerinin ise hızla arttığını görürüz. Bir başka deyişle dünya çelik üretiminde kalkınmış ülkelerin toplam içindeki payının azaldığını fakat kalkınmakta olan ülkelerde bu payın arttığını söyleyebiliriz.

IISI verilerine göre 1991'de dünya çelik üretimi bir önceki yıla göre %4,6 düşerek 734,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 7'de dünya ham çelik üretiminin ülke gruplarına göre dağılımı ve 1990 yılına göre % olarak değişimi verilmiştir.

Gelişmiş ülkeler altyapı eksikliklerini büyük ölçüde gidermiş ve en azından kararlı bir denge durumu sağlamışlardır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerin uzun ürünlere olan talebi azalmış, yassı ürünlere olan talebiyse artarak devam etmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise hâlâ tamamlanmayı bekleyen altyapı eksiklikleri mevcuttur. Bundan dolayı gelişmekte olan ülkeler altyapı eksikliklerini gidermek için uzun ürünlere daha çok ihtiyaç duymaktadırlar.

Gelişmekte olan ülkelerde de altyapı harcamaları bir denge kazandığı zaman uzun ürün istemlerinde bir düşme görülecektir.

Çizelge 7 : Ülke gruplarına göre ham çelik üretimi (milyon ton olarak) (26)

	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1990-1991 % değişim
Gelişmiş Ülkeler	380,2	390,4	395,5	391,3	360,9	351,9	374,2	375,6	-2,6
AT (12)	137,4	136,9	140,1	137,8	126,5	125,7	135,6	134,4	0,4
ABD	79,4	88,9	88,8	90,7	80,9	74,0	80,1	83,9	-10,7
Japonya	109,6	110,3	107,9	105,7	98,5	98,3	105,3	105,6	-0,6
Gelişmekte olan Ülkeler	109,2	102,3	102,6	97,9	87,7	80,6	76,8	69,8	6,8
Eski SSCB ve Doğu Avrupa	167,0	203,6	219,2	224,3	224,4	221,8	214,1	214,3	-18
Çin ve diğer merkezi planlı Asya Ülkeleri	77,9	73,6	68,9	66,6	63,4	59,2	53,7	50,3	5,8
Dünya Toplamı	734,4	769,9	786,2	780	736,4	713,5	718,9	710,1	-4,6

Ülkemizde yalnızca Ereğli Demir-Çelik İşletmesi yassı ürüne yönelik çalışmakta, diğer çelik üretim tesisleri ise uzun ürüne yönelik çalışmaktadırlar. Bugün için ülkemizde ihtiyaçtan fazla uzun ürün üretilmekte ve ortadoğu ülkeleri başta olmak üzere ihraç edilmektedir. Ülkemizin yassı mamül talebi arzın üzerindedir, aradaki fark ithalat yoluyla kapatılmaktadır. İmalat sanayimizin gelişmekte olduğu göz önüne alınırsa yassı mamüle olan gereksinim de giderek artacaktır. Bu nedenle yassı ürüne yönelik büyük kapasiteli bir tesisin kurulması ülkemizin yararına olacaktır.

Bir ülkede tüketilen çeliğin cinsi hurda oluşumunu etkilemektedir. Uzun ürünler çoğunlukla altyapı yatırımlarında tüketilirler ve hurda olarak geri dönüş süreleri uzundur. Yassı ürünler çoğunlukla imalat sanayiinde kullanıldıkları için işlem hurdası ve tüketimden sonra sermaye hurdası olarak geri dönüş süreleri uzun mamüllere göre daha kısadır. Bu nedenle %50-60 oranında yassı mamül tüketen gelişmiş ülkelerde hurda oluşumu da fazla olmakta ve bu ülkeler ihtiyaç fazlası hurdayı ihraç etmektedirler. Türkiye gibi %70-80 uzun ürün üreten ülkelerde üretilen bu mamüller uzun ömürlü altyapı yatırımlarında kullanılmakta dolayısıyla ülke bünyesinde hurda oluşumu yetersiz olmaktadır. Bu yüzden ülkemiz dünyada en çok hurda ithal eden ülkelerden biri durumundadır.

Dünya çelik üretimine proses bazında baktığımızda başlıca üç çelik üretim yönteminin mevcut olduğunu görürüz:

Bazik veya asit astarlı oksijen konverterleri veya fırınları (BOF),elektrik ark ocakları (EAO) ve Siemens-Martin fırınları (SM).

Bu proseslerden EAO'da %100 diyebileceğimiz bir oranda hurda şarjı mümkündür.SM'de hurda şarjı %100'e yaklaşabilir.BOF ise çeşitli koşullara göre değişen %20-35 oranında hurda şarjına uygundur.

BOF'da sıvı ham demire saf oksijen üflendiğinde ekzotermik (dış ortama ısı veren) reaksiyonlar meydana gelir.Ortaya çıkan bu ısının değerlendirilmesi amacıyla soğutucu olarak hurda veya direkt redüklenmiş (sünger demir) demir şarj edilir.BOF'da sıvı ham demirin ham çeliğe dönüştürülmesi için gereken rafinasyon işlemleri kaliteli hurda için yapılan rafinasyon işlemlerinden daha fazladır.Dolayısıyla BOF'da hurda kullanım (şarj içindeki hurda oranı) oranının artması metalurjik bakımdan da avantaj sağlamaktadır.BOF'da çelik üretimi 1950'li yıllarda başlamış ve çok hızlı bir gelişme göstererek bugün en çok çelik üretilen yöntem haline gelmiştir.Ülkemizde İsdemir 2.200.000 ton/yıl ve Erdemir 2.000.000 ton/yıl kapasiteye sahiptir.

SM fırınlarının sayı ve kapasiteleri BOF ve EAO'da görülen gelişmeler sonucu önemli bir düşme göstermiştir.SM fırınları halen dünya çelik üretiminin %10'dan fazlasını karşılamakla birlikte 2000'li yılların başından itibaren uygulamadan kalkmaları beklenmektedir.Günümüzde eski SSCB (Rusya Federasyonu+Bugün bağımsız olan ülkeler)ve Doğu Avrupa ülkelerinde ağırlıklı paya sahip olmakla birlikte Japonya ve Batı Avrupa ülkelerinin çoğunda terkedilmiş bir yöntemdir.Yakın gelecekte BDT ve Doğu Avrupa ülkelerinde SM fırınlarının yavaş yavaş ortadan kalkacağı düşünülürse,bu ülkelerde önemli miktarda ihtiyaç fazlası hurda arzı meydana gelecektir.Ülkemiz gerek bölgeye coğrafi yakınlığı,gerekse hurda isteminin çokluğu nedeniyle,oluşacak bu hurda kaynağından en iyi şekilde yararlanmanın yollarını aramalıdır.Bugün ülkemizin en eski demir-çelik tesisi olan Karabük 'te (1939 yılında üretime başlandı) SM fırınıyla üretime devam edilmektedir. Tesis,6 adet 150 ton/döküm kapasiteli SM fırınından oluşmuştur ve yıllık kapasitesi 680.000 tondur.

EOA'ları hurdaya en çok bağımlı ve duyarlı olan çelik üretim yöntemleridir. Hurdanın fiyatı,temin edilebilirliği,fiziksel ve kimyasal özellikleri ile elektrik enerjisinin fiyatı gibi unsurlar EAO' da üretilen çeliğin maliyet ve kalitesini doğrudan etkiler.EAO'ları ilk kuruldukları yıllarda yoğun olarak hurda oluşan bölgelerde kurulur ve yakın çevrelerinde oluşan hurdayı tüketirlerdi.Günümüzde EAO'ları teknolojik olarak ve kapasite bakımından çok önemli bir ilerleme göstermiş ve dünya çapında bir hurda ticareti ve piyasası teşekkül etmesine neden olmuşlardır.Dünya çelik üretiminde %28 civarında bir paya sahiptirler.Ülkemizde bu oran %50'nin üzerinde olup özel sektör EAO ile çelik üretiminin tamamına yakını gerçekleştirilmektedir.Kamu sektörü MKE'nin Kırıkkale'deki 60.000 ton/yıl kapasiteli EAO ile üretim yapmaktadır.

Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu aynı zamanda tüm kamu kurum ve kuruluşlarının sahip olduğu araç ve metal hurdasını toplama yetkisine sahiptir. MKE bu hurdaları, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nca her altı ayda bir tespit olunan hurda alım fiyatları üzerinden satın alır. Daha sonra bu hurdalar kesim, söküm, tasnif gibi işlemlerden geçirilerek savunma sanayi üretimine yönelik faaliyet gösteren fabrikalarda hammadde olarak kullanılır. MKE'den alınan bilgiye göre son beş yılda bu kurumun aldığı hurda malzeme miktarı Çizelge 8'de verilmiştir.

**Çizelge 8 : MKE'nin aldığı hurda malzeme miktarı (36)**

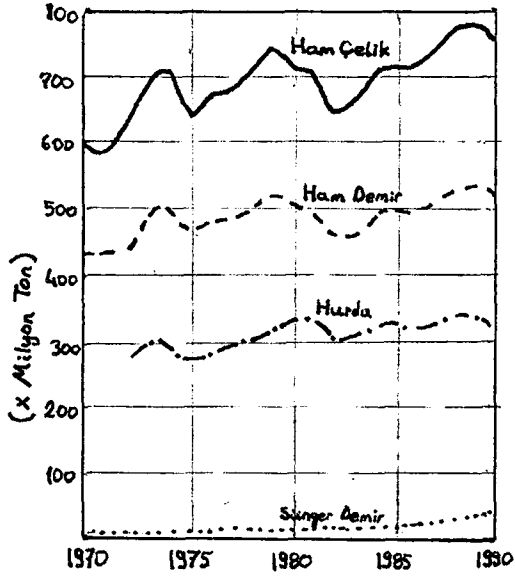
Yıl	1988	1989	1990	1991	1992(11. aya kadar)
Ton	59.349	124.705	77.895	77.176	68.020

Çizelge 9 'da ülkelerin yıllara göre ham çelik üretimleri verilmiştir. (26)

**Çizelge 9 : Ülkelerin Yıllara göre Ham Çelik Üretimleri (Milyon Ton Olarak) (26)**

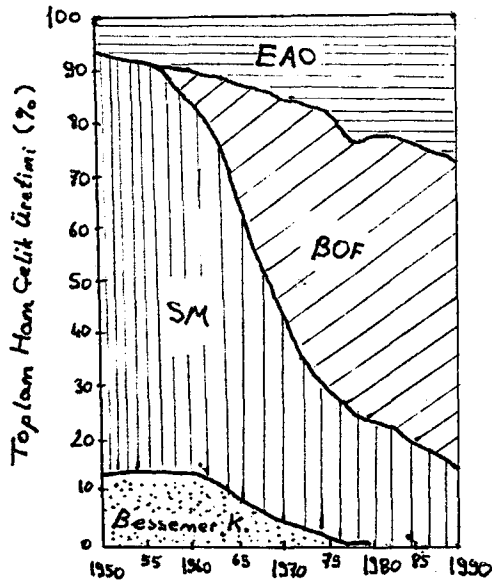
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
SSCB	154.2	154.7	160.5	161.9	163	160.1	154.4	133.6
Japonya	105.6	105.3	98.3	98.5	105.7	107.9	110.3	109.6
A.B.D.	83.9	80.1	74.0	80.9	90.7	88.8	88.9	79.4
Çin	43.5	46.8	52.2	56.3	59.4	61.6	66.3	70.7
Almanya	39.4	40.5	37.1	36.2	41	41.1	38.4	42.2
G.Kore	13	13.5	14.6	16.8	19.1	21.9	23.1	26.0
İtalya	24.1	23.9	22.9	22.9	23.8	25.2	25.5	25.0
Brezilya	18.4	20.5	21.2	22.2	24.7	25.1	20.6	22.6
Fransa	19.0	18.8	17.9	17.7	19.1	19.3	19.0	18.4
İngiltere	15.1	15.7	14.7	17.4	19.0	18.7	17.8	16.5
Hindistan	10.5	11.9	12.2	13.1	14.3	14.6	15.0	16.4
Kanada	14.7	14.6	14.1	14.7	14.9	15.5	12.3	13.0
İspanya	13.5	14.2	11.9	11.7	11.9	12.8	12.9	12.9
Çekoslovakya	14.8	15.0	15.1	15.4	15.4	15.5	14.9	12.3
Belçika	11.3	10.7	9.7	9.8	11.2	10.9	11.4	11.3
Tayvan	4.9	5.2	5.5	5.8	8.3	9.0	9.7	11.0
Polonya	16.5	16.1	17.1	17.1	16.9	15.1	13.6	10.3
G.Afrika	7.7	8.5	8.9	9.0	8.8	9.3	8.6	9.5
Türkiye	4.3	4.9	5.9	7.0	8.0	7.8	9.3	9.3
Meksika	7.6	7.4	7.2	7.6	7.8	7.9	8.7	8.0
Romanya	14.4	13.8	14.3	15.0	14.3	14.4	9.8	7.1
K.Kore	6.5	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.0
Avustralya	6.3	6.6	6.7	6.1	6.4	6.7	6.7	6.2
Hollanda	5.7	5.5	5.3	5.1	5.5	5.7	5.4	5.2
İsveç	4.7	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7	4.5	4.3
Avusturya	4.9	4.7	4.3	4.3	4.6	4.7	4.3	4.2
Lüksemburg	4.0	3.9	3.7	3.3	3.7	3.7	3.6	3.4
Venezuela	2.8	3.1	3.4	3.7	3.6	3.2	3.2	3.1
Arjantin	2.6	2.9	3.2	3.6	3.6	3.9	3.6	3.0
Finlandiya	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9
Mısır	0.9	1.0	1.0	1.4	2.0	2.1	2.2	2.5
Diğer	32.4	35.1	36.5	37.8	39.2	39.1	36.9	27.4
<b>Toplam</b>	<b>710,1</b>	<b>718,9</b>	<b>713,5</b>	<b>736,4</b>	<b>780,0</b>	<b>786,2</b>	<b>769,9</b>	<b>734,4</b>

Şekil 3'te 1970'den beri dünyada ham çelik,ham demir ve sünger demir üretimi ile hurda oluşumu grafik halinde verilmiştir.



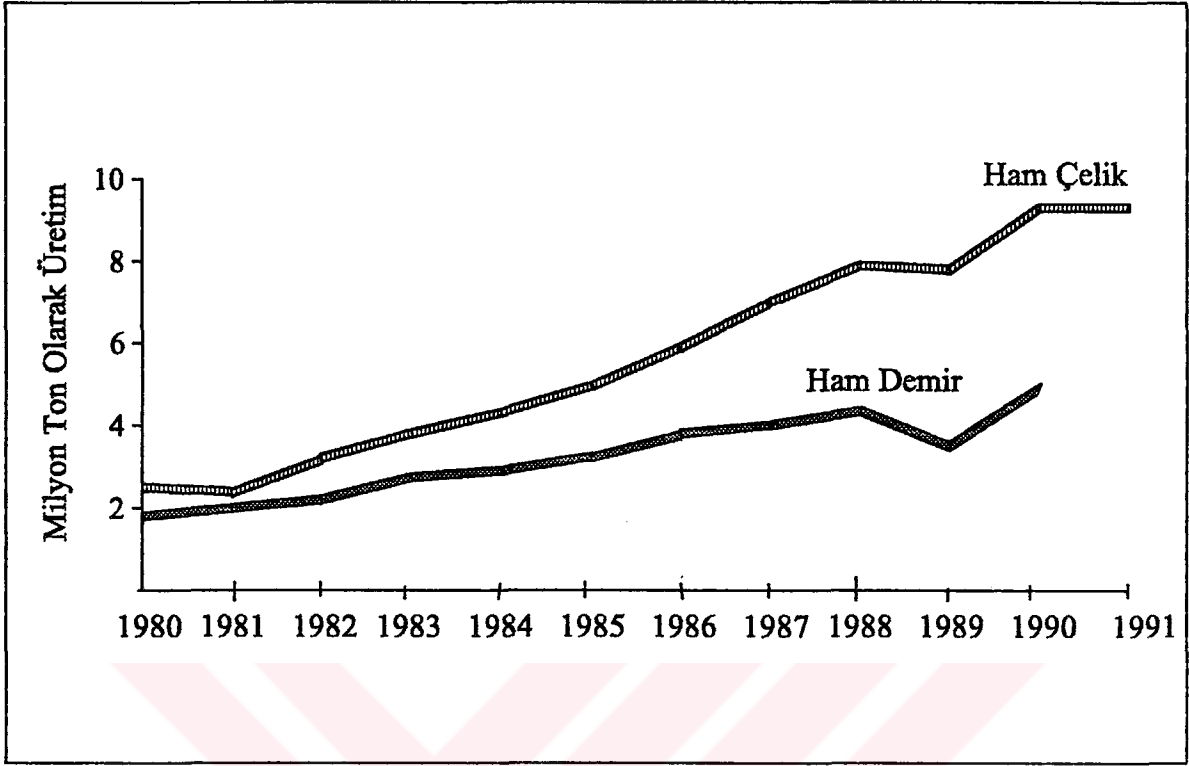
Şekil 3: Dünya hurda oluşumu ve ham çelik,ham demir ve sünger demir üretimi (33)

Şekil 4'te Dünya çelik üretiminde proseslerin toplam çelik üretimi içindeki paylarının değişimi grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 4 : Çelik Üretiminin Yöntemlere göre dağılımı (33,43)

Şekil 5'te ülkemiz ham demir ve ham çelik üretiminin yıllara göre gelişimi grafik halinde gösterilmiştir



Şekil 5 : Türkiye'de ham demir ve çelik üretiminin yıllara göre gelişimi (26,56)

Çizelge 10'da ülkemizde yöntemlere göre çelik üretimi (%) olarak gösterilmiştir.

Çizelge 10 : Türkiye'de çelik üretiminde yöntemlerin (%) olarak payları (13,49,53,56)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
BOF	52	50,1	49,2	49,2	51,8	54,7	53,8	49,4	46,6	45	37,1	40,3	39,7
EAO	25	27,6	29,5	33,8	34,2	33,8	35,5	40,3	45	47,7	58,8	53,2	53,5
SM	23	22,3	21,3	17	14	11,5	10,7	10,3	8,4	7,3	4,1	6,5	6,8

Çizelge 12'de ülkemizde kişi başına düşen çelik üretim ve tüketim miktarları verilmiştir. Bu çizelgede özellikle kişi başına çelik tüketimi önemli bir değerdir. Kişi başına düşen çelik tüketimi o ülkenin kalkınmışlık düzeyiyle yakından ilgilidir. Çizelgeden görüldüğü gibi ülkemizde kişi başına düşen çelik tüketimi yıldan yıla artmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki tüketim miktarına yaklaşmak istiyorsak kişi başına çelik tüketimimizi 300 kg'ın üzerine çıkarmamız bir zorunluluktur. Bir ülkede tüketilen çelik miktarının çokluğu, o ülkede zamanla oluşacak sermaye ve işlem hurdası miktarını da artıracaktır.

Çizelge 11'de ülkemizde 1979-1991 arasında şirketlere göre çelik üretimi verilmiştir.

Çizelge 11 : Ülkemizin 1979-1991 arasında kuruluşlara göre çelik üretimi (1000 ton olarak) (11,13,56)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
ERDEMİR	891	892	920	1106	1469	1544	1514	1514	1578	1815	2014	2031	1861
KARABÜK	582	565	558	540	549	501	519	608	595	582	322	605	639
İSDEMİR	435	420	375	460	563	831	1103	1415	1707	1775	931	1871	1790
M.K.E.	42	45	30	29	50	54	66	39	46	52	40	25	19
ARK ÇELİK	10	13	18	15	21	19	19	24	28	29	29	-	-
ASİL ÇELİK	-	47	49	71	101	97	147	149	171	191	197	160	143
ÇEBİTAŞ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	200	271
ÇEMTAŞ	17	8	20	20	27	27	21	25	26	37	39	41	71
ÇOLAKOĞLU MET.	190	217	244	278	303	327	392	534	597	655	707	734	788
ÇUKUROVA ÇELİK	-	-	-	185	307	368	451	910	1040	1203	1320	1256	1001
DİLER ÇELİK	-	-	-	-	-	-	32	64	92	147	201	222	247
EKİNCİLER D.Ç.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	419	483
ELEKTROFER	28	29	35	34	36	39	42	50	51	67	73	64	56
HABAŞ	-	-	-	-	-	-	-	-	275	318	432	498	524
İÇDAŞ	34	38	53	69	75	68	85	93	105	143	176	240	383
İSTANBUL MET.	12	13	22	21	28	21	22	25	34	33	40	36	37
İZMİR D.Ç.	-	-	-	-	-	-	-	-	139	282	452	495	500
KROMAN ÇELİK	35	33	34	37	49	49	60	74	82	110	147	234	270
METAŞ	146	176	235	242	278	328	311	262	293	333	250	73	-
ORPAŞ	26	25	26	70	50	60	75	119	160	187	190	219	170
SELDÖKÜM	-	-	-	-	15	8	11	22	26	26	29	28	28
TOPLAM	2489	2535	2619	3177	3921	4340	4868	5922	7044	7983	7934	9454	9336

Çizelge 12 : Türkiye'de yıllara göre kişi başına düşen çelik üretim ve tüketim miktarları (23)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Üretim (Kg/kişi)	-	56	53	69	80	88	97	115	133	147	143	166
Tüketim (Kg/kişi)	69	72	72	71	91	109	100	114	135	132	132	146



Şekil 6'da ülkemizde üretilen çelik ürünlerinin yıllara göre gelişimi gösterilmiştir.Şekilden görüldüğü gibi uzun ürünlerde 1980'li yıllarda gözlenen büyük artışa rağmen yassı ürün üretimindeki artış daha yavaş bir gelişme göstermiştir.Bunun sonucunda ülkemizin ihtiyacından fazla uzun ürün üretilmesine karşılık yassı ürün üretimimiz ülke ihtiyacını karşılayacak yeterlilikte değildir.İhtiyaç fazlası uzun ürünün ihracı,ihtiyaç duyulan yassı ürünlerin ithali zorunludur.Yassı ürünlerin hurda olarak ergitme tesislerine geri dönüş süreleri uzun ürünlere oranla daha kısadır.Bundan 10-15 sene önceki çelik üretimimize (özellikle yassı ürün üretimi) baktığımızda ülkemizin bugün ithal ettiği hurda miktarından dahi düşük olduğunu görmekteyiz.Dolayısıyla ülkemizin kendi bünyesinde oluşacak hurda miktarının önümüzdeki yıllarda da ülke talebini karşılayamayacağını ve çelik hurdası için dışa bağımlılığımızın devam edeceğini belirtebiliriz.



Şekil 6 : Türkiye'de yıllara göre uzun ve yassı ürün üretiminin gelişimi (56)

Çizelge 13'te 1991 yılı demir çelik ürün ihracatımız 1990 yılıyla kıyaslanarak verilmiştir. Çizelge 14'te 1991 yılı demir-çelik ürün ithalatımız 1990 yılıyla kıyaslanarak verilmiştir.

**Çizelge 13 : Türkiye'nin 1990-1991 demir-çelik ürün ihracatı (13)**

	1990		1991		% Değişim	
	Ton	1000 \$	Ton	1000 \$	Miktar	Değer
<b>YARI ÜRÜNLER</b> (Kütük,blum,sac platinası,levha blok)	1.212.409	318.918	969.642	253.121	-20,02	-20,63
<b>UZUN ÜRÜNLER</b> (filmaşın,çubuk, profil,tel)	2.459.451	746.417	2.479.900	736.027	0,83	-1,39
<b>YASSI ÜRÜNLER</b> (geniş levha,sac, sac taslağı,şerit)	385.195	173.754	191.700	82.503	-50,23	-52,52
<b>DİĞER ÜRÜNLER</b> (Alaşımli çelikler)	26.539	18.096	30.461	18.005	14,78	-0,05
<b>TOPLAM</b>	<b>4.083.594</b>	<b>1.257.185</b>	<b>3.671.703</b>	<b>1.089.656</b>	<b>-10,09</b>	<b>-13,33</b>

**Çizelge 14 : Türkiye'nin 1990-1991 demir-çelik ürün ithalatı (13)**

	1990		1991		% Değişim	
	Ton	1000 \$	Ton	1000 \$	Miktar	Değer
<b>YARI ÜRÜNLER</b> (Kütük,blum,sac platinası,levha blok)	511.203	127.909	781.856	173.414	52,94	35,58
<b>UZUN ÜRÜNLER</b> (filmaşın,çubuk, profil,tel)	357.946	133.954	391.916	158.048	9,49	17,99
<b>YASSI ÜRÜNLER</b> (geniş levha,sac, sac taslağı,şerit)	1.074.495	488.524	998.348	410.327	-7,09	-16,01
<b>DİĞER ÜRÜNLER</b> (Alaşımli çelikler)	128.990	234.904	120.427	212.487	-6,64	-9,54
<b>TOPLAM</b>	<b>2.072.634</b>	<b>985.291</b>	<b>3.246.823</b>	<b>954.276</b>	<b>56,65</b>	<b>-3,15</b>

1991 yılında toplam ülke ihracatında demir-çeliğin payı %9,uzun ürün ihracatının toplam demir-çelik ihracatı içindeki payı ise %83 olmuştur (13).

## 2.2. DEMİR ÇELİK HURDASI OLUŞUMU VE OLUŞUMUNA GÖRE ÇEŞİTLERİ

Bugün dünya çelik üretiminde kullanılan metalik hammaddenin yaklaşık %40'ını hurda çelikler oluşturmaktadır.Hurdalar;ya demir-çelik üreten tesislerde,ya çeliği yarımamül olarak alıp işleyen tesislerde, ya da kullanım ömürlerini doldurmuş mamüllerin kullanım dışı kalmasıyla oluşur.

Çelik üretiminde hurda kullanan tesisler için hurda gereksinimi firmanın kendi üretimi sırasında oluşan *iç hurdasından* veya hurda ticareti yapan şirketlerden temin edilen *satın alınan hurda* ile karşılanır.Demir-çelik üreten tesisin kendi bünyesinde oluşan hurda,genellikle aynı tesis tarafından değerlendirilir ve tekrar çelik üretiminde kullanılır.Bu hurdaya *döner hurda (circulating scrap)* adı da verilir. *Satın alınan hurda (purchased scrap)* ise, çeliği yarımamül olarak alıp işleyen tesislerde oluşan *yeni hurda (prompt industrial scrap)* ve insanlar tarafından kullanıldıktan sonra işe yaramaz hale gelince hurdaya çıkarılan *kullanım dışı kalmış malların hurdası (obsolete scrap)* kaynaklarından meydana gelir.Yeni hurdaya *işlem hurdası (process scrap)* ve kullanım dışı kalmış malların hurdasına da *sermaye hurdası (capital veya dormant scrap)* denebilir.

Bu tür sınıflandırmaya;yukarıda saydığımız üç hurda tipinin oluşum tarzı ve süresi, birbirinden farklı fiziksel ve kimyasal özellikler göstermesi,ergitme ünitesine yüklenmeden önce uygulanan işlemlerin farklılığı gibi nedenlerden dolayı gerek duyulmuştur.

Burada hurdayı oluşumuna göre;

- a) Döner Hurda
- b) İşlem Hurdası
- c) Sermaye Hurdası

olmak üzere üç ayrı bölüm halinde inceleyeceğiz.

### 2.2.1. Döner Hurda

Demir-Çelik üretilen tesislerde oluşan ve gene bu tesislerde değerlendirilen hurdalara bu ad verilir.Bu gruba;haddeleme operasyonuna giremeyecek kadar küçük ingot ve kütükler,kimyasal bileşimi uygun olmadığı için geri çevrilen ingot,kütük ve slablar, haddeleme sırasında bozulan çubuk,profil ve raylar,çeşitli profillerin, rayların, çubukların ve sacların standart boyutlarına getirilmesi sırasında kesilen uçlar,diğer hatalı üretilen parçalar ve cüruftan geri kazanılan demir gibi demirin cevherinden elde edilip kütük,ingot veya slab haline gelinceye kadar haddehanelerde oluşan hurdaların tümü girmek-

tedir.Ancak entegre olmayan (çelikhane + haddehane) tesislerde veya fason üretim yapan haddehanelerde oluşan hurda ticari veya satın alınan hurda grubuna girebilir.

Döner hurda uzun yıllar boyunca toplam hurda oluşumu içinde önemli bir paya sahip olmuştur.Günümüzde ise toplam hurda oluşumu içindeki payı gittikçe düşmektedir.

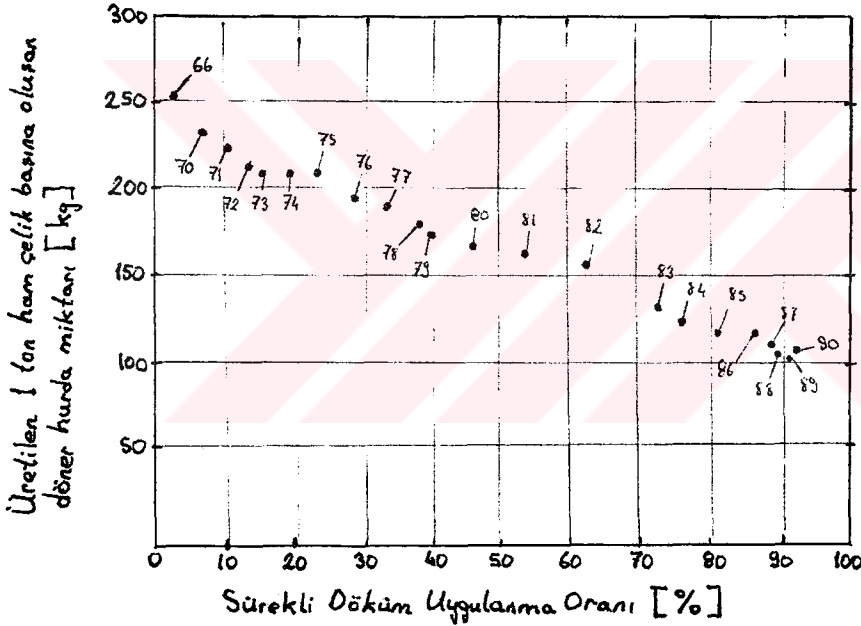
Döner hurda,demir-çelik üreten tesisler tarafından en çok aranan hurdadır.Çünkü tesisin kendi bünyesinde oluştuğu için kimyasal bileşimini,içindeki alaşım elementlerini mükemmelen bilmek mümkündür.Bu tip hurda için ayrıca kimyasal analizler yapmaya gerek yoktur.Hangi parti üretim sonunda ortaya çıkmışlarsa o partinin dökümü sırasında yapılan muayene raporlarına bakılarak kimyasal bileşimleri saptanabilir.Fiziksel özellikleri genellikle iyidir,bir başka ifadeyle döner hurdalar yoğunluğu yüksek olan hurdalardır ki bu bize ergitme ocağının hurda ile yüklenmesi sırasında zaman tasarrufu sağlar.Yalnızca bazı uzun hurdalarda ergitme ocağının boyutlarına uygun hale getirmek için kesme ve kırma gibi boyut ufaltma işlemleri gerekebilir.

Döner hurda;tesis içinde oluşur ve aynı tesiste tüketilir,transport problemleri ve nakliye giderleri yoktur veya çok azdır. Sermaye ve işlem hurdaları ergitme tesislerine belirli bir kayıpla dönerler.Çünkü toplanmaları,tasnifleri,taşınmaları ve işlenmeleri sırasında çeşitli güçlüklerle karşılaşılabilir.Döner hurda,ergitme tesislerine en az kayıpla geri dönen hurda kaynağıdır.

Bütün bu avantajlarına rağmen bütün tesisler ürettikleri çelik içinde oluşan döner hurda oranlarını azaltmaya çalışmaktadırlar.Döner hurda oranı çoğunlukla birim ton çelik üretimi için ortaya çıkan kg hurda olarak belirtilir.Döner hurda oranı, demir-çelik tesislerinin prodüktivitesini gösteren önemli bir kriterdir.Bir demir-çelik tesisinde ortaya çıkan döner hurda oranı ne kadar az ise o tesisin verimliliği o ölçüde artacaktır.Çünkü birim ton çelik üretimi başına düşen döner hurda miktarı esasında faydalı ürüne dönüştürülmesi gereken demir-çelik malzemenin, enerjinin, elektrodun (EAO'da) ,refrakter malzemelerin, yardımcı hammaddenin ,işçilik masraflarının,genel giderlerin,kısacası zaman ve paranın israf edilmesi demektir.Döner hurda miktarı ne kadar az olursa,demir-çelik ürünlerinin maliyetini etkileyen büyüklüklerin de o oranda azaltılması sağlanmaktadır.Bu nedenle bir tesiste oluşan döner hurda miktarının azaltılması için gerekli çabanın gösterilmesi gereklidir.

Bir tesiste oluşan döner hurda miktarını etkileyen en önemli faktör teknolojidir.Teknoloji geliştikçe bir taraftan üretilen mamüllerin kalitesi artarken,diğer taraftan oluşan döner hurda miktarı da azalmaktadır.Döner hurda oluşumunun azaltılmasında teknolojinin gelişmesinin önemini en iyi vurgulayan örnek ,çelik üretiminde sürekli döküm (continuously cast) yönteminin ortaya çıkması ve uygulanması olmuştur.Sürekli döküm yöntemiyle üretilen kütükler ingotlara göre daha hızlı bir üretim,malzemenin soğuma hızından kaynaklanan yapısal özelliklerin ve boyutsal kalitenin artmasını sağlamakla

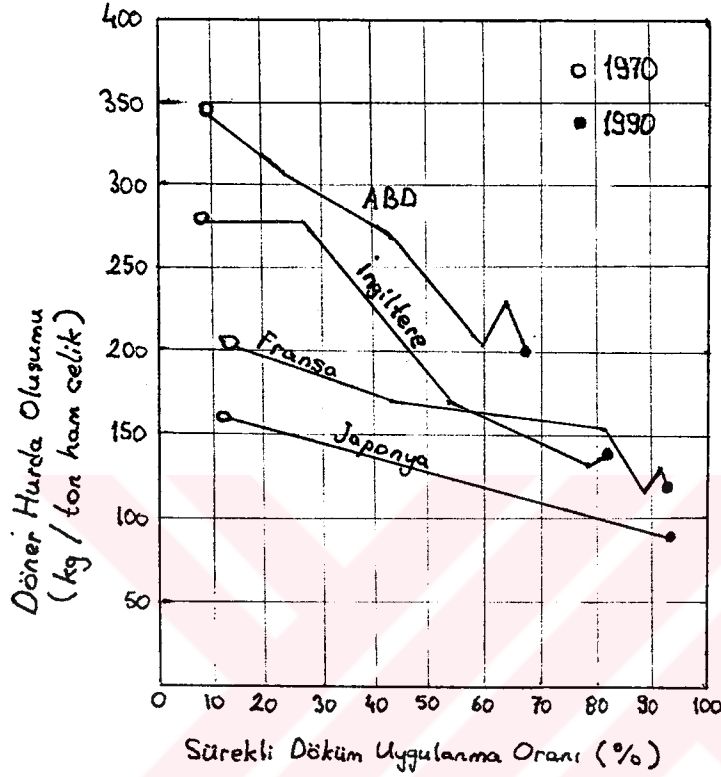
kalmamış, çelikhanelerde oluşan hurdanın da önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır. Örneğin ingotlarda başlık kısmı (kendini çekmeden dolayı tepe kısmında oluşan boşluk) kesilip hurda olarak atılırken, kütüklerde bu tip bir işleme gerek kalmamaktadır. Sürekli döküm yönteminin uygulanması döner hurda oluşum oranının azaltılmasına o denli yardımcı olmuştur ki, döner hurda oranının yıllara göre azalmasını gösteren grafiklerde döner hurda oluşum miktarı sürekli dökümün uygulanması oranı ile birlikte belirtilir olmuştur. Böyle bir grafik şekil 7'de sunulmuştur. Bu grafikte Almanya'da yıllara göre sürekli döküm uygulanma yüzdesinin artışına paralel olarak döner hurda oluşumunun azalması görülmektedir. 1966'da 250 kg/ton ham çelik olan döner hurda oluşumu, 1990'da sürekli dökümün %90 oranında uygulanmasıyla 100 kg/ton ham çelik mertebesine inmesi döner hurda oranının azaltılması bakımından büyük bir gelişmedir.



Şekil 7: Almanya'da sürekli döküm uygulamasının artmasıyla döner hurda oluşumunun yıllara göre azalması (8,33)

Şekil 8'de ise bazı ülkelerde sürekli döküm uygulanma oranının artmasına paralel olarak döner hurda oluşumundaki düşüş net bir şekilde görülmektedir. Verimlilik konusunda bütün dünyanın örnek aldığı Japonya sürekli döküm uygulama oranını %95'e yaklaştırırken döner hurda oluşumunu 100 kg/ton ham çelik değerinin altına düşürmeyi başarmıştır. Halen en çok çelik üreten ülke konumundaki eski SSCB'de sürekli dökümün uygulanma oranı %20'lerde kalırken bu ülkenin döner hurda oluşumu 200 kg/ton ham çelik düzeyindedir. Türkiye'de sürekli döküm uygulanma oranı %80-85 kadardır. Buna karşılık

gelen döner hurda oluşum miktarı ile ilgili verilere yararlandığımız kaynaklarda rastlanamamıştır. Ancak ülkemizde de sürekli döküm uygulanma oranı arttıkça döner hurda oluşumunda gözle görülür bir azalma olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz.



Şekil 8: ABD,Fransa,İngiltere ve Japonya'da 1975-1990 arasında sürekli döküm uygulama oranı ve döner hurda oluşumunun azalması (33)

Günümüzde yeni kurulan çelik fabrikaları sürekli döküm yöntemini uygulamaktadır. Eski üretim yöntemlerini uygulayanlar dahi finansal kaynak sağladıkları oranda modern teknolojilere yönelmektedirler. Gerek sürekli döküm uygulamasına geçilmesi, gerekse haddehane ve çelikhanelerdeki diğer modern tekniklerin uygulamaya geçirilmesiyle oluşan döner hurda miktarı dikkate değer şekilde azalmıştır. Sürekli döküm uygulanma oranı dünya çapında %100 oluncaya kadar döner hurda oluşum oranı da azalmaya devam edecektir. Sürekli döküm yönteminin uygulanmasında %100 oranına erişildikten sonra döner hurda oluşumunda sabit veya çok küçük oranda bir azalma durumu gözlenecektir.

Çizelge 15'te Dünya'da ve Türkiye'de ham çelik üretimi, sürekli döküm yöntemiyle çelik üretim miktarı ve toplam çelik üretimi içindeki payı gösterilmiştir. Çizelge 15'ten görüldüğü gibi ülkemizde sürekli döküm uygulanma oranı dünya ortalamasının üzerindedir ve gelişmiş ülkeler düzeyine çok yakındır.

**Çizelge 15: Dünya ve Türkiye'de sürekli döküm yöntemiyle çelik üretimi ve toplam çelik üretimindeki payı (19,33,38,53)**

Yıllar	Dünya Ham Çelik Üretimi (Milyon Ton)	Sürekli Döküm Yöntemiyle Üretim (Milyon Ton)	Sürekli Döküm Uygulanma Oranı (%)	Türkiye'de Sürekli Döküm Yönt. Üretim (Mt)	Türkiye'de Sürekli Dökümün Uyg.Oranı (%)
1970	596	26	4,4		
1971	583	34	5,8		
1972	630	48	7,6		
1973	697	65	9,3		
1974	708	80	11,3		
1975	646	87	13,5		
1976	676	106	15,7		
1977	673	124	18,4		
1978	713	148	20,8		
1979	745	180	24,2		
1980	718	204	28,4	0,8	32,8
1981	711	224	31,5	0,9	36,7
1982	644	236	36,6	1,2	41,9
1983	664	266	40,0	1,8	63,7
1984	708	304	43,0	3,1	72,0
1985	720	330	45,8	3,7	74,3
1986	714	357	50,0	4,6	77,8
1987	733	388	53,0	5,6	79,3
1988	780	434	55,6	6,8	84,6
1989	784	445	56,7	6,4	82,3
1990	769	451	58,6	7,7	82,2

Sonuç olarak çelik üretim tesislerinde döner hurda oluşumunun azalması bazı gelişmeleri de beraberinde getirmiştir.Çelik üretiminde hurda hammadde kullanan tesisler, bu kaliteli hurda kaynağından yoksun duruma düşmeye başlamışlardır.Kimyasal bileşimlerini bildikleri için güvenilir bir hammadde olan döner hurda oluşumunun azalması sonucu kimyasal bileşimlerini genellikle (kesin bir tamlıkla) bilemedikleri işlem ve sermaye hurdalarının kullanımına daha çok başvurmak zorunda kalmışlardır.Bu durum özellikle düşük karbonlu,alaşımız ve alaşımlı çelikler gibi belirli niteliklere sahip çelik üreten tesislerde bir takım güçlüklerle yol açmıştır.Bu güçlüklerin aşılması için işlem ve sermaye hurdalarının en iyi şekilde değerlendirilmesi konusu önem kazanmış,sermaye ve işlem

hurdalarıyla bunları toplayan, ayırımını yapan, işleyen, ticaretini yapan firmaların önemini de artırmıştır.

### 2.2.2. İşlem Hurdası

Demir-Çelik ürünlerine yarımamül halinden mamül haline getirilinceye kadar uyulanan çeşitli imalat işlemleri sonucu oluşan hurdaya *işlem hurdası* adı verilir.

Bu gruba; çeşitli kalınlıktaki sac ve folyelerin kesilmesi, preslenmesi gibi işlemler sonucu oluşan kırpıntı ve kesim artıkları, dövme-basma operasyonu sonucu oluşan çapaklar, ekstrüzyon artıkları, talaşlı şekillendirme işlemleri sırasında oluşan talaşlar vb. gibi çok çeşitli imalat işlemleri sonucu ortaya çıkan her türlü hurda girmektedir.

İşlem hurdalarının toplam hurda oluşumu içindeki payı %20 civarındadır. İşlem hurdasının oluşmasına neden olan tesislerde tüketilen çeliğin %15 kadarının işlem hurdası olarak çelikhanelere geri döndüğü ortalama bir değer olarak kabul edilmektedir.

İşlem hurdalarının fiziksel ve kimyasal özellikleri temin edildikleri kaynağa göre değişir. Genellikle işlem hurdalarının kimyasal bileşimini bilmek mümkündür. Çünkü bir tesisin ürettiği mamül için kullandığı malzemenin kimyasal bileşimi o firma tarafından bilinir. İşlem hurdası oluşan firma, hurda alımı-satımı yapan kuruluş ve bu hurdayı hammadde olarak kullanan çelik üreticisi arasında koordinasyon sağlanarak işlem hurdasının kimyasal bileşimi olduğu ilk basamaktan, tüketileceği son basamağa kadar aktarılmış olur.

Bazı durumlarda işlem hurdaları kendilerine uygulanmış imalat işlemleri nedeniyle kirlenmiş olabilir. Örneğin talaşlar çoğunlukla kesme sıvısı adı verilen karışımla (yağ+su) kirlenmiştir. Bu nedenle çelik üreticisi kullanacağı işlem hurdasının bileşimini bilse bile hurdayı ergitme ocağına şarj etmeden önce bazı işlemlerden geçirmeli ve onu zararlı katışkılarından arındırmalıdır.

İşlem hurdalarının fiziksel özellikleri, meydana geldikleri imalat yöntemine göre farklılık gösterirler. Örneğin talaşlar yoğunluğu düşük olan hurda kaynaklarından biridir. Düşük yoğunluğa sahip hurdaların ergitme ünitesine şarj edilmesi, daha çok şarj sepeti ve şarj zamanı gerektirir. Bu nedenle; talaşlar, ince sac ve folye kırpıntıları gibi düşük yoğunluğa sahip işlem hurdaları presleme, balyalama operasyonları gibi ön işlemlerden geçirilir ve şarj işlemi için daha uygun duruma getirilir. Ancak kalın sac kırpıntıları, enlemesine kesilmiş mil parçaları gibi et kalınlıkları büyük olan hurdaların yoğunluğu yüksektir. Bu tür yoğun hurdaların ergitme ünitesine yüklenmesi daha az sorun çıkarır. Uzun profil hurdaları gibi özel durumlarda hurdaları ergitme ocağı boyutlarına uygun hale getirmek için kesme ve parçalama işlemleri gerekebilir. Bu tür ilave işlemler doğal olarak işlem hurdasının maliyetini bir parça artırır.



İşlem hurdaları kalite bakımından döner hurdadan sonra gelir.Bundan önceki bölümde döner hurdaların en az kayıpla ergitme tesislerine geri döndükleri anlatılmıştı. İşlem hurdaları ergitme tesislerine geri dönerken biraz daha fazla kayıp vermelerine karşılık bu kayıp sermaye hurdalarına göre daha azdır.Çünkü işlem hurdalarının oluştukları yerler belli olduğu için bunların toplanması sermaye hurdalarının toplanmasından daha kolaydır.Ayrıca kimyasal bileşimlerinin çoğunlukla bilinmesi bu tür hurdaları çelik üreticileri için daha cazip hale getirmiştir.

Döner hurda ile işlem hurdası arasında şöyle bir benzerlik vardır:

Nasıl ki üretilen birim ton ham çelik başına düşen döner hurda miktarının azlığı,o tesisin verimliliği konusunda önemli bir fikir veriyorsa, belirli bir mamül üreten tesis için de tükettiği birim yarımamül çelik başına düşen işlem hurdasının azlığı o tesisin verimliliği hakkında bir fikir verir.Bir tesiste işlem hurdası oranı ne kadar düşük tutulursa o kadar malzeme tasarrufu sağlanır.Böylece toplam maliyet unsurunun önemli bir girdisi olan malzeme (yarımamül) maliyeti en aza indirgenerek doğrudan bir kazanç sağlanır.Bununla beraber daha az işlem hurdası oluşması demek,daha az kesici takım kullanılması ve takım ömrünün uzatılması demektir.Aynı zamanda herhangi bir imalat tezgahının daha az kullanılması,daha az yıpranması ve nihayet o tezgahtan sorumlu kişi için ödenen paranın ve tezgahın tükettiği enerjinin azaltılması demektir.Sonuç olarak işlem hurdası oluşumunun en aza indirgenmesiyle ürün toplam maliyetinde doğrudan ve dolaylı bir kazanç sağlanmış olacaktır.Bu nedenle bir tesiste işlem hurdası oluşumu oranının aynı döner hurdada olduğu gibi düşük tutulması gerekmektedir.

Uygulamada döner hurda oranının sürekli azalmasına rağmen işlem hurdasının toplam hurda oluşumu içindeki payının fazla bir değişiklik göstermediğini söyleyebiliriz. Bunun bir nedeni imalat sektöründe kullanılan çelik malzeme tüketiminin insanların artan tüketim taleplerine paralel olarak artmasıdır.Diğer bir nedeniye,pek çok uygulamada oluşan işlem hurdası miktarının halihazırda zaten en alt düzeye indirgenmiş olması olarak gösterilebilir.Bundan dolayı işlem hurdasının oluşum oranının azaltılması için yapılan teknolojik gelişmelerle azaltılan işlem hurdası oluşumu oranı,daha fazla yarımamül halde çelik tüketimi yapılmasıyla dengelenmektedir.Bu nedenle işlem hurdasının toplam hurda oluşumu içindeki payı %20 civarında seyretmektedir.Uzun vadeli bir tahmin yapmak istersek; sermaye hurdalarının toplanması ve değerlendirilmesi bilincinin daha çok yerleşmesiyle çelik üretiminde hammadde olarak kullanılan sermaye hurdası oranının artmasına bağlı olarak işlem hurdası oluşumunun toplam içindeki payında bir düşüş eğilimi görülmesi beklenebilir.

Bir tesiste oluşan işlem hurdası miktarının azlığı veya çokluğu çeşitli faktörlere bağlıdır.Aşağıda bir tesiste oluşan işlem hurdası miktarı formüle edilmiştir:

$G_m$ : Bitirilmiş iş parçası (mamül) ağırlığı	[g/parça veya kg/parça]
$G_y$ : Bir mamül üretimi için gereken yarımamül ağırlığı	[g/parça veya kg/parça]
$L$ : İmalat sırasında malzeme kaybı	[g/parça veya kg/parça]
$n$ : Üretilecek aynı tip mamül sayısı	[adet/parça]
$G_i$ : Bir parça üretimi için oluşan işlem hurdası	[g/parça sayısı,kg/parça sayısı]
$G_m$ : Aynı tip n tane parça için işlem hurdası oluşumu	[g,kg veya t]
$N$ : Bir tesiste üretilen birbirinden farklı mamül çeşidi sayısı	[çeşit sayısı]
$G_{IT}$ : Bir tesiste oluşacak işlem hurdası miktarı	[kg, t]

Bir tek parça için oluşan işlem hurdası miktarı;

$$G_i = G_y - G_m - L \quad (1),$$

n parça için işlem hurdası oluşumu;

$$G_m = (G_y - G_m - L) n = G_i \cdot n \quad (2),$$

N tane birbirinden farklı mamül üretimi için bir tesiste oluşan işlem hurdası toplamı;

$$G_{IT} = G_{i1} + G_{i2} + \dots + G_{iN} \quad (3)$$

olarak yazılabilir.

(2) formülünü daha yakından incelersek; n taleple belirlenir ve n arttıkça oluşan işlem hurdası da doğru orantılı olarak artar.L dediğimiz kayıplar istem dışı verilen kayıplardır ve imalat yöntemine özgüdür.Örneğin bir dövme-basma işleminde yanma ve oksitlenme nedeniyle tufal kayıpları oluşur.Aynı şekilde taşlama işlemi sonucunda ortaya çıkan talaşlarçok küçük toz parçacıkları halinde olduğu için bunlarda bir kayıptır.

Bu durumda geriye ( $G_y - G_m$ ) farkı kalmaktadır.Makina parçaları kendilerinden beklenen ve yerine getirmesi istenen işlevleri emniyetli olarak yapabilecek minimum kesitte imal edilir ki malzeme tasarrufu sağlanabilsin.Yani  $G_m$  dediğimiz büyüklük çoğunlukla önceden belirlenmiş bir büyüklüktür. ( $G_y - G_m$ ) farkını en aza düşürmek için  $G_y$  'nin dikkatli seçilmesi gerekir. $G_y$  'nin dikkatli seçilmesiyle oluşacak işlem hurdası miktarı azaltılabilir.Yarı mamül ile mamül arasındaki ağırlık farkını ( $G_y - G_m$ ) en aza düşürmek için imalatçı ve tasarımcıya önemli görevler düşmektedir. ( $G_y - G_m$ ) farkını azaltmak için çeşitli yarımamüllerin standart boyutlarını bilmek ve göz önünde bulundurmaktır.Bazı durumlarda yarımamül boyutları standart olduğu için o yarımamülden en iyi şekilde yararlanmanın yolları aranmalıdır (örneğin metal kapak imalatında kapakların geometrik açınımları bir sac levhadan maksimum kapak elde edilecek şekilde konstrüksiyon ve

ayarlamaya yapılmalıdır).Bir parça için oluşan işlem hurdası miktarını parçanın karmaşıklığı da etkilemektedir.Bir parça ne kadar girintili çıkıntılı ve karmaşık yapıya sahip olursa o parçanın imalatı için ortaya çıkan işlem hurdası miktarı da o oranda artmaktadır.

Ülkelerin döner hurda oluşum oranlarına bakılarak demir-çelik üretimindeki verimlilikleri birbiriyle karşılaştırılabilir.Ancak tükettikleri toplam çeliğe göre işlem hurdası oluşumlarına bakarak birbirleriyle kıyaslanmaları doğru değildir.Çünkü işlem hurdası oluşumu,ülkelerin metal işleyen sanayisinin gelişmişliğine bağlı olduğu kadar bu sanayinin faaliyet gösterdiği aktivitelerin çeşitliliğine de bağlıdır.Her tür mamülün imalatının kendine özgü bir işlem hurdası oluşturma payı vardır.Kimi mamülün üretilmesinde çok, kimisinde ise az işlem hurdası oluşur.Bu nedenle ancak aynı mamülü üreten firmalar arasında bir karşılaştırma yapılabilir.

İşlem hurdalarının sanayi sektöründe daha iyi değerlendirilmesi için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- 1) Talaşlar malzemelerine göre ayrı ayrı yerlerde biriktirilmelidir.
- 2) Özellikle pirinç ve bronz gibi bakır alaşımlarının demir-çelik talaşlarına karışmamasına özen gösterilmelidir.
- 3) Bünyelerindeki değerli elementlerden daha iyi yararlanılması için paslanmaz çelik gibi alaşımlı çeliklerin hurdası, kalitesiz çeliklerin hurdasından ayrı tutulmalıdır.
- 4) Malzemelerine göre ayrı ayrı stoklanan hurdaların naklieleri sırasında birbirlerine karışmalarının önüne geçilmelidir.
- 5) Özellikle düşük yoğunluğa sahip hurdaları balya haline getirmek için yapılan presleme işlemlerinde farklı malzeme türlerinin birbirlerine karışmaları önlenmelidir.
- 6) Tüm hurdaların stoklandıkları yerler korozyon etkiye neden olmamak için rutubetli olmamalıdır.Ayrıca hurdalar diğer kirletici maddelerden uzak tutulmalıdır.
- 7) Çelik üretiminde işlem hurdası kullanırken,bu hurdaların malzeme bileşimlerinden sapmalar görülebileceği göz önünde bulundurularak her parti hurda için rastgele seçilen hurda desteleri kimyasal analize tabi tutulmalı ve kontrol edilmelidir.

Bu basit tedbirlerin alınmasıyla işlem hurdalarının daha iyi değerlendirilmesi mümkün olacaktır.Özellikle çok miktarda işlem hurdası oluşmasına neden olan işyerleri bu hurdaları daha iyi tasnif ederek daha sonraki aşamalarda hurdayı işleyen ve değerlendiren tesislerin işini kolaylaştırmış olur.

### 2.2.3. Sermaye Hurdası

Bünyesinde demir-çelik içeren her çeşit ürünün bozulma,yıpranma,kırılma ve ekonomik kullanım ömrünü doldurma gibi nedenlerle kullanım dışı kalmasıyla oluşan hurda kaynağına *sermaye hurdası* adı verilir.

Sermaye hurdasının tipik örnekleri;eskimiş çelik eşyalar,çamaşır makinaları, buzdolapları,sobalar,teneke kutular ve kullanım süresini tamamlamış diğer demir-çelik tüketim malzemeleri,eski binaların sökülüp yıkılmasıyla ortaya çıkan inşaat demiri,boru,kiriş, dirsek vb.,eskimiş tarım makina ve aletleri,yıpranmış,hasar görmüş endüstriyel makinalar,alet ve donanımları,eski gemiler,demiryolu rayları,eskimiş lokomotif ve vagon parçaları, kaza geçirmiş kara taşıtları vb.olarak çok geniş bir yelpazede verilebilir.

Bugün kullanılmakta olan her tür demir-çelik eşya;yani bugünün demirbaşı; aslında geleceğin potansiyel sermaye hurdası kaynağıdır.

Sermaye hurdasının toplam hurda oluşumu içindeki payı giderek artmaktadır.Bugün için dünya çelik üretiminde kullanılan sermaye hurdası miktarı ,toplam hurdanın %50'si civarındadır.Sermaye hurdası payının gittikçe artmasında döner hurda oranının azalması ve sermaye hurdasını daha iyi değerlendirme bilincinin ve uygulamalarının yerleşmesi önemli rol oynamaktadır.

Sermaye hurdalarının fiziksel ve kimyasal özellikleri temin edildiği kaynağa (ürün çeşidine) göre değişir.Sermaye hurdaları ergitilmeden önce çoğunlukla fiziksel ve kimyasal iyileştirme işlemlerinden geçirilirler.Kimyasal bileşimleri ürün mahiyetine bakarak kabaca tahmin edilebilirse de kimyasal bileşimlerini saptamak için mutlaka belirli testlerden geçirilmeleri gerekir.Sermaye hurdaları genellikle çok çeşitli geometrik şekil ve boyutta bulunabildiklerinden ergitme ünitesine oldukları gibi şarj edilemezler.Bazı durumlarda sermaye hurdalarının yoğunluklarının artırılması gerekirken bazen de uzun parçaların ergitme ocağı boyutlarına uygun hale getirilmesi için kırılıp parçalanmaları veya kesilmeleri gerekebilir.Bu tip hurdalar döner hurda ve işlem hurdalarıyla karşılaştırıldıklarında çelik üreticileri için en çok sorun çıkaran hurdalardır.Döner hurda ve işlem hurdaları çelik üreticileri için pek fazla sorun çıkarmazken, sermaye hurdaları kimyasal ve fiziksel özelliklerinin çeşitliliği ve kötülüğünün yanısıra ortaya başka sorunlarda çıkartabilirler.Örneğin işlem hurdalarına demir dışı metallerin karıştığı seyrek olarak rastlanan bir durumdur.Demir dışı metaller genelde hurda tasnifinin iyi yapılmadığı durumlarda görülmekle birlikte istemeden de karışmış olabilir.Oysa sermaye hurdaları yalnızca demir dışı metallerle kirletilmekle kalmaz,aynı zamanda plastik,ağaç,cam,diğer katı partikül ve pislikler,çeşitli sıvı ve gazlar gibi organik ve inorganik maddelerle de kirlenmiş olabilirler.Bu nedenle özellikle sermaye hurdalarını işleyen ve değerlendiren tesisler sermaye hurdasının bu olumsuz yönlerini göz önünde bulundurmalıdır.Ayrıca bu hurdaların içine tüpgaz,yakıt tankları,basınçlı kaplar,yanııcı sıvı ve gazlarla diğer patlayıcı maddelerin karışabileceği dikkate alınmalı ve hurdayı işleyip değerlendiren tesislerde ortaya çıkabilecek iş kazalarını önlemek için gereken tedbirler mutlak surette alınmalıdır.Bu konuda yapılacak en küçük bir ihmal dahi ciddi iş kazalarına,maddi kayıplara ve hatta ölümlere neden olabilir.

Bundan önceki bölümlerde işlem hurdası ve döner hurdanın çelik üreten tesislere az bir kayıpla geri döndüğü anlatılmıştı.Sermaye hurdaları çelik üreten tesislere diğer iki hurda türüne göre oldukça fazla bir kayıp vererek geri dönerler. Çünkü sermaye hurdalarının oluştukları bölgeler çok geniş bir alana yayılmıştır,toplanmaları zordur.Döner hurda ve işlem hurdaları yalnızca çelik üreten ve işleyen tesislerde oluştuğu için bunların toplanması daha kolaydır.Oysa sermaye hurdaları insanların yaşadığı her yerde ortaya çıkabilir.Bunların bir kısmı diğer çöplerin ve atıkların arasına karışır.Ayrıca bu hurdaların oksitlenme kaybı daha fazladır.Sermaye hurdalarının bir kısmı,nakliye ve işleme masraflarının çokluğu nedeniyle değerlendirilememektedir.Bütün bu olumsuzluklar yüzünden sermaye hurdalarındaki geri dönüş kaybı diğer iki hurda tipine göre daha fazladır.

Bir ülkede sermaye hurdası oluşumu,öncelikle o ülkenin tükettiği çelik miktarının bir fonksiyonudur.Bir ülkenin çelik tüketimi ne kadar fazlaysa,o kadar çok sermaye hurdası oluşumu beklenir.Bir ülkenin sahip olduğu sermaye hurdası rezervlerini tahmin edebilmek için o ülkeye ait çelik üretim-tüketim,mamül bazında üretim,ithalat-ihracat vb. ile ilgili istatistiklerin sağlıklı verilere dayanması gerekir.Pek çok ülkede demir-çelik ve hurda ile ilgili veri tabanı yeterli değildir.Yeterli veri tabanına sahip olan ülkelerde dahi belirli bir yılda ortaya çıkması beklenen sermaye hurdası miktarını tam olarak tahmin etmek çok güç bir iştir.Önceki yılların istatistiklerine bakarak bugünkü,bugünün istatistiklerine bakarak önümüzdeki yıllarda oluşacak sermaye hurdası miktarı hakkında tahminler yapılabilir.Yapılan bu tahminler sermaye hurdası potansiyeline ait olacaktır.Bir önceki pragrafta anlatıldığı gibi,hurdaların bir kısmı çeşitli toplama güçlükleri ve kayıplar nedeniyle çelik üretim tesislerine geri dönerken fire verir.Bu nedenle sermaye hurdası rezervlerinden bir kayıp payı düşülerek tekrar değerlendirilecek net sermaye hurdası miktarı bir yanılma toleransıya birlikte hesaplanabilir.

Pratik bir hesaplama yönteminde;bir ülkenin 12 sene önce tükettiği çelik miktarına bakılarak o yıla ait sermaye hurdası oluşumu hesaplanır. 12 yıl önce tüketilen toplam çelik miktarından inşaat demiri gibi hurda olarak geri dönüş süresi uzun ve geri kazanımı zor olan ürünlerin payı çıkartılır.Elde edilen rakam, içinde bulunulan yılda oluşması beklenen sermaye hurdası miktarını verir.12 senelik zaman dilimi,tüketilen çeliğin ortalama geri dönüş süresidir.Bu süre her ülke için birkaç sene az veya fazla olabilir.Gerçekte her ürünün kendine özgü bir kullanım süresi vardır.Sözgelimi bir teneke kutu birkaç ayla birkaç sene arasında geri dönerken,bir dayanıklı tüketim malzemesi 10,bir gemi ortalama 25 sene sonra geri dönebilir.Geri dönüş süresi, çelik içeren mamülün kullanım sahasına,kalitesine ve kullanımına göre değişir.Bu pratik hesaplama yöntemi kullanılırken çelik tüketimiyle ilgili değerlerin baz alınması,üretim değerlerinin baz alınmasından daha isabetli sonuçlar verir.Çünkü ülkemiz de dahil olmak üzere pek çok ülke ürettiği çeliğin bir bölümünü ihraç etmekteyken bir miktar çeliği de ithal eder.Bir ülke için sermaye hurdası oluşumu daha

önce de belirtildiği gibi tüketilen çeliğin bir fonksiyonudur.Bu nedenle çelik üretmeyen veya çok az üreten ülkelerde dahi bir hurda oluşumu gözlenmekteyken,en çok çelik üreten ülkelerden biri olan Japonya'nın - ürettiği çeliğin büyük bölümünü mamül ve yarımamül olarak ihraç ettiğinden- hurda hammadde bakımından dışa bağımlı olduğunu görmekteyiz.

### 2.3. HURDANIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Hurdanın boyutları ve yoğunluğu hurdanın fiziksel özelliklerini tayin eder. Hurdanın fiziksel özellikleri EAO'da ergitme işlemi üzerinde teknik ve ekonomik açıdan önemli bir etkiye sahiptir.Hafif hurdalar (yoğunluğu düşük hurdalar), birim hacimde daha az ağırlığa sahiptir.Yoğun veya ağır hurdalar ise hafif hurdalara kıyasla birim hacimde daha çok ağırlığa sahiptir.

Hafif hurdalar stoklama sırasında önemli ölçüde oksidasyon tehlikesiyle karşı karşıyadır.Hurdalar ne kadar paslı olursa ürün kalitesi o derece kötüleşir,ayrıca ergitme işlemi için daha çok güç tüketilmesi gerekir.Daha da önemlisi,hurdanın düşük yoğunluğu nedeniyle ocağı yüklemek için daha çok şarj sepetine gerek duyulur.Bunun sonucu olarak ısı enerjisi ve zaman kayıpları ortaya çıkar.Hafif hurda aynı zamanda birbiriyle kaynaşmaya ve ocak duvarlarına yapışmaya meyillidir.Bunun sonucunda ergitme işleminin tamamlanması için birtakım ilave ve zaman kaybettirici işlemlere gerek duyulabilir. Tamamen düşük yoğunluklu hurdadan hazırlanmış ilk şarj sepetinin yüklenmesinden sonra ergitmenin ilk aşamalarında daha düşük bir güç kullanılmalıdır.Böylece ergitme ocağı içinde yeteri kadar sıvı metal havuzu oluşmadan elektrodun şarjı delmesi önlenir.Aksi takdirde sıvı metal havuzunun aşırı ısınması sonucu refrakter malzemeler zarar görebilir.

Boyutları aşırı büyük ve yoğun hurdalar şarj edilmelerinden sonra EAO kapağının kapanmasını engelleyebilir.EAO kapağının kapanmaması,ısı ve zaman kayıplarına yol açar.Aynı zamanda kapak refrakter malzemeleri zarar görebilir.Uzun parçalar ergitme ocağı içinde stabil formlar oluşturarak ergitme işlemi sırasında elektrodun kırılmasına neden olabilirler.Çok uzun ve yoğun parçalar ocak içinde ani göçme ve düşmelere neden olabilir.Bu durumda ocak kenarlarından sıvı metal sıçraması ve taşması gibi tehlikeli iş kazaları meydana gelebilir.

Hurdaların fiziksel özelliklerini iyileştirmek için bazı ek işlemler gerekir.Çok uzun ve geniş boyutlu hurdalar daha uygun boyutlu hale getirilmelidir.Bu amaçla hurda tipine göre oksijen alevi veya giyotin bıçak yardımıyla kesme-kırma işlemleri uygulanabilir.Sac kırıntıları ve talaşlar gibi düşük yoğunluğa sahip hurdalar özel olarak dizayn edilmiş hidrolik preslerde balya haline getirilerek yoğunlukları artırılmış olur.Şarj sepeti içinde daha yoğun hurda kullanılmasıyla ergitme ocağının yüklenmesi için doldurulması gereken

şarj sepeti sayısı azalır ve ergitme ocağının yüklenmesi için daha az zaman harcanmış olur.

BOF ve SM fırınlarında kullanılan hurdalarda (ortalama bir değer olarak) kalınlık 3 mm'den az, genişlik 460 mm'den ve uzunluk 1500 mm'den fazla olmamalıdır. EAO'da ocak boyutlarına göre değişmekle birlikte boyu 1 m'den daha kısa olan hurdalar kullanılır. Talaşlar gibi küçük boyutlu hurdalar ise yüksek fırında tercih edilirler(51).

Uygulamada çelik üreticisi en az sayıda şarj sepeti yüklenmesini, en az güç kullanımını, en hızlı ergitme işlemini ve en düşük elektrod tüketimini sağlamak için ocak şarjını çeşitli tipteki hurdaların bir karışımından yapmalıdır. Bu karışım hurda fiyatları bakımından optimum bir şarj işlemini sağlayacak nitelikte olmalıdır. Bu sayede her hurda türünün kendine özgü dezavantajları en aza indirgenmeye çalışılır. Bir çok uygulamada hafif ve yoğun hurdalar 1:1 oranında şarj edilirler. Ayrıca ocağın ilk yüklenmesinde hafif hurda, sonrakilerde ise yoğun hurda kullanılarak ocak refrakterlerinin aşınması ve zarar görmesi riski azaltılır.

Yoğunluğu yüksek ve kimyasal bileşiminde sorun olmayan hurdadan hazırlanmış bir şarjla yapılan ergitme işleminde; güç tüketiminde %30-40 azalma, verimlilikte ise %10 artış gözükmiştir. Bir başka uygulamada ergitme ocağının yüklenmesi için üç şarj sepeti yerine iki şarj sepeti kullanılmasıyla ergitme zamanı 10 dakika kadar azaltılabilmektedir.

## 2.4. HURDANIN KİMYASAL BİLEŞİMİ

Hurda hammadde kullanılarak yapılan çelik üretiminde, hurdanın kimyasal bileşimi içinde istenmeyen ve bilinmeyen elementlerin bulunmaması gerekir. Bununla beraber kaliteli çelik üretiminde hurda bünyesindeki değerli alaşım elementlerinden çoğu kez yararlanılır.

Üretilen çeliğin kalitesini doğrudan doğruya etkilediği için hurdanın kimyasal bileşimine göre ayrımı çok dikkatli yapılmalıdır. Döner hurdanın kimyasal bileşimine göre tasnifi, satın alınan ticari hurdaya nazaran kolaydır. Satın alınan hurda ve özellikle sermaye hürdası, nereden geldiği ve kimyasal bileşimi belirlenemediği durumlarda bazı sorunlar yaratır. Her yıl tüketilen milyonlarca ton (200 milyon tona yakın) sermaye hürdasının tek tek her bir türünü kimyasal olarak analiz etmek mümkün değildir. Bu nedenle çelik üreticileri, her parti hurdadan seçtikleri örneklerin kimyasal analizine dayanarak hurda tasnifini yapmak zorunda kalırlar. Bazen daha çabuk oldukları için spektrografik muayene yöntemleri kimyasal analiz testlerine tercih edilir. Buna rağmen her iki yöntem de örneklerin dikkatlice seçilip muayeneye hazırlanmasını gerektirirler, ayrıca pahalı ve zaman alıcıdır. Bu nedenle çoğu kez maliyeti daha düşük ve daha az kesinlikte sonuçlar veren manyetik testler, kıvılcım testleri, spot testleri ve pelet testleri uygulanır.

Kimyasal bileşimini bilmek şartıyla hurda,alaşımli çeliklerin üretiminde gereken alaşım elementlerinin değerli bir kaynağıdır.Özellikle EAO'da bu avantajdan yararlanılır.BOF ve SM fırınlarında üretilen çeliğin büyük bölümü alaşimsız ve düşük alaşımli karbon çeliklerine yönelik olduğundan bu yöntemlerde alaşımli hurda kullanırken dikkatli olunmalıdır.Hurda içinde varlığı bilinmeyen alaşım elementleri sorun çıkartabilirler.

Kalay, bakır,nikel ve hurdada bulunan diğer elementler üretilecek çeliğin içine karışarak çeliğin arzu edilen özellikleri göstermesine engel olurlar.Bu elementlerin çok küçük miktarları bile çeliğin içinde yayınarak ürün kalitesini bozarlar.Ergitme ocağı içinde absorbe edilen nikel ve kalay,ardarda birkaç dökümde üretilecek çeliğin kimyasal bileşimine karışabilir.Tasnif işlemine gereken önemin verilmemesi ve iyi hazırlanmamış şarj yoluyla çelik içine girebilecek birkaç elementin çok küçük miktarları bile üretilecek çeliğin kalitesini bozmaya yeterli olabilir.

Uygarlığın günümüzde eriştiği seviyede demir-çeliğin çok büyük bir rolü vardır.Çelik malzemeler teknolojinin hemen her alanında uygulanma olanağı bulmuştur.Teknolojinin çok çeşitli ihtiyaçları,değişik fiziksel özelliklere sahip çeliklerle karşılanmıştır.Çeliklere belirli fiziksel özellikler kazandırılması için çok çeşitli elementlerin veya element kombinasyonlarının çok çeşitli oranlarda çeliğin içine katılması gerekir.Her tür çelik malzemenin bir kullanım süresi sonucunda hurda olarak çelik üretim tesislerine geri döneceği düşünülürse; çelik üretiminde ne kadar çeşitli malzeme kombinasyonu denenip uygulanırsa,oluşacak hurdanın kimyasal bileşimi de o oranda çeşitlilik gösterecektir.Buradan;çok çeşitli kimyasal bileşimlere sahip hurda hammaddenin kullanılmasının çelik üretimi üzerindeki etkilerinin de sınırsız bir zenginlik göstereceği sonucunu çıkartabiliriz.

Hurdanın kimyasal bileşiminde bulunan metal ve metal dışı elementlerin hepsinin çelik üretimi üzerinde farklı etkileri vardır.

Aşağıda çelik hurdası içinde bulunan elementlerin çelik üretimi üzerindeki etkisi iki altbölümde incelenecektir:

- a) Hurdada metal olmayan elementler
- b) Hurdada demir dışı metaller

#### 2.4.1. Hurdada Metal Olmayan Elementler

Metal dışı elementler hurda içinde iki farklı şekilde bulunabilirler.Birincisi,hurda çeliğin kimyasal bileşiminde bulunan karbon,fosfor,kükürt gibi elementlerdir.İkincisi ise, hurdanın doğrudan kimyasal bileşimi içinde bulunmayan fakat herhangi bir nedenle hurdaya karışmış metal olmayan yabancı maddelerdir.



Hurdanın doğrudan kimyasal bileşimi içinde bulunmayan ve genellikle yetersiz temizleme nedeniyle hurda içine karışmış metal dışı malzemeler;refrakter tuğlalar, otomobil lastikleri,otomobilin iç plastik astarı,cam ve diğer kirler gibi küçük parçalar halinde bulunan katı ve su,yağ gibi sıvı halde bulunabilirler.Katı maddeler genelde elektriği iletmezler ve elektrod kırılmasına neden olabilirler.EAO regülatörü elektrodu önceden saptanmış bir akım şiddetiyle alçaltmaktadır.Elektrodun alçalması sırasında, elektrod yalıtkan bir malzemeyle karşılaşsa bile regülatör elektrodu alçaltmaya devam edecektir.Eğer yalıtkan malzeme elektrod ucuna dayanamayacağı kadar büyük bir karşı koyma kuvvetiyle direnirse elektrod kırılmaları olabilmektedir.

Hurda içinde bulunan metal dışı malzeme miktarı hurda türüne, temizlenmesine ve hurdanın kalitesini iyileştirmek için yapılan işlemlere bağlıdır.Yapılan bir çalışmada,çeşitli hurda türlerinin içerdiği demir oranı hesaplanmıştır.Bu çalışmanın sonuçları çizelge 16 a ve 16 b' de verilmiştir.Bu çizelgelerden görüleceği gibi hurda türüne göre hurdanın içerdiği demir miktarı önemli ölçüde değişmektedir.

**Çizelge 16 a : Çeşitli hurda türlerinin içerdiği demir oranı (50)**

Hurda Türü	Preslenerek balya haline getirilmiş sermaye hurdası				
Döküm sıra no	2360	2361	2362	2364	2403
Hurda ağırlığı [kg]	6150	5975	6725	6554	6085
Cüruf ağırlığı [kg]	735	456	833	294	477
Cüruftaki demir ağırlığı [kg]	109	93	152	56	58
Elde edilen ürün ağırlığı [kg]	4844	4682	5304	5347	4902
Hurda içindeki demir yüzdesi [%]	80,5	80,0	81,1	82,4	81,8

**Çizelge 16 b : Çeşitli hurda türlerinin içerdiği demir yüzdesi (50)**

Hurda Türü	Dilimlenmiş Hurda		Dökümhane hurdası		Profil ve ray gibi yoğun hurda		İngot ve Kütük hurdası
Döküm sıra no	2461	2469	2404	2433	2420	2462	2368
Hurda ağırlığı [kg]	7.586	6.100	6.820	6.105	6.480	7.592	5.630
Cüruf ağırlığı [kg]	578	164	246	238	395	262	103
Cüruftaki demir ağırlığı [kg]	105	76	72	69	83	82	51
Ürün ağırlığı [kg]	7.050	5.918	6.434	5.903	6.416	7.196	5.645
Hurdanın demir yüzdesi [%]	94,4	98,2	95,4	96,2	(100,3)	96,1	(101,2)

(Bu çizelgeler hazırlanırken cüruf içindeki demirin banyoya geri döndüğü kabul edilmiştir.Hurdanın demir yüzdesi;ürün ve cüruftaki demir ağırlığı toplamının hurda ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır ).

Başka bir araştırma sonuçlarına göre hurda içine karışmış %1 oranında metal dışı malzeme; %1 oranında daha fazla kireçtaşı kullanımına,ton başına 15 kwh fazla güç tüketimine ve ton başına 0,2 kg daha çok elektrod tüketimine neden olmaktadır.Hurda içine karışmış metal dışı malzemenin çokluğu nedeniyle karbon,kükürt ve fosfor oranları beklenenden sırasıyla %0,15, %0,03 ve %0,02 fazla olursa aşağıdaki olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- a) 20-30 dakika zaman kaybı
- b) Fazladan 25 kg kireçtaşı
- c) Fazladan 35-40 kwh güç tüketimi
- d) Elektrod tüketiminin artması
- e) 3m<sup>3</sup>/ton çelik kadar daha fazla oksijen
- f) Refrakter malzemelerin yıpranması

Hurda içine karışmış metal dışı malzemelerin hurdayla beraber şarj edilmesinin önüne geçmek için hurdayı işleyen tesislerin hurda temizleme işlemine gereken özeni göstermesi gerekir.Hurda metalin kimyasal bileşimi içindeki elementler içinse bu tesislerin yapabileceği fazlaca bir şey yoktur.Çelik üreten tesisler stoklarındaki hurdayı malzemesine göre çok iyi tasnif etmeli ve üreteceği çeliğin kimyasal bileşimine en yakın kimyasal bileşime sahip hurdayı kullanmalıdır.

Karbon,cüruf oluşumu ve defosforizasyon için gerekli bir elementtir.Ancak aşırı miktarda karbon söz konusu olduğunda oksijen üflenerek dekarbonizasyona gidilir ve karbon oranı istenen düzeye indirilebilir.Kükürt ve fosfor istenmeyen elementler olmakla birlikte kaçınılmaz olarak çeliğin içinde çok küçük miktarda yer alırlar.

Çelik içindeki kükürt miktarının çoğu kez %0,035'in altında olması istenir. Kükürt, çeliğin soğuk ve sıcakta şekillendirilebilme kabiliyetini ve çentik mukavemetini düşürür. .EAO'da kükürt giderme işleminde kükürt miktarının izin verilen limitlere indirgenmesi için belirli bir süreye ihtiyaç vardır.Ocak kapasitesi büyüdükçe bu süre artmaktadır.Bu nedenle özellikle büyük kapasiteli EAO'da kükürt oranı düşük olan hurdanın kullanılmasıyla bu süre azaltılarak zaman ve enerji tasarrufu sağlanmış olur.

#### **2.4.2 Hurdada Demir Dışı Metaller**

Hurda içinde bulunabilen başlıca demir dışı metaller mangan,krom,nikel, molibden, vanadyum,wolfram,bakır,kalay ,antimon ve arsenik gibi elementlerdir.Bu elementlerin üre tilecek çelik içinde bulunma oranları o çeliğin kalitesini belirlemektedir.

Özellikle alaşımlı çelik üreten tesisler stoklarındaki hurdayı çok iyi tasnif etmelidirler. Tasnif işlemi,hurdayı malzeme bileşimlerine göre ayırıp belirli gruplar altın-

da toplamaktır. Alaşımli çelik üreten bir fabrika için şöyle bir sınıflandırma yapılabilir:

- Karbon çeliği hurdası(nikel,molibden,krom oranı çok düşük)
- Krom çeliği hurdası (nikel,molibden oranı düşük)
- Krom-molibden çeliği hurdası(nikel oranı düşük)
- Nikel çeliği hurdası
- Krom-nikel çeliği hurdası
- Krom-nikel-molibden çeliği hurdası

Bu gruplar daha sonra bileşimlerindeki alaşım elementlerinin miktarına göre alt sınıflara ayrılır.Gerekirse bakır,kalay,fosfor,kükürt gibi istenmeyen elementlerin miktarına göre de alt gruplar oluşturulabilir.

Hurda içinde bulunan nikel ve molibden gibi alaşım elementleri üretilen alaşımli çelikte istenen son kimyasal bileşime ulaşılmasına yardımcı olurlar.Bu alaşım elementleri istenen orandan daha düşükse ferro-molibden ve ferro-nikel gibi yardımcı hammaddeler banyoya eklenerek istenen oranlara ulaşılır.

Çeliğe paslanmazlık özelliği kazandıran krom için özel bir durum söz konusudur.Eğer banyoda fosfor miktarı belirlenen limitin üzerindeyse,yani defosforizasyon gerekiyorsa, banyodaki krom miktarının % 0,5'i geçmemesi gerekir.Krom oranı % 0,5'i aşarsa forfor giderme (defosforizasyon ) işleminin maliyeti artar.Bu nedenle banyoya ferro-krom türünde krom ilavesi yapılacaksa fosfor giderme işleminden sonra yapılır.

Paslanmaz çelik hurdası,en pahalı hurda çeşitlerinden biridir.Bunların değerlendirilmesine daha ayrı bir özen gösterilmesi gerekir.Bazı ülkelerde paslanmaz çelik hurdası ihracatı yasaklanmışken, ülkemizden paslanmaz çelik ihracatı yapılmaktadır.Bu değerli hurda kaynağının ihraç edilmesi yerine ülke içinde değerlendirmenin yolları aranmalıdır. 1991 yılında 9909,69 ton paslanmaz çelik hurdası ihraç edilmiş ve karşılığında 7.563.477,46 \$ döviz girdisi sağlanmıştır.Çizelge 17'de Almanya'da son yıllarda tüketilen ve recycle eden paslanmaz çelik miktarı verilmiştir.1995 ve 2000 yıllarına ait rakamlar gerçekleşmesi beklenen rakamlardır.

**Çizelge 17 : Almanya'da tüketilen ve recycle edilen paslanmaz çelik miktarı (46,47)**

Yıl	Paslanmaz çelik tüketimi (ton)	Recycle eden miktar (ton)	Recycle/Tüketim (%)
1985	550.000	237.000	43
1989	570.000	275.000	48
1990	590.000	290.000	49
1991	600.000	300.000	50
1995	700.000	530.000	75
2000	750.000	710.000	95

Çelik hurdası içinde arzulanan alaşım elementlerinin yanısıra bakır,kalay, anti-mon, arsenik gibi istenmeyen ve banyodan uzaklaştırılamayan elementlerde bulunabilir.Bu tür elementler ergitme işlemi sırasındaki metalurjik işlemlerle giderilemediklerinden ergitme ünitesine girmeden önce hurdanın içinden ayrılmaya çalışılmalıdır.

Bakır,banyo içinde belirli bir limitin üzerinde bulunmaması gereken elementlerden biridir.Çok küçük bakır miktarları bile çelikte akma ve çekme dayanımı ile sertlik değerlerini artırırken kopma uzamasını ve kesit daralmasını azaltırlar.Bunun sonucunda çelikte soğuk ve sıcak şekillendirilme kabiliyetleri azalır.Sıcak şekillendirme kuvvetlerinin büyüklüğü ve bakır miktarının fazlalığı oranında çelikte sıcak kırılma ve çatlama görülebilir.Bakırın yanısıra kalay da bulunuyorsa çeliğin özellikleri daha da kötüleşecektir.Haddelenecek ve dövülecek çeliklerde bakır ve kalay miktarı üst sınırı:

$$\% \text{Cu} + 8 \% \text{Sn} \leq 0,45 \quad (4)$$

olmalıdır.Özellikle otomobil hurdalarında bakır miktarı nispeten fazla olduğundan otomotiv sektörü kaynaklı hurdaları yoğun olarak kullanan fabrikalar satın aldıkları hurdanın kontrolünü ve malzemesine göre tasnifini çok dikkatli yapmalıdır.Bu aşamaya gelmeden önce hurdaya uygulanacak ön hazırlama işlemlerinin önemi çok büyüktür.

Çizelge 18'de çizelge 16a ve 16b'deki hurda türlerinden üretilen çeliğin kimyasal analizi verilmiştir.

Çizelge 19'da tipik hurda türlerine uygulanan kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 18 : Çeşitli hurda türlerinden üretilen çeliğin kimyasal analizi (50)**

Hurda Türü	Döküm no	C	S	Mn	P	Cr	Ni	Sn	Cu
Balyalanmış hurda	2.360	0,323	0,079	0,152	0,065	0,035	0,054	0,084	0,168
	2.361	0,136	0,136	0,087	0,020	0,022	0,060	0,085	0,236
	2.362	0,265	0,136	0,054	0,014	0,025	0,076	0,100	0,360
	2.364	1,320	0,064	0,287	0,048	0,038	0,056	0,047	0,470
	2.403	0,610	0,073	0,160	0,060	0,045	0,065	0,052	0,330
Dökümhane hurdası	2.404	0,430	0,037	0,267	0,058	0,026	0,045	0,006	0,058
	2.433	0,370	0,040	0,265	0,062	0,058	0,054	0,014	0,098
Yoğun hurda	2.420	0,240	0,045	0,196	0,051	0,024	0,048	0,009	0,062
	2.462	0,105	0,045	0,177	0,030	0,021	0,056	0,014	0,078
İngot ve kütük hurdası	2.368	0,390	0,027	0,345	0,033	0,017	0,038	-	0,018
Dilimlenmiş hurda	2.461	0,532	0,045	0,173	0,043	0,098	0,106	0,041	0,282
	2.469	0,163	0,028	0,178	0,014	0,044	0,068	0,044	0,098

**Çizelge 19 : Tipik hurda türlerinin kimyasal analiz sonuçları (50)**

Hurda Türü	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn
Otomobil hurdası	0,02	0,01	0,05	0,06	0,008
Balyalanmış hurda	0,06	0,02	0,08	0,11	0,012
Dilimlenmiş hurda	0,08	0,02	0,14	0,26	0,036
Yoğun hurda	0,15	0,04	0,15	0,25	0,025
Talaşlar	0,44	0,09	0,37	0,33	0,026

## 2.5 HURDANIN TASNİFİ

Stokta bulunan hurdanın malzemesine göre tasnifi başlıca iki sebepten dolayı gereklidir:

- 1) Çelik hurdası içinde bulunan değerli alaşım elementlerini korumak
- 2) Üretilmesi istenen çeliğin gerektirdiği kimyasal bileşimi tutturmak

Çeşitli bileşimlere sahip kaliteli çelik üreten fabrikaların yapacağı tasnif, belirli bir ürüne yönelmiş ve hep aynı tür çelik üreten fabrikaların yapacağı tasnif işleminden daha karmaşık olacaktır. Örneğin paslanmaz çelik ve diğer alaşımli çelikler gibi çok farklı türlerde çelik üreten bir fabrika, stoğundaki hurdayı 300 kadar farklı gruba ayırmayı gerekli görmüştür. Her fabrika, stoğundaki hurdayı en ekonomik şekilde değerlendirmek amacıyla kendine özgü bir hurda sınıflandırma ve stok kontrol sistemini kurmak zorundadır.

Hurda tasnifi, çelik yada çelik parça üretilen tesise çeşitli yerlerden ve farklı kullanım alanlarından ulaşılmış çok çeşitli malzeme türlerinin bir karışımı olan hurdayı, malzeme bileşimleri ve bileşimindeki elementlerin oranlarına göre saptanmış belirli gruplara ayırma işlemidir. Hurdayı tasnif ederken malzeme bileşiminin yanısıra hurdanın fiziksel karakteristiklerini de (boyutlarını ve yoğunluğu) göz önüne almak gerekir. Fiziksel özellikler temel alınarak yapılan tasnifle şarj sepetlerinin yüklenmesi kolaylaştırılmış olur.

Hurda tasnifine gereken özen gösterilmezse, nikel ve bakır gibi banyo içinde sıvıdan ayrıştırılamayan elementler çelik bileşimi içine girebilir ve çeliğin göstermesi beklenen özellikleri sağlamasını engelleyebilirler. Bu durumda ya bütün bir parti üretim ziyan olup hurdaya ayrılır, ya da başka bir amaçla kullanılmak üzere depolanır. İlk durumda üretilen çelik tamamen hurdaya çıkarken, ikincisinde çelik içindeki değerli alaşım elementleri boşu boşuna harcanmış olur.

Bu istenmeyen duruma bir örnek olarak krom-molibden ve nikel-molibden alaşımli çelikleri verebiliriz. Eğer nikel-molibden alaşımli çelik üretirken hurda tasnifinin veya şarj sepetinin yüklenmesi sırasında bir yanlışlık yapılması sonucu banyoda krom

bulunuyorsa,krom elementi -maliyetin artmasına ve kromun ziyan olmasına rağmen- okside edilerek banyodan uzaklaştırılabilir.Fakat krom-molibden alaşımlı bir çelik üretiliyorsa ve banyoya nikel girmişse bu nikelin okside edilip uzaklaştırılması mümkün değildir.Bu kez çelik ya tamamen hurdaya ayrılır ya da krom-molibden-nikel alaşımlı çelik olarak başka bir amaçla kullanılmak zorunda kalınır.

### **2.5.1 Hurdanın Malzeme Bileşiminin Saptanması İçin Kullanılan Yöntemler**

Döner hurdanın tasnifi genellikle kolay olmakla birlikte sermaye ve işlem hurdasında (satın alınan hurdada)bazı problemler ortaya çıkabilir.Hurdanın test edilip kimyasal bileşiminin istenen şartları sağlayıp sağlamadığını saptamak için geliştirilmiş çeşitli yöntemler vardır.

Bunların içinde en güvenilir olanları kimyasal analizler ve spektrografik yöntemlerdir.Ancak bu iki yöntemde de kontrol edilecek örneklerin çok özenli seçilmesi ve deneye hazırlanması gereklidir.Bunun sonucu olarak kontrol süresi uzun ve maliyetleri biraz daha fazladır.

Daha az maliyetli ve daha az güvenilir sonuçlar veren testlerden biri manyetik testlerdir.Bu yöntemde;hurda içindeki manyetik olmayan parçaları ayırmak mümkün değildir. Diğer bir yöntem ise kıvılcım testidir(spark test).

Kıvılcım testi,bir hurda parçasının dönen bir taşlama taşına sürtülmesiyle ortaya çıkan kıvılcımların gözlenmesiyle yapılır.Bu konuda eğitilmiş deneyimli bir gözleyici kıvılcımların rengine,boylarına ve diğer bazı karakteristiklerine bakarak çeşitli türdeki çelik hurdalarını kabaca ayırt edebilir.

Tam sonuç vermeyen diğer yöntemler spot testi ve pelet testidir.Spot testinde, seçilmiş bir hurda örneğinden hazırlanmış temiz bir yüzey üzerine kimyasal bir solüsyon uygulanmasıyla hurda içindeki nikel ve diğer bazı elementlerin miktarları yaklaşık olarak saptanabilir.Pelet testinde ise kıvılcım testinden elde edilen okside olmuş parçalara bir büyüteçle bakılmak suretiyle hurda bünyesindeki elementler araştırılabilir.

Hurda tasnifi konusunda uzmanlaşmış bir kişi çıplak gözle dahi hurda bileşimi hakkında fikir yürütebilir.Bunu yapabilmek için hangi tür çeliğin hangi üründe kullanıldığını bilmek gerekir.Ayrıca hurda (tanınabilmesi açısından)şeklini değiştirmemiş olmalıdır. Preslenerek balya haline getirilmiş hurdaların çıplak gözle ayırt edilebilmesi çok güçtür. Balyalanmış hurdalardan alınan numunelerin test edilmesi sonucunda aynı balyadan alınan numunelerde dahi farklılıklar görülmesi doğaldır.Bu nedenle hurdalar balyalanma işleminden önce tasnif edilmelidir.

## 2.6. ELEKTRİK ARK OCAĞINA HURDA ŞARJININ YAPILMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR

Bazik veya asit astarlı oksijen konverterlerinde ve SM fırınlarında da hammadde olarak hurda kullanılmaktadır. Ancak çelik üretim yöntemleri içinde hurdaya en çok bağımlı olan ve bütün hurda oluşumunun büyük çoğunluğunu değerlendiren yöntem EAO ile çelik üretimidir. EAO'na hurda şarjının yapılmasıyla ilgili önemli noktalara maddeler halinde değinmek yerinde olur:

1) *Sipariş edilen çelik ile EAO'na yüklenecek hurdanın kimyasal bileşimlerinin uygunluğu:*

EAO'nun yüklenmesi için stoktan seçilen hurda türleri, yalnızca sipariş edilmiş çeliğin üretilmesi için gereken elementleri içermelidir. Şarjı hazırlamak için seçilen hurda, gereken elementlerin tamamını veya bir kısmını içerebilir. Fakat üretilecek çeliğin kimyasal bileşiminde bulunmayan hiçbir element hurdanın kimyasal bileşiminde de bulunmamalıdır. Hurdalar ergitme işlemi sırasında tasfiye edilemeyecek elementleri de içerebileceğinden bu nokta özellikle belirli kalitede çelik üretimi için çok önemlidir.

En ekonomik ergitme operasyonunu gerçekleştirmek için hurdanın içerdiği elementlerin miktarları, siparişle belirlenmiş miktarların en düşük limitlerine mümkün olduğunca yakın olmalıdır.

2) *EAO'na ilave edilecek yardımcı hammadelerin miktarı ve temizleme şarjı:*

Çeşitli formlarda EAO'daki hurda şarjına ilave edilecek alaşım elementlerinin miktarı; (a) hurda şarjının içerdiği elementlerin miktarından, (b) şarjın toplam ağırlığından ve (c) istenen malzeme bileşiminden yola çıkılarak hesaplanır. Hurda şarjının toplam ağırlığı; ya ocak kapasitesine göre ya da sipariş edilen ağırlığa göre belirlenir (örneğin EAO kapasitesi 50 ton olmasına rağmen sipariş edilen çelik miktarı 30 ton olabilir). Bu hesaplamalar yapılırken ocak içinde meydana gelebilecek malzeme kayıplarını karşılamak üzere bir tolerans payı bırakılmalıdır. Örneğin bazı alaşım elementleri ocak dibindeki ve yan çeperlerindeki refrakter malzemeler tarafından absorbe edilebilir. Paslanmaz çelik ve yüksek manganlı çelikler gibi yüksek alaşımli çeliklerin üretilmesinden hemen sonra düşük alaşımli veya alaşimsız çelikler yapılmak istendiğinde izin verilen limitlerde çelik üretmek mümkün olmayabilir. Bu olumsuz durumun üstesinden gelmek için bir nevi *temizleme şarjı* yapılır. Bir başka ifadeyle yüksek alaşımli bir çeliğin üretiminden sonra, bir önceki üretimdeki alaşım elementlerini içeren fakat bu kez orta derecede alaşımli (içerdiği alaşım elementi miktarı bakımından yüksek alaşımli çelik ile düşük alaşımli çelik arası) bir çelik üretilecek şekilde ocağa hurda şarjı yapılır. *Temizleme şarjı* ile ocak kenerları ve dibinde absorbe edilmiş bir önceki üretimden artakalan elementler

temizlenmiş olur.Böylece bundan sonraki partide üretilecek düşük alaşımli çeliğin,ocak içinde artakalan çeşitli alaşım elementleriyle kirlenmesinin önüne geçilir ve istenen düşük alaşımli çelik bir sonraki dökümde izin verilen limitler dahilinde güvenli olarak üretilebilir.

### **3) Hurda şarjının hazırlanmasında hafif ve yoğun hurdanın dengeli olarak kullanılması:**

Hurda şarjı yapılırken stoktaki hafif ve yoğun hurda birbiriyle dengeli olarak tüketilmelidir.EAO yüklenirken birkaç parti üretim için sürekli yoğun hurda kullanılırsa,bu özel partilerin üretim hızının oldukça yüksek ve dolayısıyla verimliliğin de fazla olacağı muhakkaktır.Fakat unutulmamalıdır ki birkaç parti için sürekli yoğun hurdanın kullanılması sonucu stokta bulunan hafif hurda miktarı göreceli bir artış gösterecektir.Bunun sonucunda fiziksel özellikleri iyi hurdanın kullanıldığı ve son derece verimli birkaç parti üretimden sonraki ergitme işlemleri gene hafif hurdalarla düşük işlem hızı ile yapılmak zorunda kalınacaktır.Şarjın hafif hurdayla yapılması zorunluluğu beraberinde EAO'nın daha çok şarj sepetiyle doldurulması zorunluluğunu getirecek,bunun sonucunda üretim hızı ve verimliliği de düşecektir.Bu durumda yoğun hurdayla yapılan birkaç parti verimli üretimin ardından daha verimsiz,gecikmeli ve hatta refrakter malzemelerin yıpranması nedeniyle zararlı sayılabilecek üretim partileri gelecektir.Bu nedenle çelik üreticileri fiziksel özellikleri bakımından kaliteli ve kalitesiz hurdayı bir denge içinde tüketmelidir.Böylece daha kararlı bir üretim yapısı elde edilebilir.

### **4) EAO'da sünger demir kullanımı :**

Şarjı,hurda yerine kısmen veya tamamen sünger demirle yapmak mümkündür. Sünger demir bileşimi bilindiği ve bakır,krom,nikel,kalay gibi elementleri içermediği için hurdaya tercih edilebilir.Sünger demir karbon ve demiroksit içerdiğinden oluşturduğu cüruf temizleme işlemleri açısından hurdanın oluşturduğu cürufa göre daha avantajlıdır. Ancak sünger demir fiyatı hemen her zaman çelik hurdasının fiyatından daha pahalı olduğundan yalnızca düşük alaşım elementi içeren veya hiç içermeyen çeliklerin yapımında kullanılması durumunda rantabl olur.Hurda ve sünger demir fiyatları birbirine yaklaştığında bu iki hammadde beraberce kullanılabilir.Örneğin şarjın %70'i hurda ve geri kalan %30'u sünger demir ile hazırlanabilir.Bu tip uygulamalar da sünger demir şarjının hurda ergidikten sonra yapılması gerekir.Böylece üretilecek çeliğin kalitesi daha iyi kontrol edilebileceği gibi sünger demir ilavesinden sonra oluşacak cüruflla daha iyi bir rafinasyon gerçekleştirilebilir.Sünger demir EAO'na kapaktaki bir delikten sürekli olarak şarj edilebilir.Ayrıca ergitme işlemi yüksek güçte devam edebilir.Bunların sonucunda EAO verimliliğinde bir artış görülür.



### 5) *Hurdanın tartılması ve yüklenmesi :*

Şarj işleminin en önemli bölümlerinden ikisini tartma ve yükleme kademeleri oluşturur.Çelikte istenen bileşimin elde edilebilmesi için uygun tipte hurda seçilmeli ve hassas olarak tartılmalıdır.Bu konuda teknolojiyi yakından takip eden bazı firmalar bilgisayar desteğinden yararlanmaktadır.Ergitme tesisinin gereksindiği hurda türleri ve miktarları bilgisayar yardımıyla belirlenmekte ve yüklenen hurda sürekli olarak tartılmaktadır.Böylece hurda stok kontrol kulesi,yüklemeyi yapan vinç operatörleri ve ergitme ünitesinde çalışanlar arasında operasyon süresince sürekli bir işbirliği ve koordinasyon sağlanmaktadır.

### 6) *Hurdanın fiziksel özelliklerine göre şarj(yükleme)srasının önemi:*

EAO ve şarj sepeti önceden saptanmış bir sırayla yüklenmelidir.Dip kısmı hafif hurda ile ince bir tabaka halinde yüklenmeli,bu tabakanın üzerine daha yoğun hurdalar yüklenmelidir.Hafif hurdalar böylece ocağa yükleme yapıldığında ocak dibine birdenbire gelecek şiddetli çarpma etkisini hafifleterek bir tampon görevi yaparlar.Çok uzun hurda parçalarının ocak içinde aşağı bölgelerde bulunması sağlanarak bunların elektrodun yolunu tıkaması veya ocak içinde ani düşüşler yapması gibi tehlikelerden kaçınılması gerekir.Kok ve diğer karbonlu şarj bileşenleri yoğun hurda yüklendikten sonra yüklenmelidir.Yardımcı hammaddeler iletken olmadıkları için elektrodlarla temas etmeyecek biçimde yerleştirilmelidir.Bunun üzerine orta derecede yoğun hurdalar şarj edilmelidir.Ergitme işlemi başladıktan sonra (elektrodların temasından sonra) hızlı ve kararlı bir ark oluşması için en üst tabakada gene hafif hurdalar yer almalıdır.Bütün bu tedbirlerle refrakter aşınması azaltılacak,yüksek güçte daha çabuk çalışılabilecek ve gürültü oluşumu azaltılacaktır.

### 7) *Kullanılacak şarj sepeti sayısı ve ocağın sürekli beslenmesi:*

Bir EAO'nı yüklemek için genellikle iki veya üç şarj sepeti dolusu hurdaya ihtiyaç vardır.Ocak şarjı iki sepette tamamlanacaksa; toplam hurdanın %60'ı ilk sepette,%40'ı ikinci sepette tamamlanabilir.Üç sepet kullanılacaksa;toplam hurdanın %40'ı birinci,%30'u ikinci ve kalan %30'u da üçüncü sepette yüklenebilir.Sepet sayısını belirleyen faktör hurdanın yoğunluğudur.Sepetteki hurda ocağa boşaltıldığı zaman ocak kapağı açılmakta ve elektrik arkı kesilmektedir.Bu nedenle önemli miktarda ısı enerjisinin yanısıra -işlem durduğu için- zaman kayıpları olmakta ve sonuçta EAO'nın verimliliği düşmektedir.Verimliliğin artırılması için yüklenecek şarj sepeti sayısını azaltmak gerekmektedir.Bu amaçla Japonya'daki bazı uygulamalarda ocağa hurda şarjı bir kez yapılmakta ve daha sonra ocak kapağı kapatılıp ergitme işlemi devam ederken EAO kapağındaki bir delikten sürekli beslemeye uygun malzemeyle beslenmektedir.

## 2.7.HURDA KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Hurda kalitesinin iyileştirilmesi,hurdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi demektir.Hurda kalitesinin artırılmasıyla ergitmenin yapıldığı ocağın verimliliği de artmaktadır.

Pek çok endüstriyel üründe çeliğin diğer malzeme türleriyle birlikte kullanılması ve çelik kalitesinin artırılması için çeliğe katılan alaşım elementlerinin çeşitliliği sonucu hurda çelikte belirgin bir kirlilik göze çarpmaktadır.Bu kirliliğin azaltılması amacıyla hurdaların işlenmesi için çeşitli tesisler faaliyet göstermektedir.Bu tesislerin akla ilk gelen örnekleri shredder (dilimleme) tesisleridir.Shredder tesisleri çok çeşitli hurda türlerini mekanik yöntemlerle işleyip yüksek kaliteli bir hammadde haline dönüştüren tesislerdir. Dünya çapında 600 civarında shredder tesisi faaliyet göstermektedir.

Hurda kalitesinin artırılması için yapılan işlemler ekonomik olmak zorundadır. Çünkü hurdayı işlemek için yapılan her ilave işlem hurda maliyetini artıracaktır. Hurdaların işlenmesinin hem ekonomik hem de teknik açıdan uygun şartlar içinde gerçekleştirilmesi için hurdayı işleyen,çelik üreten ve dizayn aşamasında görevli elemanların birbirleriyle uyum içinde çalışması gereklidir.Çeşitli ürünleri dizayn eden mühendisler kullanacakları malzemenin yeniden kullanılabilir olmasına (recycle edebilir)ve mümkün olduğunca az sayıda malzeme kombinasyonlarıyla dizaynlarını gerçekleştirmeye çalışmalıdır.

Bilindiği gibi ucuz ve hafif olmaları nedeniyle otomotiv sektöründe önemli ölçüde plastik esaslı malzeme kullanılmaktadır.Ancak bu plastik esaslı malzemelerin büyük bölümü doğal çevrime geri dönememekte, yani metaller gibi yeniden ergitilip şekillendirilememektedir.Bunun sonucu olarak önemli bir hurda kaynağı olan kara taşıtları hurdaya çıktıkları zaman bunlara ait plastik esaslı malzemelerin faydalı metal hurdası kısmından ayrılması zorlaşmakta ve bunların birikmesi şimdiye kadar nasıl çözüm bulunacağı bilinmeyen plastik çöp dağlarının oluşmasına neden olmaktadır.Otomobil hurdalarının sökülüp temizlenmesi sonucu ortalama olarak %69 çelik hurdası,%30 metal olmayan malzeme ve %1 demir dışı metal hurdası ortaya çıkmaktadır.%30'luk kısmın ikinci bir ayırma tabi tutulmasıyla geri kazanılan demir dışı metal oranı %3-4'e varmakta ve sonuçta %27-28 oranında metal olmayan malzeme açığa çıkmaktadır.Metal olmayan malzemelerin büyük bölümünü lastik ve plastik esaslı malzemeler,bir bölümünü de camlar teşkil etmektedir.Plastik esaslı malzemelerin çoğu yeniden kullanılmadığı için çöpe atılmaktadır.Almanya'da bu artık plastiklerin izin verilen yerlere atılması için 70-100 DM/t'luk bir masraf gerekmektedir. Bu artıklar özel çöp fırınlarında yakılarak imha edildiği zaman ton başına 650 DM'a varan bir masraf ortaya çıkmaktadır.Bu masraflar da

doğal olarak hurda fiyatına eklenmekte ve hurda maliyeti yükselmektedir.

### 2.7.1. Hurda kalitesinin Artırılması İçin Yapılan İşlemler

Çelik üretimi için daha uygun bir hammadde haline getirebilmek için hurdaya çeşitli ön işlemler uygulanır. Bu işlemler hurda çeşidine göre değişmekle birlikte iki temel prensibe dayanır. Bu prensipler şunlardır:

- 1) Hurdayı malzeme bileşimine göre ayırıp birim hurda ağırlığı içindeki çelik ağırlığı oranını artırmak. Birim hurda ağırlığı içindeki çelik ağırlığına hurdanın metalik verimi denir, genelde % olarak ifade edilen bir büyüklüktür.
- 2) Hurdanın fiziksel özelliklerini şarj işlemine uygun hale getirmek (uzun parçaların kesilmesi, yoğunluğu düşük olan malzemelerin balya haline getirilerek yoğunluklarının artırılması gibi).

Döner hurda gibi kaliteli hurdalarda ön hazırlık işlemlerine gerek duyulmaz veya çok az gerek duyulur. Otomobil hurdası gibi sermaye hurdası türlerine ise iyileştirme işlemlerinin çoğu kez uygulanması gerekir.

Hurdanın metalik verimini artırmak için geliştirilmiş ilk yöntemlerden biri hurdaların bir pres veya şahmerdandan geçirilerek parçalanması veya dilimlenmesi esasına dayanır. Bu yöntemle elde edilen hurdaya dilimlenmiş veya parçalanmış hurda adı verilir (shredded veya fragmented scrap). Hurdaların lime lime olduktan sonra belirli bir boyutta olmaları istendiğinden presin çıkışında delikli bir form (kalbur) vardır. Belirli boyuta getirilmiş hurdalar manyetik ayırma tabii tutularak plastik, cam, diğer mekanik katışkılar gibi metal dışı malzemelerden ve alüminyum, kurşun, bakır, çinko ve alaşımları gibi demir dışı metallere arındırılır. Böylece hurdanın metalik verimi yükseltilmiş olur. Çizelge 20'de İngiltere'de %100 dilimlenmiş hurda (shredded scrap) ile hazırlanan bir şarja uygulanmış kimyasal analizlerin sonuçları verilmiştir. Bu hurdaların yığma yoğunluğu yaklaşık  $1 \text{ t/m}^3$ 'ü ve metalik verimleri ortalama %92'yi bulmaktadır.

**Çizelge 20 : %100 shredder hurda ile hazırlanmış şarjın kimyasal analiz sonuçları (50)**  
(Bütün değerler % olarak)

No	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn	Metalik verim
1	0,007	0,034	0,08	0,02	0,15	0,33	0,039	93,31
2	0,008	0,045	0,08	0,02	0,15	0,28	0,037	90,25
3	0,008	0,038	0,06	0,02	0,11	0,26	0,036	90,47
4	0,007	0,053	0,10	0,02	0,14	0,29	0,038	93,50
5	0,008	0,047	0,10	0,02	0,14	0,23	0,035	91,28
6	0,010	0,035	0,04	0,04	0,10	0,14	0,028	93,98

Biraz daha geliştirilmiş ve çoğunlukla otomobil hurdalarına uygulanan diğer bir yöntem ise, balya haline getirilmiş hurdaların sıvı azot içine daldırılmasıdır. Çıkarıldıklarında oldukça kırılğan bir yapı kazanan hurda balyaları pres veya şahmerdan çekiciyle parçalanır ve granül yapıda malzeme elde edilir. Uygulanan pnömatisik yöntemle tınalama yapılarak (basıncılı hava püskürtülerek) plastik malzemeler, kumaş, tekstil ürünleri kalıntıları gibi hafif malzemeler granül haldeki hurdadan uzaklaştırılır. Parçalanmış hurda boyutlarına göre ; 6mm 'den küçük olanlar, 6-25 mm arasındakiiler ve 25 mm'den büyük olanlar olmak üzere üç grupta sınıflandırılır. Çift manyetik seperasyondan sonra alaşımli çelik, yumuşak çelik, dökme demir ve demir dışı malzemeler ayrılmış olur. Bu hurda türü parçalanmış hurda olarak anılmaktadır (cryo fragmented scrap). Bu yöntemle kalitesi artırılmış (parçalanmış hurda) ile hazırlanmış şarjın ergitilmesinden sonra yapılan testlerin sonuçları çizelge 21'de verilmiştir. Bu çizelgede (2) ve (5) no.lu şarjlara sırasıyla 20 ve 30 kg karbon ilave edilmiştir.

**Çizelge 21 : %100 parçalanmış hurda (cryo fragmented scrap ) ile hazırlanmış şarjın kimyasal analiz sonuçları (% olarak) (50)**

No	1	2	3	4	5	6
Boyut	< 6 mm.	<6 mm.	<6 mm.	6-25 mm.	6-25 mm.	>25 mm.
Demir	93,4	86,4	93,2	97,1	92	96
C	0,345	0,492	0,296	0,165	0,505	0,343
Mn	0,320	0,220	0,120	0,280	0,260	0,440
S	0,045	0,048	0,063	0,051	0,032	0,037
P	0,030	0,039	0,036	0,021	0,015	0,029
Si	0,048	<0,005	<0,005	0,028	<0,005	0,140
Cu	0,142	0,222	0,275	0,151	0,169	0,223
Ni	0,093	0,111	0,112	0,091	0,100	0,120
Cr	0,131	0,132	0,114	0,096	0,098	0,125
Sn	0,022	0,030	0,033	0,024	0,026	0,026
As	0,025	0,027	0,027	0,024	0,021	0,025
Pb	0,016	<0,002	<0,002	0,011	<0,002	<0,017
V	0,005	<0,010	<0,010	<0,005	<0,010	-
Mo	0,016	0,012	0,013	0,020	0,009	0,016

Bu tip hurdanın yoğunluğu yüksektir ve ocağın sürekli olarak beslenmesi için uygun bir şarj malzemesidir. Boyutları büyük olanlar şarj sepetine yüklenen hurdanın yoğunluğunu artırmak için kullanılabilir. Bu tip hurdanın metalik verimi de yüksektir ( $\geq$ %93). Hurda içindeki alaşım elementleri geniş sınırlar içinde değişmese de bazı

durumlarda alaşimsız karbon çeliklerinin üretimi için uygun olmayabilir. Bu tür kaliteli hurda piyasada ancak sınırlı miktarda bulunmaktadır, ayrıca fiyatı pahalıdır. Sıvı azot bulma güçlüğü ve fiyatının yüksekliği bu yöntemin en büyük dezavantajıdır.

Çeliği işleyip mamül hale getiren sanayi tesislerinde oluşan işlem hurdasının önemli bir kısmını teşkil eden talaşlar, ucuz, yoğunluğu düşük, çoğu kez su ve yağla kirletilmiş hurda kaynaklarıdır. Bunlar yağlarından arındırıldığı takdirde EAO'da ekonomik bir hammadde olarak kullanılabilirler. Talaşların ezilip parçalandıktan sonra ısıtılıp yağlarından ve suyundan arındırıldıktan sonra briket haline getirildiği bir yöntem geliştirilmiştir. Su ve yağın elimine edilmesiyle bu tip hurdanın içindeki demir bileşimi %7-8 oranında artmış olur. Ancak talaşlar bilinen bir kaynaktan temin edilmediği sürece bunların kimyasal bileşimlerini tahmin etmek güçtür. Briket haline getirilmiş talaşlar EAO'da sürekli beslemeye uygun iyi bir şarj malzemesidir. Ancak briket haline getirme maliyeti nispeten yüksek olduğu için kullanımları sınırlıdır.

## 2.7.2. Bazı Belirli Hurda Türlerinin İşlenmesi

Bu bölümde çelik hurdası oluşumu içinde önemli paya sahip olan motorlu taşıtların hurdası, gemi hurdaları ve demiryolu rayı hurdalarına değinilecektir. Eski otoların değerlendirilmesi sırasındaki işlem kademeleriyle ilgili bölüm, konu üzerine uzmanlaşmış bir firmadan temin edilmiştir(40).

### 2.7.2.1 MOTORLU KARA TAŞITLARI HURDASI

Günümüzde en önemli hurda kaynaklarından birini, kaza geçirdiği veya ekonomik kullanım ömrünü doldurduğu için hurdaya ayrılan kara taşıtları oluşturmaktadır. Kara taşıtları içinde en önemli bölümü otomobiller teşkil etmektedir.

Özellikle gelişmiş ülkelerde her yıl milyonlarca otomobil kullanım dışı kalmaktadır. Örneğin Almanya'da yılda yaklaşık 2,6-2,8 milyon otomobil hurdaya çıkmaktadır. Bu rakamın önümüzdeki yıllarda 3,2-3,5 milyon otomobile çıkması beklenmektedir. Bu kadar çok sayıda otomobil hurdası hiçbir işleme tabi tutulmadan çöpe atılmış olsaydı muazzam boyutta çöp ve atık alanlarına ihtiyaç olacağı bildirilmektedir. Bu yüzden hurdaya çıkmış taşıtların metal kısımlarının yeniden değerlendirilmesi çevre problemlerinin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Bugün için bir otomobilin markasına göre değişmekle beraber ortalama %70-75'i yeniden değerlendirilip metal çevrimine katılmaktadır. Kalan %25-30'luk kısım ise çöp olarak açığa çıkmaktadır. Bu çöplerin uzaklaştırılıp belli sahalarda biriktirilmesi, hatta imha edilmesi zorunluluğu büyük bir çevre sorunu olarak karşımıza

çıkılmaktadır.Bu nedenle kara taşıtlarında kullanılıp geri dönemeyen malzeme oranının azaltılmasına gayret edilmelidir.Bu amaçla bazı otomobil üreticileri (örneğin SAAB) bütün parçaları yeniden değerlendirilebilen otomobiller yapmaya yönelmekte ve otomobillerinin reklamını yaparken her parçasının yeniden değerlendirilebildiğini özellikle vurgulamaktadırlar.

Ülkemizde hurdaya çıkan otomobillerin sayısı henüz gelişmiş ülkeler düzeyinde olmamasına rağmen otomobil kullanımının ve sayısının günden güne artması sonucu yakın gelecekte ülkemizde de kullanım dışı kalan otomobil sayısında artış görülecektir (1993 yılı başlarında trafikteki otomobil sayısı 2.000.000'un üzerindedir). Bugün için ülkemizde otomobiller çoğunlukla kaza geçirdikten sonra hurdaya çıkmaktadır.Kaza geçirmiş otoların metal kısımlarının ayrılması,ekonomik ömrünü tamamladığı için hurdaya çıkan otolardan daha zordur.

Bir eski otomobilin değerlendirilmesinde genelde aşağıdaki yöntemler ve işlem kademeleri izlenir:

- 1) Eski otomobilin teslim alınması,gereken yasal işlemlerin yapılması,arabanın genel değerlendirmesi,ana organlarının belirlenmesi,bir demontaj işlem sırası saptanması.
- 2) Yakıtının boşaltılması;kurşunlu veya kurşunsuz normal benzin,süper benzin veya motorin gibi yakıtlar türlerine göre ayrılmalı ve ayrı ayrı depolarda biriktirilmelidir.Yakıt tankı içindeki bütün kalıntıların emilmesi ve temizlenmesi gerekir.Otomobilin demontajında yakıt boşaltma işlemine öncelik verilmesi patlama,yangın gibi tehlikeleri ve iş kazalarını önlemek için gereklidir.
- 3) Yakıt dışındaki fonksiyonel sıvıların boşaltılması;bu işlem iki aşamalıdır. Birinci aşamada motor yağları,vites kutusu yağları,diferansiyel yağları,hidrolik fren sıvıları, karbüratör suyu ve klima tesislerindeki soğutucu sıvılar gibi çeşitleri 10 kadar olan sıvılar boşaltılır ve ayrı ayrı depolarda toplanır.İkinci aşamada ise parçalara bulaşmış yağ veya sıvılar mümkün olduğunca temizlenmeye çalışılmalıdır.
- 4) Birinci demontaj;önceden saptanmış demontaj sırasına göre otomobili oluşturan parçaların teker teker sökülmesine başlanır.Bu aşamada otomobilin lastikleri,aküsü,far lambaları, aynalar,camlar,silecekler,paspas,koltuk örtüsü gibi metal olmayan parçaların ve aksesuarın sökülmesine öncelik verilir.Otomobil eski olmasına rağmen lastikleri, aküsü, farları vs.yeni olabilir.Bu gibi parçalar kalite kontrol ünitelerinde test edilerek yedekparça olarak tekrar kullanılıp kullanılamayacakları araştırılır. Kullanılabilecek durumda olanlar satış birimlerine gönderilip satışa sunulur,kullanılamayacak durumda olanlar ise türlerine göre ayrı ayrı toplanarak biriktirilir.
- 5) Ana demontaj ; bu aşamada otomobil montaj hatlarının tam tersi bir sıra halinde düzenlenmiş demontaj hatları mevcuttur.Ana hattın başından giren hurda oto konveyör

üzerinde ilerler.Ana hatta dikey olarak gelen pek çok konveyör hattından da yararlanır.Ana hat üzerinde belirli aralıklarla dizilmiş bulunan sökme ünitelerinin herbiri sökme işlemleri için gereken ray,askı,vinç,kaynak vb. gibi ekipmanlarla donatılmıştır.Bu sökme ünitelerinin herbirinin farklı görevi vardır.Bir ünite kaporta kapağını,biri motor bloğunu,bir diğeri ise hava filtresini veya karbüratörü olmak üzere otomobilin her parçası sökülerek dikey hatlara yüklenirler.Dikey hatlarda gerekiyorsa ayırma ve sökme işlemlerine devam edilir.Örneğin motor bloğu,pistonlar, sübaplar,bujiler ve diğer bileşenler ayrılır.Ayrılan bütün bileşenler kalitelerine ve yeniden kullanılıp kullanılmayacak durumda olmalarına göre yeniden iki grupta toplanır.Kullanılabilecek yeterlilikte olanlar satış birimlerine, olmayanlar hurda stoklama birimlerine gönderilir.

6) Yeniden kullanılabilir nitelikteki elemanlar oto yedek parçası olarak kullanılmak üzere satış biriminde toplanır.Bu elemanlar çeşitlerine göre ayrı ayrı yerlerde toplanırlar. Bu parçaların başlıca iki müşterisi vardır ; birincisi oto yedek parçası satanlar,ikincisi ise otomobil üreten fabrikalardır.

7) Yedek parça olarak kullanılmayacak elemanların tümü türlerine göre ayrı ayrı stoklanır.Metal esaslı elemanların hemen hemen %100'ü hammadde olarak hurda kullanan ergitme tesislerine gönderilerek metal çevrimine kazandırılır.Ayrıca metal esaslı hurda parçalara gerekiyorsa bazı işlemler uygulanarak hurdaların kalitesi artırılır.Metal olmayan elemanların (lastik,kayış,plastik türleri gibi) yeniden değerlendirilme imkanları yok denecek kadar azdır. Bu maddelerin (bazı plastikler hariç) yeniden ergitilip değerlendirilmesi mümkün değildir.Bu nedenle otomobil yapımında yeniden değerlendirilemeyen malzeme türlerinin kullanımının en az düzeye indirgenmesi gereklidir.Bunun yanısıra oto yapımında kullanılan plastik türlerinin sayısının da en aza indirgenmesi, bu mümkün değilse plastik türlerinin rahatça tanınıp birbirlerinden ayırt edilmeleri için bazı satandartlara uyma zorunluluğu getirilmesi (örneğin her farklı plastik türü değişik renkte imal edilerek) yakın gelecekte kaçınılmaz olacaktır.Dünyada 1990 yılında toplam 75,5 milyon ton plastik esaslı malzeme tüketilmiştir.Bunun %7'si (yaklaşık 5,3 milyon ton) otomobil imalatında kullanılmıştır(21,22).Günümüzde otomobillerdeki plastik esaslı malzeme ağırlığı 140 kg seviyesine ulaşmıştır.Otomobil hurdaya çıktığı zaman bu plastikler çöpe gitmekte ve çürümedikleri için önemli bir çevre problemi yaratmaktadırlar.Plastik esaslı malzemeler az yer kaplamaları için parçalanmakta ve bazen de özel imha fırınlarında yakılmaktadırlar.Bu gibi işlemler otomobil hurdalarından geri kazanılan çelik hurdasının maliyetini artırmaktadır. Plastik esaslı malzemelerin olumsuzluklarını azaltmak için öncelikle bu malzemelerin kullanımına sınırlama getirilmelidir.Daha sonra bu malzemelerin hurdalarının da aynı metal hurdalarında olduğu gibi yeniden değerlendirilmesine olanak sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi için yapılan araştırma çalışmalarına hız kazandırılması

gerekmektedir. Almanya'da yıpranmış otomobil lastiklerini değerlendirecek yöntemler geliştirilmektedir. Eski lastiklerden elde edilen maddeler bazı plastik türlerinin üretiminde, yeniden lastik yapımında ve yakıt olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz otomotiv sanayisinin yeni yeni gelişmekte olduğu düşünülürse, bugün oto yapımında kullanılan ve geri kazanılamayan malzeme türlerinin kullanımını en az düzeye indirmekle gelecekte bu malzemelerin hurda işleyen tesislerde oluşturduğu sıkıntıları azaltma ve çevre kirliliğini önleme yolunda önemli bir adım atılmış olacaktır.

#### 2.7.2.2. GEMİ HURDALARI

Büyük tonajlı eski gemiler önemli bir hurda kaynağıdır. Bunlar özel ekipmanlarla donatılmış gemi söküm tesislerinde parçalanırlar. Bir geminin sökülmesiyle demir-çelik hurdasının yanısıra çok çeşitli metal hurdaları (bakır, alüminyum, kurşun, çinko, pirinç, bronz vb.) ve metal olmayan malzeme (ahşap, cam, plastik vb. ) ortaya çıkar. Gemi sökümünden elde edilen kullanılabilir nitelikteki elemanlar tersanelere gönderilerek yeniden gemi yapımında kullanılır. Kullanılmayacak nitelikte olanlarsa hurdayı ergiten tesislerde hammadde olarak kullanılır. Gemi söküm tesislerinde iş kazalarına karşı bütün tedbirler alınmış olmalıdır. Eski savaş gemileri ve tankerlerin sökümünde daha fazla dikkat gösterilmelidir. İş güvenliği konusunda yapılabilecek en ufak bir ihmal sonucu iş kazaları meydana gelebilir. Geçtiğimiz yıl (1992) İzmir'deki bir gemi söküm tesisinde böyle bir kaza olduğunu ve can kaybı meydana geldiğini üzülen hatırlıyor ve bu nedenle hurda işleyen tesislerde iş güvenliğinin önemini altını çizerek bir kez daha vurguluyoruz.

#### 2.7.2.3. DEMİRYOLU RAY HURDALARI

Eski demiryolu rayları çok kaliteli bir çelik hurdası kaynağıdır. Demiryolu ağları ve endüstrisi gelişmiş olan ülkeler periyodik olarak demiryollarının bakımını yaparlar. Bakım sırasında yıpranmış ve yaş haddini doldurmuş raylar sökülür ve yerlerine yenileri takılır. Sökülen eski rayların kimyasal bileşimleri kayıtlara bakılarak kolaylıkla öğrenilebilir. Böylece istenmeyen elementlerin hurda şarjı aracılığıyla üretilen çeliğin bileşimine girmesi önlenmiş olur. Ayrıca yoğunlukları yüksek olduğu için şarj sepetinin daha hızlı doldurulması mümkün olur. Ancak rayların boyları ergitme ünitesine atılmayacak kadar uzun olduğundan bunların kesilip ocak boyutlarına uygun hale getirilmesi gerekir. Rayların kesilmesi veya kırılması için bir giyotin bıçaktan yararlanır. Böyle bir giyotin bıçağa bölüm 2.7.3.5'te değinilmiştir.



### 2.7.3.Hurda İşleme Makinaları

Bu bölümde çeşitli hurda türlerini işleyip kalitelerini iyileştirmek için kullanılan makinalar üzerinde durulacaktır.Burada ele alacağımız hurda işleme makinaları çelik malzemelerin işlenmesi amacıyla dizayn edilmiş olmakla beraber alüminyum,bakır alaşımları, ahşap,kağıt hurdalarını işleyen ve parçalayan makinalarla çalışma prensibi bakımından pek çok ortak özellikler gösterdiklerini belirtebiliriz.Çelik hurdası için dizayn edilen makinalar diğerlerine göre daha güçlü ve sağlamdır.Bazı makinalar çelik malzeme dışındaki malzemeler için de kullanılabilir.Bu çalışmanın alüminyum hurdalarıyla ilgili bölümünde bir değişik makinadan daha söz edilmiştir.

#### 2.7.3.1 ÜÇ ETKİLİ HURDA BALYALAMA MAKİNASI (SAS Serisi)

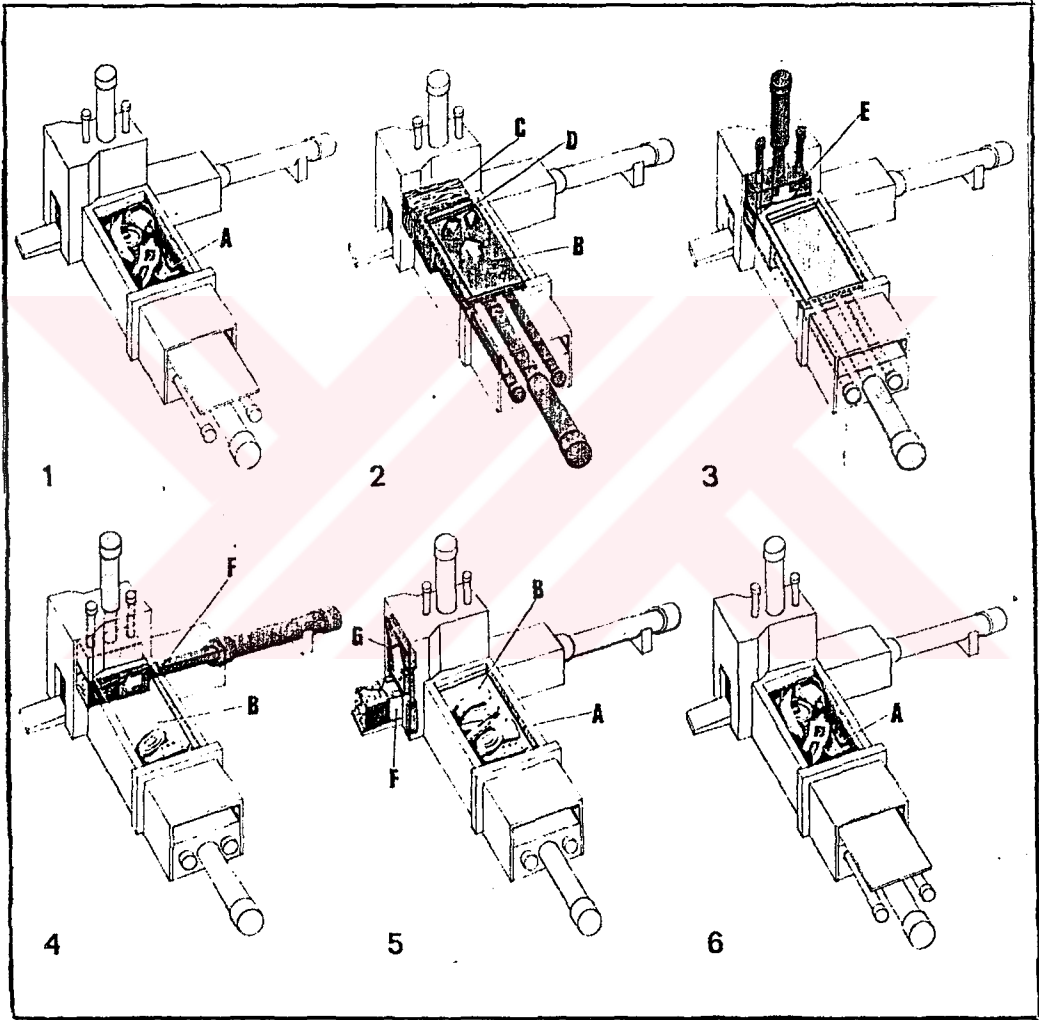
Bu tip balyalama makinaları hurdanın hızlı ve sürekli olarak beslenip işlenmesine olanak tanır.Makinaya hurda yüklenmesi ve balyalama operasyonu aynı anda gerçekleşebilir.Bu makinanın çalışma prensibi şu şekildedir(Bkz Şekil 9):

- 1) Besleme tablasının üstü hurda ile doldurulur.Tabla geri çekildiğinde hurdalar besleme haznesine düşerler (A).
- 2) Besleme tablası baskı plâkası (B),hurdayı balyalama odasına (C) iter,böylece balya genişliği elde edilmiş olur.Dışarı fırlayan veya taşan hurda parçaları, (B)baskı plakasının ilerlemesiyle (D) bıçağı tarafından kesilir.Bu andan itibaren (B) baskı plakasının üzerine yeniden hurda yüklenebilir.
- 3) İkinci baskı ünitesi (E),hurdayı yukarıdan aşağıya doğru sıkıştırarak istenen balya yüksekliği elde edilir.
- 4) Son baskı plakası (F) harekete geçer ve hurdayı istenen balya uzunluğuna getirir.
- 5) Çıkış kapısı (G) açılır ve son baskı plakası (F) balyayı balyalama odasından dışarı iter.
- 6) Son baskı plakası (F) geri çekilir,çıkış kapısı (G) kapanır,ikinci baskı ünitesi (E) ve besleme tablası baskı plakası (B) başlangıç pozisyonlarına geri döner.(B) tablası üzerine yüklenen hurda,(B) nin geri dönmesiyle sıyrıcılara takılıp kendi kendine besleme haznesine düşer.Böylece bir sonraki presleme operasyonuna başlanabilir.

Bu makinalarda sıkıştırılan balya ağırlığı 20 - 500 kg ve balya sayısı 50 -150 balya/saat olabilir.Bu makinayla ilgili diğer bazı özellikler ise şunlardır:

Besleme haznesi ve balyalama odası,kaynakla ve civatalarla birbirine bağlanmış parçalardan oluşmuştur. Baskı plakaları ile balyalama odası arasında hurda parçalarının sıkışıp kalmasını önlemek ve özellikle yüksek basınç etkisinde kalan kısımların korunması için oluklu saclarla kaplama yapılmıştır.Son baskı plakasının klavuzları,geri

dönüş hareketi sırasında sıkışan hurda parçalarının sorun çıkarmamasını sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Besleme tablasının üstü sürekli olarak hurdayla yüklenebilir. Yüklenen hurda tabla geri çekildiğinde besleme haznesine düşer. Dışarıda kalan hurda parçaları besleme tablasının sıkıştırma hareketi sırasında kendiliğinden kesilir. Bıçaklar özel çelikten imal edilmiştir ve dört kesme ağzına sahiptir. Bıçağın bulunması gereken yerin ayarı, besleme tablası altındaki takozlarla yapılır. Bıçağın bilenmesinden sonra meydana gelebilen boyutsal farklılıklar eksantrik ayarlamayla telafi edilir.



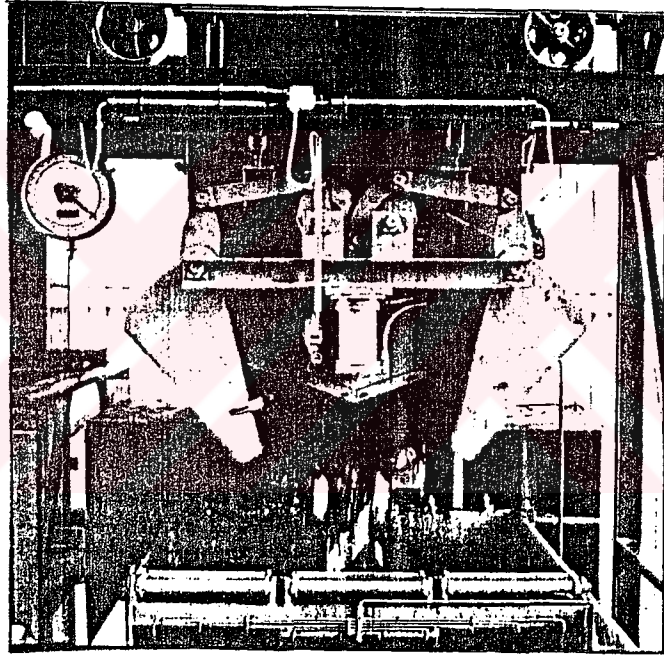
Şekil 9 : Üç etkili hurda balyalama makinasının çalışma prensibi (34)

Besleme tablası baskı plakası ve ikinci baskı ünitesi, ilave durdurma düğmeleriyle donatılmışlardır. Böylece istenen hareket stroğu tam olarak gerçekleştirilebilir. Çıkış kapısı düşey olarak çalışacak şekilde yataklanmıştır. Eskiden kullanılan yatay kapı sistemi terkedilerek balyaların sürtünmesinden kaynaklanan aşınmalar en aza indirilmiştir.

Makinanın hidrolik sistemi sürekli olarak en zor iş şartlarına dayanabilecek yeterliliktedir. Bütün parçalara bakım ve onarım amacıyla kolayca erişilebilir. Üç farklı

silindirin ihtiyacı olan yağ miktarı ve basıncı hidrolik valflerle kontrol edilir.Devre içindeki filtreler hidrolik yağı temiz tutarlar.Yağ soğutucuları işlem sırasındaki yağ sıcaklığını olması gereken limitlerde tutar.Bütün basınç taşıyan borular,boru bükme makinalarında bükülmüştür.Kontrol ünitesi,bütün operasyonların hem tam hem de yarı otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.Bakım ve onarım sırasında her hareket özel olarak kontrol edilebilir.Optik hata göstergesiyle muhtemel hatalar tespit edilebilir ve daha sonra giderilebilir.Elektrik tablosunda aksayan parçalar soket sistemiyle rahatlıkla değiştirilebilir.

Üniform balya ağırlığı ve boyutları elde etmek amacıyla makinaya yüklenen hurdanın tartılması gerekir.Fotoğraf 1'de tartılmış hurdanın bir balyalama makinasına yüklenmesi görülmektedir.



**Fotoğraf 1:** Tartılmış hurdanın balyalama makinasına yüklenmesi (sol üst kenarda tartı aygıtının göstergesi görülmektedir) (34)

Bu tür balyalama presleri sac kırıntılarının,talaşların,tellerin vb.çelik hurdalarıyla demir dışı metallerin hurdalarının işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.Üç etkili balyalama makinasından elde edilen hurda balyaları oldukça yoğundur,ayrıca kolaylıkla taşınıp depolanabilir.

#### 2.7.3.2. ÜÇ ETKİLİ HURDA BALYALAMA MAKİNASI(SOM Serisi)

SOM serisi üç sıkıştırma etkili balyalama makinası;besleme ve presleme kutusuyla son basınç ünitesinden oluşan üç etkili preslerdir.Her türlü hurdanın işlenmesi için

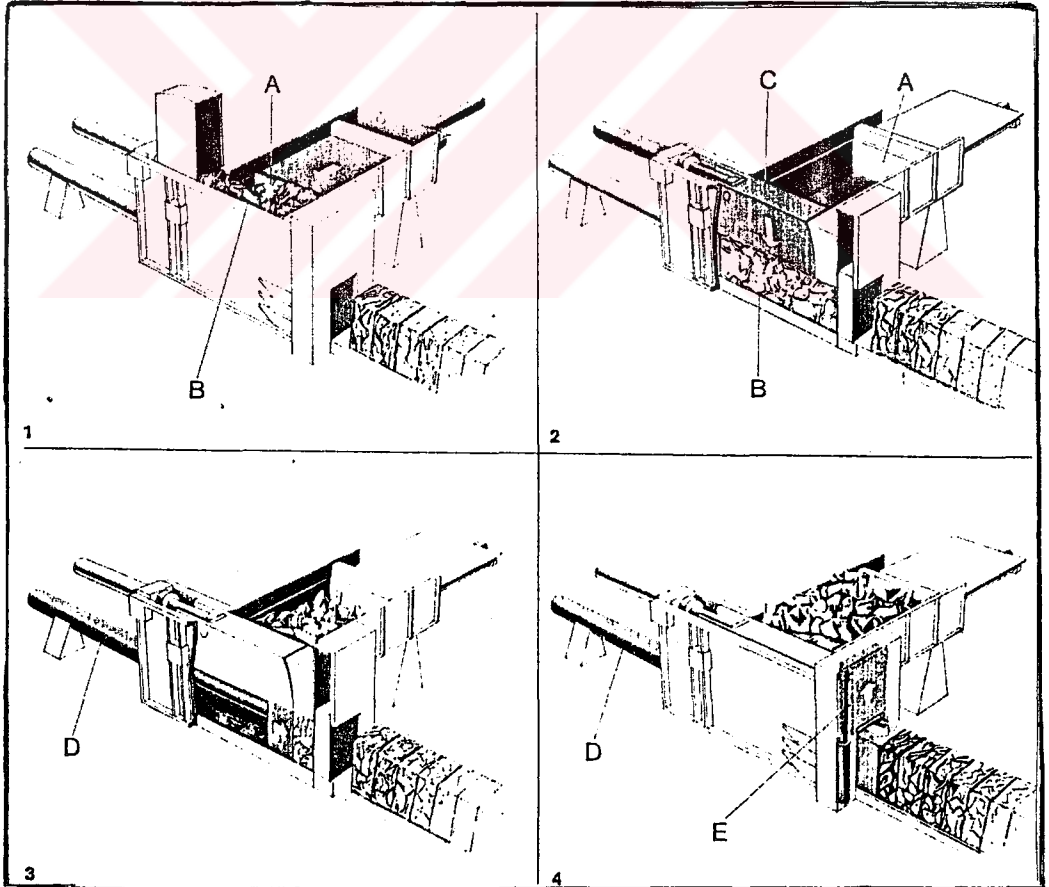
yeterli özelliklere sahip olduklarından değişik uygulamalarda kullanılabilirler.

Makinada balyalama odasının oluklu yüzeyleri kapak radüsüne adapte edilmiştir. Böylece kapağın kapanması sırasında hurdanın sıkışıp kalması önlenmiş olur. Bu tip makinalar hurdanın makinaya sürekli beslenmesini mümkün kılar, yani balyalama operasyonu devam ederken bir sonraki balyalama için gereken hurda besleme kutusunun üstüne şarj edilebilir. Üretilen balyalar insan müdahalesi gerekmeden çıkıştaki şarj sepetlerine, kamyonlara, vagonlara ya da diğer taşıma araçlarına yüklenebilir.

Önceki bölümde (2.7.3.1.) açıklanan üç sıkıştırma etkili preslerle aralarındaki fark, ikinci baskı ünitesinin (presleme kutusu) sıkıştırma düzeninin değişikliğinden kaynaklanmaktadır.

SOM serisi balyalama makinasının çalışması şu şekildedir (Bkz Şekil 10):

1) Hurda besleme haznesine düşer. Besleme kutusunun (A) baskı tablası hurdayı (B) balyalama odası içine doğru iter.



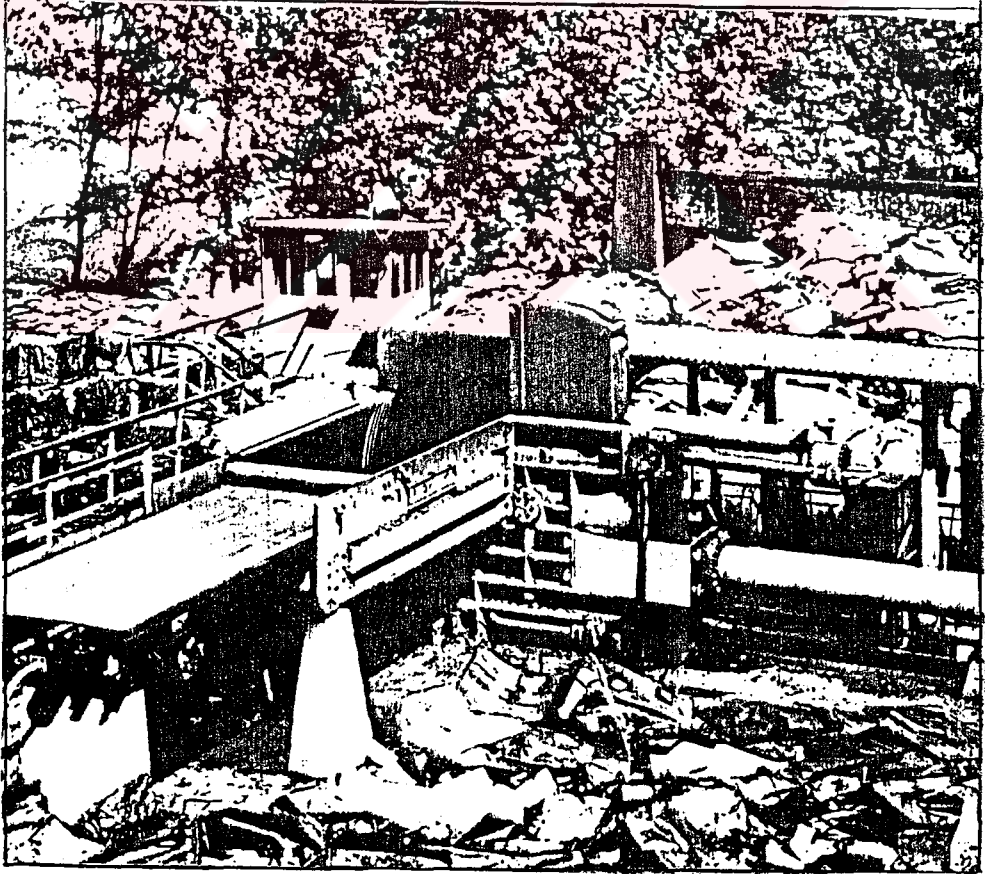
Şekil 10 : Üç sıkıştırma etkili hurda balyalama makinasının (SOM) serisi çalışma şeması (34)

2) Presleme kutusu(C), hurdayı gerçek balya yüksekliğine getirme koşuluyla sıkıştırır. Bu arada dışarı fırlayan veya taşan hurda parçaları presleme kutusuna ait bıçakla kesilmiş olur.Besleme kutusu baskı tablası (A) geri çekilir ve besleme kutusu tekrar yüklenebilir. Balya yoğunluğunun fazla olması isteniyorsa (C) presleme kutusu ve (A)baskı tablasının tekrar tekrar çalıştırılıp sıkıştırma yapması sağlanabilir.

3) Son baskı ünitesi (D) ile balya hazırlanmış olur.

4) Balyaları dışarı çıkarmak için aşağı-yukarı hareket edebilen kızak şeklinde yataklanmış çıkış kapısı (E) yükseltilir.Balyalar son baskı ünitesi (D) ile dışarı itilirler.Son baskı ünitesi geri çekilir,çıkış kapısı aşağıya indirilir.Presleme kutusu (C) yukarı kaldırılır ve sonraki presleme işlemine başlanabilir.

Bu tür presler yıllardır bütün dünyada hurda işleme sahalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.Bu makineler çelik hurdasının yanısıra alüminyum,bakır,pirinç,bronz hurdalarının işlenmesinde de kullanılabilir.Makinanın genel görünüşü fotoğraf 2'de görülmektedir.



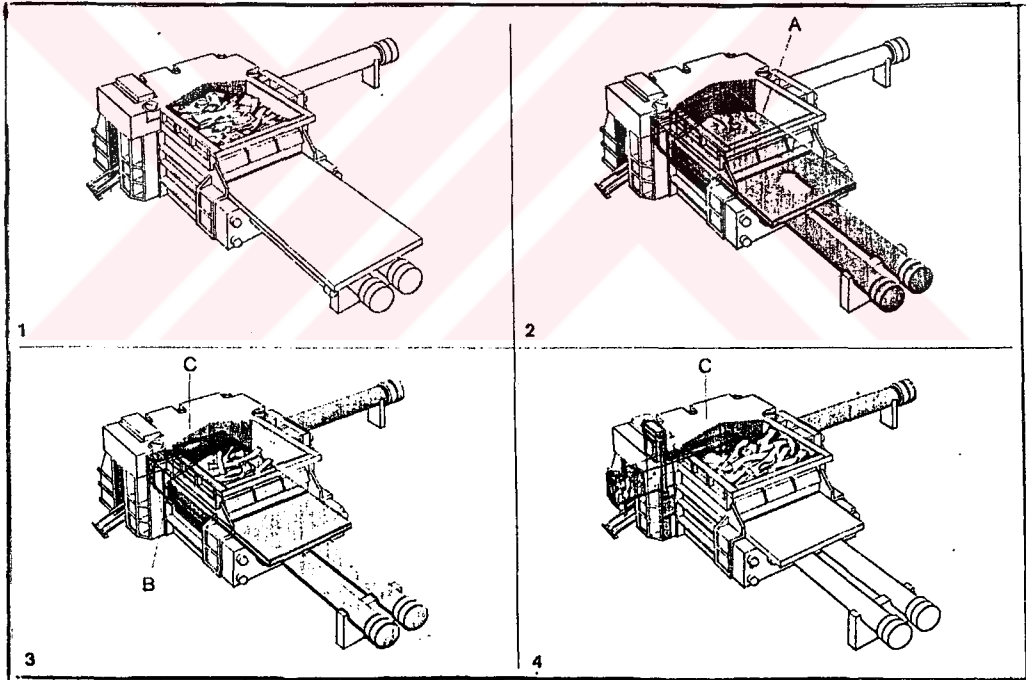
**Fotoğraf 2 : SOM serisi üç sıkıştırma etkili hurda balyalama makinasının genel görünüşü (34)**

### 2.7.3.3. İKİ SIKIŞTIRMA ETKİLİ HURDA BALYALAMA MAKİNASI (SE Serisi)

Bu makinalar özellikle sac kesim artıklarının balyalanması operasyonunu gerçekleştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Presleri tahrik eden hidrolik silindirler yatay olarak yerleştirildiğinden tavanı yüksek olmayan zemin katlarda dahi kullanılabilir.

Bu presler çift sıkıştırma etkilidir ve hurda yüklenmesi kesilmeksizin tam otomatik balyalama işlemini mümkün kılarlar. Çalışmaları şu şekilde özetlenebilir (Bkz Şekil 11):

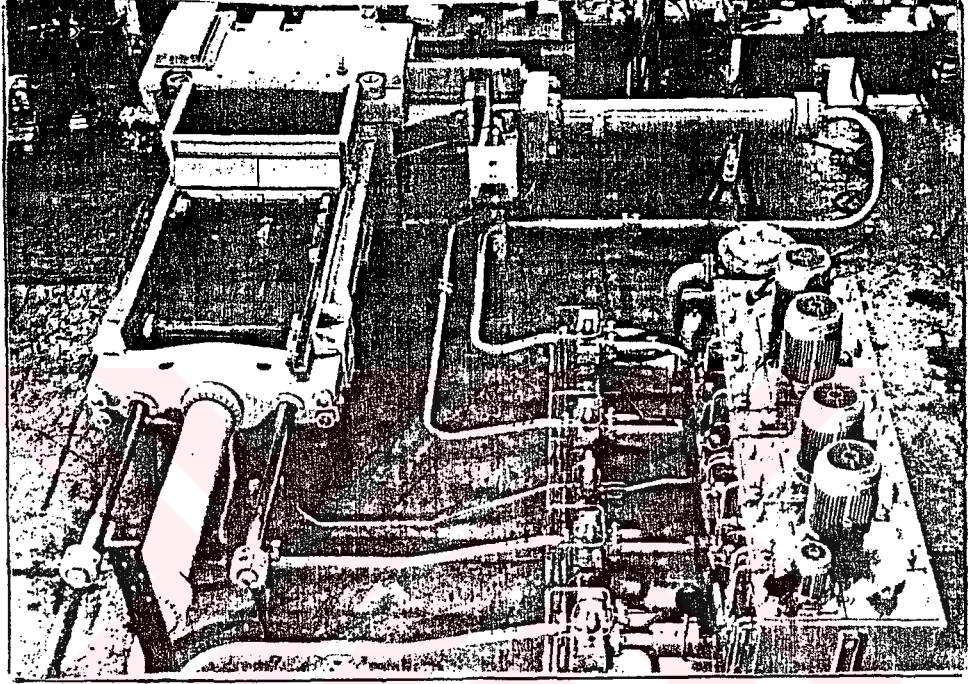
- 1) Konveyör, vinç veya diğer transport araçlarıyla sürekli olarak hurda yüklenir.
- 2) Yüklenen hurda, (A) baskı tablası ile balyalama odasına itilir ve ilk sıkıştırma uygulanır. Üst taraftan dışarı taşan hurda parçaları bıçaklarla kesilmiş olur.
- 3) (C) tablası ile balyalama işlemi tamamlanır.
- 4) Sıkıştırma tamamlandıktan sonra dikey olarak hareket eden çıkış kapısı yukarı doğru açılır ve (C) tablası hazırlanmış balyayı dışarı iter. Bu arada bir sonraki balyalama işlemi için gereken hurda (A) tablasının üzerine yüklenmektedir.



Şekil 11 : İki sıkıştırma etkili hurda balyalama makinasının (SE serisi) çalışma prensibi (34)

Bu makinaların diğer bazı özelliklerinden bahsetmek istersek; (a) sınırlayıcılar vasıtasıyla hurda sacların (A) tablasının geri çekilmesi sırasında bu tablaya yapışmasına ve aralara sıkışmasına engel olunur, (b) besleme kutusu baskı tablası (A) otomatik olarak kontrol edilir ve böylece tam strok ayarı yapılabilir, (c) işlem akışının kontrolü isteğe göre yarı veya tam otomatik olarak gerçekleştirilebilir, (d) bir hata göstere sistemiyle makinedeki herhangi bir arıza anında tanımlanabilir.

Bu presler çelik hurdasının balyalanması için otomotiv sektöründe ve sac işleyen diğer fabrikalarda, alüminyum, bakır,pirinç gibi demir dışı metalleri işleyen ve değerlendiren tesislerde kullanılmaktadır.Bu makinalar ihtiyaca göre değişik model ve kapasitelerde imal edilmiştir.Örneğin çelik hurdası için balyalama kapasiteleri ağırlık olarak 1,3-49 ton/saat ve adet olarak 60-110<sup>adet</sup>/saat arasında değişmektedir.Makinanın genel görünüşü fotoğraf 3'te görülmektedir.



**Fotoğraf 3 : SE serisi iki sıkıştırma etkili hurda balyalama makinasının genel görünümü (34)**

#### 2.7.3.4 TALAŞ PARÇALAMA (EZME-UFALAMA)MAKİNALARI

Talaşlı imalat sonrası ortaya çıkan talaşlar düzgün olmayan şekilleri,keskin kenarlarıyla çeşitli olumsuzluklara sebebiyet verebilen ve talaş tipine bağlı olmakla beraber genelde yoğunluklarının düşüklüğü nedeniyle ekonomik olarak depolanmaları zor olan hurda metal parçalarıdır.Bunlar biriktirildiklerinde karmakarışık kümeler oluştururlar.Bunların bu halleriyle ekonomik olarak taşınmaları ve stoklanmaları güçtür.

Talaş parçalama makinalarıyla (turnings crushers) talaşlar el küreği ile dahi taşıyıp aktarılabilecek duruma getirilirler.Talaşlar bu görev için dizayn edilmiş özel makinalarda <sup>islendikten sonra</sup> hacim olarak ilk(makinaya girmeden önceki)hacimlerine göre 1/4 oranında daha az yer kaplarlar.

Kısa,ufalanmış talaşlar briket haline getirilmek için daha uygun bir hammadde teşkil ederler.Ayrıca ince parçalar EAO, BOF ve SM fırınlarının sürekli beslenmesine uygundur.Yüksek yoğunlukları sayesinde ergitme ocağına şarj olanakları iyileştirilmiş

ucuz bir hammadde olarak kullanılabilirler.

Talaş ezici-ufalayıcı makinalar,sürekli kullanım sonucu körlenen bıçaklar yerine güçlü ezici elemanlarla (crushing elements) donatılmışlardır.Ezici elemanlar,yüksek aşınma dayanımına sahip alaşımlı çeliklerden imal edilmiştir.Sistem,bazı durumlarda talaş arasına karışan vida,somun ve civata gibi talaşa göre kaba parçalara duyarsız kalacak şekilde düzenlenmiştir.Böylece bu tip elemanlar, rotora bağlı olarak dönen ezici elemanların savurucu ve fırlatıcı etkisiyle ezici elemanlara zarar vermeden özel bir çıkış penceresinden makina dışına atılırlar.

Rotor,ezici elemanlarla birkaç sıra halinde donatılmıştır.Yüksek rotor hızı sayesinde (makina tipine göre 740-1450 d/d) talaşlar makinanın dip kısmındaki bir kalburdan geçerek ezilip ufalanmış halde makina dışına çıkarlar.Kalburlarda birim alanda bulunan delik sayısı isteğe göre değiştirilebilir.Talaşlar eğer briket haline getirilecekse kalburlara ait birim alandaki delik sayısı kalburların değiştirilmesi suretiyle ayarlanabilir ve istenen boyutta ezilip ufalanmış talaş elde edilebilir.

Eğer özellikle aşındırıcı etkisi yüksek talaşlar işlenecekse,gerekli yerlere aşınma dayanımı yüksek saclar kaynak edilebilir.Hızla dönen rotorun fırlatabileceği parçalardan korunmak amacıyla civata,somun,vida vb. gibi parçaların dışarı atıldığı çıkış penceresi sarkaç şeklinde bir serbest kapakla kapatılmıştır.Ayrıca,makina dışında açıkta dönen eleman bulunmamaktadır.

Makinanın çalışma prensibini gösteren bir kesit resmi şekil 12'de gösterilmiştir.Sol üst köşede makinaya yüklenen talaşlar,alt tarafta ezilip ufalanmış talaşlar,sağ üst köşede civata ve somun gibi parçaların çıkış penceresi,orta kısımda ise dönen rotor görülmektedir.

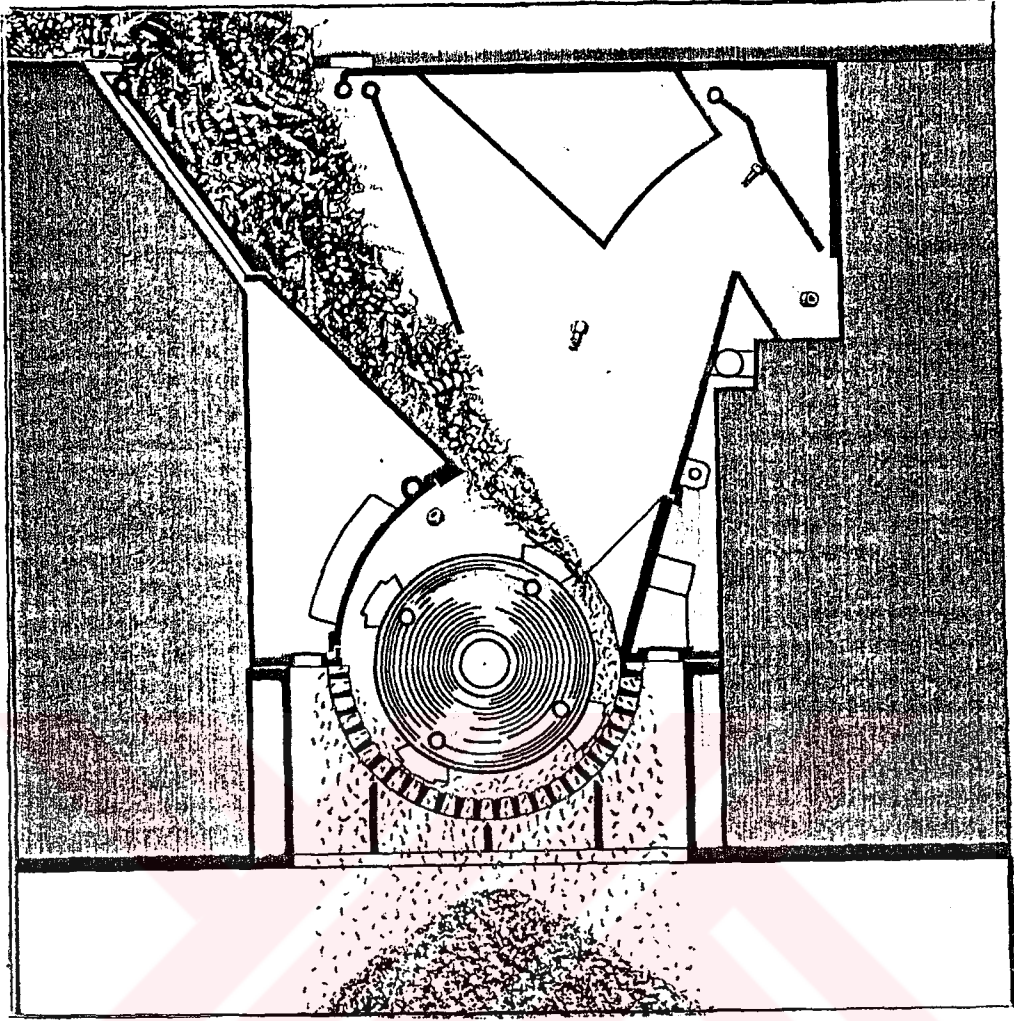
Bu makinalar hurda işleme merkezleri başta olmak üzere alüminyum,pirinç,bronz ve demir çelik esaslı metal talaşı oluşturan bütün fabrikalarda ekonomik olarak kullanılabilir.

Bu makinanın verimi talaşların kalınlığı ve genişliği gibi fiziksel karakteristiklerine,malzemesine,istenen ufalama boyutuna,makinanın sürekli ya da partiler halinde yüklenmesine,makinanın gücüne göre değişir.Örneğin 22 Kw gücünde ve 1450 d/d'lik bir makinada saatte 1-2 ton karbon çeliği talaşı işlenebilirken, 370 kw'lık ve 740 d/d'lik bir makinada bu rakam saatte 25-50 ton talaşı bulabilmektedir.

### 2.7.3.5 DEMİRYOLU RAYI VE PROFİL HURDALARI İÇİN GİYOTİN BİÇAK

Demiryolu ray hurdalarının uygun boyutlara getirilmesi amacıyla geliştirilmiştir.Hidrolik sistemle tahrik edilen 60 cm.'lik bir giyotin bıçak, 30 cm. gibi kısa bir strokta hızla aşağıya iner ve hurda rayı çenterek kırar.Eğer ray çok yumuşak olduğu için





Şekil 12 : Talaş parçalama makinasının şematik kesit resmi (34)

kırlamıyorsa tam bir kesme işlemi gerçekleştirilir. Giyotin bıçak ağzı yatay düzleme göre  $10^\circ$  açıdır. Yumuşak rayların kırılmaması, bu rayların eğilmelerine veya bükülmelerine neden olur. Giyotin bıçaklar tam bir kırma ya da kesme işlemini yapabilecek yeterlilikte olmalıdır. Aksi takdirde işlemin verimi düşer. İşlemden otomasyonu artırmak amacıyla hurdaları bıçağa doğru yaklaştıran itici bir mekanizma da mevcuttur.



Fotoğraf 4: Giyotin bıçakla doğranmış demiryolu rayı hurdaları (34)

Demiryolu raylarını olduğu kadar çeşitli profillerin ve diğer uzun hadde mamüllerinin, boruların vb. diğer uzun hurdaların kesme veya kırma yoluyla küçük parçalar halinde dilimlenmeleri işlemlerinde de kullanılabilir. Fotoğraf 4 'te giyotin bıçakla doğranmış ray hurdaları görülmektedir.

## 2.8 DÜNYA HURDA TİCARETİ

Çelik üretiminde kullanılan üç ana hammadde sıvı ham demir, hurda ve sünger demirdir. Sıvı ham demirin nakledilme ve depolanma olanakları sınırlıdır. Hurda ve sünger demirin nakledilmesi veya depolanması bakımından önemli bir sorun yoktur. Bir yanda çelik üretiminde EAO'larını yoğun olarak kullanan ve dolayısıyla hurda talebi yüksek olan ülkelerin, diğer yanda ise çelik tüketimleri fazla olduğu için ihtiyacından çok hurda oluşumu olan ülkelerin varlığı nedeniyle dünya çapında hurda ticareti yapılmaktadır.

ABD, 9 milyon ton civarındaki ihracatıyla dünyada en çok hurda ihraç eden ülkedir. Bu nedenle uluslararası hurda fiyatları çoğunlukla ABD fiyatlarından etkilenir. Dünya hurda akışına bakıldığında üç büyük hareketlilik görülür. Bunlar; ABD'den Avrupa'ya, ABD'den Güneydoğu Asya'ya ve Avrupa'nın kendi içindeki hurda akışlarıdır.

1988 yılı itibarıyla ABD'den; G.Kore 2.000.000 ton, Hindistan 820.000 ton hurda ithal etmişlerdir. Güney Amerika ülkelerinin ithalatı düşük seviyede kalmıştır. Avrupa'ya yapılan toplam hurda ihracatının %80'i (1.800.000 ton) Türkiye'ye gelmiştir. İtalya ve İspanya'nın ABD'den hurda ithalatı azalma göstermiştir. Avrupa'daki duruma baktığımızda Rusya, İngiltere, Almanya ve Fransa'dan diğer Avrupa ülkelerine 7.000.000 ton civarında hurda ihracatı gerçekleştirilmiştir. Bu ihracatın büyük bölümünü ise İngiltere'den İspanya'ya, Almanya'dan İtalya'ya ve Fransa'dan İspanya ve İtalya'ya yapılan ihracatlar oluşturmaktadır(43).

Çizelge 22'de ülkemizin yıllara göre hurda ithalatı verilmiştir. Buradan görüldüğü gibi ülkemizin hurda ithalatı yıllardır süregelen artışına devam etmektedir. Bu ithalat karşılığı 100 milyonlarca dolar döviz ödenmektedir.

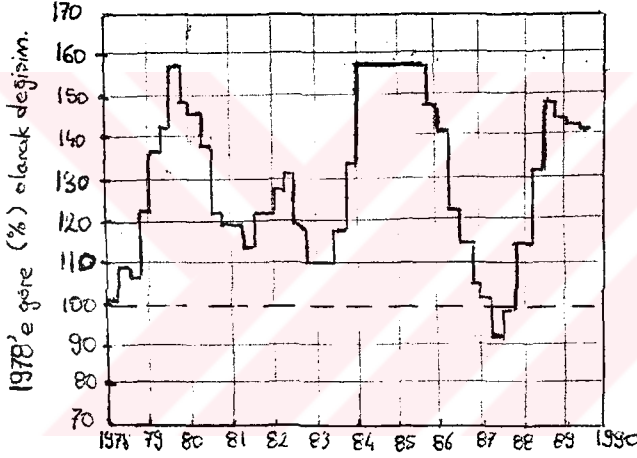
**Çizelge 22: Türkiye'nin 1975-1992 yılları arasındaki hurda ithalatı (6,13,14,17,19)**

Yıl	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Miktar (x1000 ton)	84	236	280	320	412	448	525	748	1107
Yıl	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992(ilk 6 ay)
Miktar (x1000 ton)	1.041	1.198	1.806	2.857	3.471	3.610	3.650	4.443	2.173

## 2.9. HURDA FİYATININ OLUŞUMU

Hurda; depolanabilen ve taşınabilen bir hammadde olması ve dünya çapında ticarete konu olması nedeniyle bir borsa malı haline gelmiştir. Bu nedenle hurdanın sıradan bir tüketim malzemesi gibi standart bir fiyatı yoktur. Hurdalar aynı kimyasal bileşime ve fiziksel kaliteye sahip olsalar dahi, çok çeşitli faktörlerin etkisiyle değişik zamanlarda farklı fiyattan işlem görürler.

Şekil 13'te 1978-1988 yılları arasında ABD'de hurda fiyatlarındaki dalgalanmalar gösterilmiştir. 1978 fiyatları %100 olarak kabul edilmiştir. Bu grafik üç aylık zaman dilimlerindeki ortalama hurda fiyatlarına göre hazırlanmıştır. Aynı grafik aylık hatta haftalık ortalama hurda fiyatlarına göre hazırlanmış olsaydı, hurda fiyatlarının hareketliliği çok daha fazla iniş-çıkışlı bir grafikte gösterilmiş olurdu.



Şekil 13 : 1978-1988 yılları arasında ABD'de hurda fiyatlarının dalgalanması (43,48)

Hurda fiyatının belirlenmesinde hurdanın kendi (maloluş) fiyatı, arz-talep ilişkisi ve borsa spekülasyonları birinci derecede rol oynamaktadır. Hurda fiyatını; hurdanın kendi fiyatı, arz-talep dengesi ve spekülasyonların belirlediği gerçeği, hurda konusuyla ilgilenen herkesin söyleyebileceği temel faktörlerdir. Bu arada; "hurdanın kendi fiyatını, arz ve talebin artmasını veya kısılmasını, arz-talep denge veya dengesizliğinin oluşmasını belirleyen ikincil faktörler nelerdir?" sorusunu cevaplamamız gerekir.

Hurda fiyatının nasıl şekillendiğini kavrayabilmek için biraz önce belirtilen birincil faktörleri oluşturan ikincil faktörlerin de derinlemesine analiz edilmesi gerekir.

Hurda talebini etkileyen faktörlerin başında çelik üretimi gelir. Bir ülkenin toplam çelik üretimi; o ülkenin tüketeceği ve ihraç edebileceği çelik miktarına, enerji ve hammadde kaynaklarına, sahip olduğu çelik üretim tesislerinin kapasitesine ve çelik üretim yöntemlerine bağlıdır. Bir ülkenin fazla çelik tüketebilmesi için; metal işleyen

sanayisinin mevcut olması,ürettiği veya işlediği çeliği ülke içindeki ve dışındaki pazarlarda satabilmesi gerekir.Bir ülkenin çelik ve çelikten mamül eşya ihracatı;o ülkenin ürettiği mamülün rekabet gücüne,coğrafi konumuna,ülkeler arası anlaşmalara(gümrük indirimi,karşılıklı ticaret gibi) bağlıdır.Örneğin ülkemiz ihraç ettiği çeliğin büyük bölümünü Ortadoğu ülkelerine satmaktadır.Bunda Türkiye'nin bölge ye yakın olmasının (nakliye masraflarının azalması)ve ikili anlaşmaların (petrol karşılığı ihracat gibi)payı büyüktür.Esasında bir ülkede kişi başına tüketilen çelik miktarı o ülkenin kalkınmışlık düzeyini gösteren önemli bir ölçüdür.

Çelik üretim yönteminin türü de hurda talebini önemli ölçüde etkiler.1988 yılında dünyada tüketilen hurdanın yaklaşık %60'ı EAO'da,%21'i BOF'da ve %19'u SM fırınlarında hammadde olarak kullanılmıştır.EAO'ları %100'e yakın oranda hurda ile yüklenebilirler.BOF ise kullanılan sıvı ham demirin kimyasal bileşimine ve sıcaklığa bağlı olmak kaydıyla %20-35 hurda şarjına uygundur. SM ocakları da yüksek oranda hurda ile yüklenebilirler.Ancak SM ocakları eski SSCB ve doğu bloku ülkeleri dışında büyük ölçüde kullanımdan kaldırılmışlardır.Çelik üretiminde yoğun olarak EAO kullanan ülkelerin hurda taleplerinin fazla olacağı açıktır.Ürettiği çeliğin yarısından fazlasını EAO'da üreten ülkemiz,çelik üretim yönteminin hurda talebini ne derece etkilediğini gösteren en iyi örneklerden birisidir.Ülkemiz 1991 yılında 4.442.544 ton'luk çelik hurdası ithalatıyla (maddi değeri 573.256.000 \$) dünyada hurda ithal eden ülkeler arasında ön sıralarda yer alır (diğer önemli hurda ithalatçıları;İtalya,İspanya,G.Kore, Japonya). Bugün dünyada EAO'da çelik üretim payı üretilen toplam çeliğin %30'una doğru yaklaşmaktadır.EAO'larını bu denli önemli hale getiren gerekçeler nelerdir?

EAO'larının kurulması için gereken ilk yatırım maliyetleri BOF'larından daha azdır. Enerji tüketimi açısından BOF'larına göre 2/3 tasarruf sağlarlar. Hammadde olarak hurda kullanmanın avantajlarından yararlanırlar.EAO'larının dünyada ilk kurulduğu yerler hurda oluşumu çok olan bölgelerdi.Günümüzde ise bu durum değişmiştir ve EAO'ları dünyanın çok değişik bölgelerinde kurulu durumdadırlar (hurdanın taşınabilen ve stoklanabilen bir hammadde olmasının yardımıyla).EAO'ları yoğun olarak elektrik enerjisi kullanırlar,dolayısıyla buldukları yerde elektriğin bol ve ucuz olması gerekir.Elektrik enerjisinin fiyatı sanayi ve konutlarda kullanılan elektriğe göre daha düşük tutulur.Bu ,EAO'nın durumunu koruması ve ürettiği çeliğin rekabet edebilmesi için gereklidir.Yapılan indirimle rağmen EAO'lı tesisler çoğu zaman elektriğin fiyatının yüksekliğinden şikayetçi olmaktadır.Daha önce de değinildiği gibi ülkemizde ihtiyaç fazlası uzun ürüne yönelik çelik üretilmektedir.Bunun ihracı zorunludur.İhracatı gerçekleştirebilmek için üretilen çeliğin fiyatının dış piyasalarda rekabet edebilecek kadar düşük olması,maliyetin düşürülmesi için de maliyet girdilerinin küçültülmesi gereklidir.Oysa ülkemizde devletin olanakları sınırlı olduğundan elektriğin fiyatında daha

fazla indirim yapılamamaktadır.Tarafsız açıdan baktığımızda hem devlete hem de EAO'lı tesislere görevler düşmektedir.Devlete düşen görev;artan ihtiyaca paralel olarak elektrik enerjisi üretimini arttırıp elektriği nispeten ucuzlatmak, EAO'lı tesis işletenlere düşen görev ise;kendi tesislerinde enerji tasarrufu sağlayacak tedbirleri almaları ve uzun ürüne yönelik daha fazla yatırım yapmamalarıdır.

Hurdaya olan talebi etkileyen faktörlerden biri de çelik üretiminde kullanılan diğer iki hammaddenin (sıvı ham demir ve sünger demir)fiyatları ve bunların bulunabilirliğidir.Sıvı ham demir BOF'da hurdayla beraber kullanılır.Sıvı ham demirin teknik zorluklar nedeniyle belirli uzaklıklardan sonra taşınmaması ve depolanamaması nedeniyle hurda hammadde önemli bir tehdit altında değildir.Sünger demir ise bilindiği gibi EAO ve BOF'da başarıyla kullanılabilir.Aynı hurda gibi taşınabilir ve stoklanabilir. Sünger demirin kimyasal bileşimi hurdaya göre daha güvenlidir.Düşük alaşımli ve alaşımsız çelik üreten tesisler EAO'da hurdanın yanısıra sünger demir de kullanmaktadır.Sünger demir,kolay temin edilebilmesi,bol ve ucuz olması koşuluyla rahatlıkla hurdanın yerini alabilir.Hatta hurda ve sünger demir fiyatları birbirine eşit olsa bile sünger demir tercih edilebilir.Ne var ki mevcut durumda sünger demir henüz dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir hammadde değildir.Toplam çelik üretimindeki payı %2'den düşüktür.Fiyatı hemen her zaman hurda fiyatından yüksektir.Sünger demir fiyatını; demir cevherinin kalitesi ve bolluğu,enerji fiyatları ve bolluğu (özellikle doğal gaz),çelik üretim tesislerine uzaklığı(nakliye maliyetleri bakımından)gibi etkenler belirlemektedir.Sünger demir,günümüzde kolay temin edilebildiği ve fiyatının nispeten ucuz olduğu bölgelerde hurdayla rekabet edebilir,kritik zamanlarda hurda yerine sünger demirin kullanılmasıyla hurda talebi kısılabılır ve bölgesel hurda piyasalarında hurda fiyatını düşürebilir.Ancak hurdaya karşı önemli bir alternatif olabilmesi için çok daha fazla üretilmesi ve yaygınlaşması gereklidir.

Hurda arzını etkileyen faktörleri ise hurda oluşum türlerine göre analiz etmek gerekir.Anımsanacağı üzere hurdalar oluşumlarına göre üçe ayrılmıştı;döner hurda,işlem hurdası ve sermaye hurdası.Hurda arzı,bu üç hurda türünün toplamına eşit olacaktır.

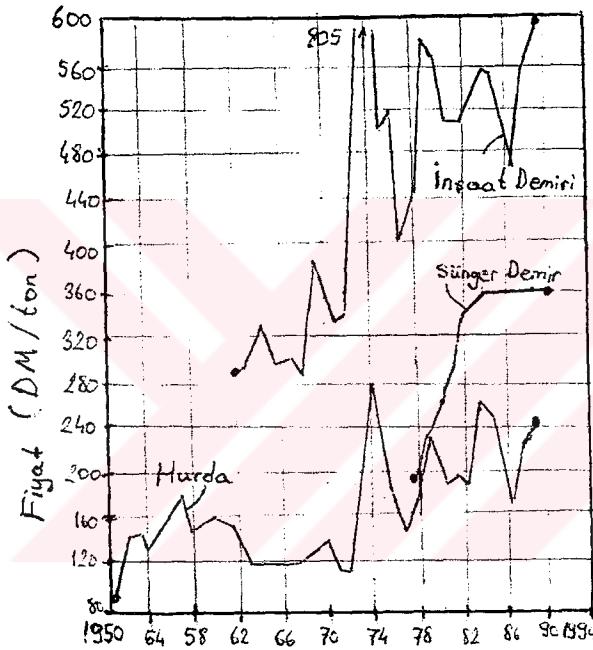
Çelik üreten tesislerde kaçınılmaz olarak bir miktar döner hurda oluşur.Bir ülkenin döner hurda oluşumu; o ülkenin ürettiği çelik miktarına,sürekli döküm uygulama oranına ve çeliği yarı mamül haline getiren teknolojinin modernliğine bağlıdır. Dünyada çelik üretildiği müddetçe belirli miktarda döner hurda oluşacak,ancak sürekli döküm başta olmak üzere çelikhane ve haddehanelerde diğer modern teknolojilerin uygulanmasıyla döner hurda oluşum miktarı azalacaktır.Burada şunu eklemekte çok büyük fayda vardır;döner hurdalar genellikle oluştukları tesiste değerlendirildiklerinden sermaye ve işlem hurdaları gibi ticarete konu olmazlar ve dolayısıyla hurda piyasalarına ve fiyatına doğrudan etki etmezler.Ancak unutulmaması gerekir ki döner hurda oluşum

oranının günden güne azalması,işlem ve sermaye hurdasına olan ihtiyacı artıracaktır. Ticareti yapılan hurdaya olan talep artınca da hurda fiyatlarının etkilenmesi normal bir sonuç olacaktır.

Sermaye ve işlem hurdaları ticareti yapılan hurdalardır ve dolayısıyla bu tip hurdaların arzı hurda fiyatlarını doğrudan etkiler.Sermaye hurdası oluşumu bir ülkedeki insanların tükettiği çeliğin miktarına bağlıdır.Bir ülke insanları ne kadar çelik tüketirlerse o ülkede gelecekte o oranda çelik hurdası (sermaye hurdası) oluşacaktır.Ancak sermaye hurdası oluşumunun fazlalığı demek bu hurda türünün arzının da fazla olacağı anlamına gelmez.Oluşan sermaye hurdasının toplanabilmesi,çelik dışı malzemelerden arındırılması,işlenebilmesi,çelik üreten tesislere belirli bir maliyetin altında ulaştırılması gerekir.Ayrıca ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelere uzun ürünler daha çok kullanılmaktadır.İnşaat demiri gibi altyapı ve inşaat sektöründe kullanılan ürünlerin hurda olarak geri dönüş süresi uzun ve bunların geri kazanılması masraflı olduğundan bu tür ürünler sermaye hurdası arzına fazla bir katkıda bulunmazlar.Sonuç olarak sermaye hurdası oluşumunu etkileyen temel faktörleri çelik tüketimi,tüketilen ürünün çeşidi,hurda olarak geri dönüş süresi ve hurdayı toplayan ,işleyen,değerlendiren tesislerin organizasyonu ve verimlilikleri olarak özetleyebiliriz.İşlem hurdası oluşumu ise başlıca iki etkene bağlıdır;birincisi çelik işleyen metal sanayisinin varlığı ve kapasitesi,ikincisi de bu sanayinin faaliyet gösterdiği iş kollarının çeşitliliğidir.Örneğin basit parçalar üreten tesislerin işlem hurdası oluşumu az,karmaşık ve çok bileşenli parçalar üreten tesislerin işlem hurdası oluşumuysa çok olacaktır.

Tek başına hurda arzı veya tek başına hurda talebi hurda fiyatının oluşumu bakımından bir anlam ifade etmemektedir.Hurda fiyatının son şeklini almasının ve piyasalarda dalgalanmasının nedeni hurda arz ve talebindeki denge ya da dengesizliklerdir. Genel ekonomi kuralı olarak arz düşük talep yüksek olduğunda fiyatlar artma eğilimine girecek, arz yüksek talep düşük olduğundaysa fiyatlarda düşme eğilimi gözlenecektir. Arz ve talep birbiriyle ne kadar dengeli olursa hurda fiyatlarının da o kadar durağan olacağını söyleyebiliriz.Arz ve talebin nelerden etkilendiği ise bundan önceki paragraflarda açıklanmıştı.Arz ve talep yapay olarak etkilenebilirse hurda fiyatlarının da bundan etkileneceği muhakkaktır.Hurda ticareti yapanlar arzı kısarak,çelik üreticileri ise talebi düşürerek hurda fiyatlarını istedikleri düzeyde tutmak isteyeceklerdir.Fakat gerek çelik üreticilerinin,gerekse hurda ticaretiyle uğraşanların arz ve talep dengesini yapay tutumlarla etkilemeleri görüldüğü kadar kolay değildir.Hele çelik üreticilerinin bu tür yapay hareketler içine girmeleri çok daha zordur.Çünkü hurda talebini kısabilmeleri için hurdaya alternatif olabilecek bir hammaddenin mevcut olması gerekir.Bu hammadde sıvı ham demir olamaz çünkü taşınıp stoklanma serbestisi yoktur,ayrıca EAO'da kullanılmaz. Geriye sünger demir kalmaktadır.Ama sünger demir üretimi mevcut durumda sınırlı

ve yetersizdir. Ayrıca sünger demir hemen her zaman hurdadan daha pahalıdır. Bol ve ucuz olmadığı için bugünkü koşullarda hurdaya bir alternatif olmaktan uzaktır. Bu nedenle özellikle EAO'lu çelik üreticileri hurda talebini yapay olarak kısımlar. Aslında böyle bir davranışa ihtiyaçları da yoktur. Çünkü hurda fiyatlarındaki hareketler temel çelik mamüllerini yakından etkilemektedir. Çelik üreticileri maliyetin birinci girdisi olan hammadde (hurda) maliyetini doğrudan sattıkları ürünlere yansıtmaktadırlar. Bu sayede hurdaya bağımlı çelik üreticileri sürekli değişen hurda fiyatlarına rağmen ayakta kalmayı başarmaktadırlar. Şekil 14'te Almanya'da hurda ve inşaat demiri fiyatlarının birbiriyle uyumu rahatlıkla fark edilebilir. Aynı grafikte sünger demir fiyatı da verilmiştir. Yıllık fiyat ortalamaları baz alınmıştır. İnşaat demiri fiyatları ihraç fiyatıdır.



Şekil 14 : Almanya'da hurda, inşaat demiri ve sünger demir fiyatlarının gelişimi (43,48)

Hurda arzının kısılması ve fiyatların yapay olarak artırılması biraz daha mümkün gözükmektedir. Ama bu da başarılması pek kolay olmayan bir iştir. Bunun nedenlerine gelince;

- Hurdanın depolanması mümkün olsa bile uzun süre stoklayıp malı bekletmek için çok büyük depolama masrafına (kira, istifleme, sigorta vb) girilmesi gerekir.
- Hurdanın belirli bir korozyon kaybı vardır, hurdanın kalitesi düşer ve çelik üreticileri çok pahalı hurdayı almak istemezler.
- Hurda ticareti yapan kuruluşlar arasındaki rekabet nedeniyle bu kuruluşlar hurda satış fiyatlarını belirlerken diğer kuruluşların fiyat politikasını hesaba katmak zorundadırlar.

Hurda arz-talep ilişkisini ve hurda fiyatlarına etkisini bu şekilde inceledikten sonra hurda fiyatlarının belirlenmesinde önemli bir etken olan ABD \$'ına değinmekte yarar vardır. Hurda fiyatları ABD \$'ından üç yönden dolayı etkilenir:

- a) En büyük hurda ihracatçısının ABD olması  
b) ABD \$'ının diğer yatırım araçları ve para birimleri karşısında değer kazanıp kaybetmesi  
c) TL'nin sürekli değer kaybı nedeniyle hurdanın \$ bazında fiyatı sabit olsa hatta düşse bile TL bazındaki artışı

Son olarak hurdanın kendi fiyatının (maliyetinin) nasıl oluştuğuna da değinelim. Hurdanın kendi fiyatı hurda fiyatının oluşmasındaki en önemli ölçülerden biridir. Hurda bir borsa malı olmayıp arz ve talebinde sürekli bir denge durumu gözlenseydi, hurda kendi maloluş fiyatı üzerinden işlem görecekti. Ne var ki çeşitli arz-talep pozisyonları ve daha önce değindiğimiz diğer etkenlerin etkisi sonucu hurda fiyatı çoğu kez kendi maloluş fiyatından farklıdır. Hurdanın kendi fiyatını oluşturan faktörler şunlardır:

1) Hurdanın malzeme bileşimi; değerli alaşım elementlerinin (Cr, Ni, ... gibi) miktarı arttıkça hurda fiyatı artar. Bilindiği gibi ferro-krom paslanmaz çelik üretiminde kullanılan değerli bir yardımcı hammaddedir. Bileşiminde krom bulunan paslanmaz çelik hurdası tekrardan paslanmaz çelik üretimi için ferro-krom yerine mükemmelen kullanılır ve ferro-kromdan tasarruf edilmiş olur. Benzer şekilde diğer kaliteli ve alaşımlı çelik hurdaları da kaliteli çelik üretiminde kullanılarak tasarruf sağlanmış olur. Hurdanın fiyatı içerdiği alaşım elementlerinin miktarı azaldıkça ve istenmeyen elementlerin miktarı arttıkça düşer. Bazı ülkelerde paslanmaz çelik hurdalarının ihracatı yasaklanmıştır. Ülkemizde oluşan kaliteli çelik hurdalarının değerlendirilme olanakları sınırlı olduğundan bunların bir bölümü ihraç edilmektedir. Bunun büyük bölümünü paslanmaz çelik hurdaları oluşturmaktadır. Çizelge 23 ve 24'ün incelenmesiyle bu hurdaların ne kadar değerli olduğu ortaya çıkmaktadır.

**Çizelge 23 : Türkiye'nin demir çelik hurdası ithalatı (13,14)**

	1990	1991	1992(ilk 6 ay)
Ton	3.649.790	4.442.544	2.173.389
\$	520.732.000	573.256.000	244.016.000
Ortalama \$/ton	142,7	129	112,3

Bu tablolardan görüldüğü gibi ithal ettiğimiz çelik hurdasıyla sattığımızın birim fiyatı arasında 5,5-6 misli fiyat farkı vardır. Böylesine büyük farkın nedeni, sattığımız hurdanın sıradan karbon çeliği hurdası değil, kaliteli hurda olmasıdır. Aynı çizelgelerden hurda fiyatlarının düşme eğiliminde olduğu, ülkemizin ihraç ettiği alaşımlı çelik hurdasının miktarının arttığı sonuçları da çıkartılabilir. Ülkemizin bu tür hurdaları satmak



yerine kendi tesislerimizde değerlendirme yoluna gitmesi ekonomimiz yararına olacaktır.

**Çizelge 24 : Türkiye'nin demir çelik hurdası ihracatı (13,14)**

	1990	1991	1992(ilk 6 ay)
Ton	6.586	9.749	6.721
\$	5.628.000	7.519.000	4.124.000
Ortalama \$/ton	854,5	771,3	613,6

2) Hurdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek için yapılan işlemler, hurdanın maliyetini artırır. Hurdaların kesilmesi, parçalanması, balya haline getirilmesi, plastik malzemelerden ve boyalardan arındırılması ve diğer iyileştirme işlemlerinin tümü beraberinde birtakım işletme ve enerji giderlerini getirir. Hurdayı işleyen tesisler hurdayı satarken bütün bu ek giderleri hesaplamak ve hurda fiyatına eklemek zorundadır. Diğer taraftan değerlendirilme olanağı bulunmayan plastik esaslı malzemelerin uzaklaştırılması önemli bir sorun haline gelmiştir. Örneğin Almanya'da çevreye zararlı çöp ve artıkların gelişigüzel yerlere atılması yasaklanmıştır. Bu tür çöpler önce parçalanmakta, daha sonra özel yakma fırınlarında imha edilmektedir. Bu işlemin maliyeti 650 DM/t'u bulmaktadır. Bu tip ekstra giderler hurda maliyetinin artmasına neden olmaktadır.

3) Taşıma, depolama, sigorta vb. giderler de hurdanın kendi fiyatını artırmaktadır. Depolama ve sigorta giderleri taşıma giderlerine nazaran sabit giderlerdir. Nakliye giderleri çeşitli faktörlerden etkilenir. Bunlar hurdanın nakledileceği mesafe, yakıt giderleri, taşıyıcı aracın türüdür. Bunların içinde yakıt gideri önemli bir maliyet girdisidir ve petrol fiyatlarıyla yakından ilgilidir. 1974'te yaşanan petrol krizinin hurda fiyatlarını ne kadar keskin bir biçimde etkilediği Şekil 14'te görülebilir. Nakledilecek uzaklık çoğu kez nakliye masrafını etkiler. Uzaklık arttıkça nakliye masrafının artacağı doğaldır. Ülkemize hurdanın büyük bölümü yıllardır ABD'den denizyoluyla gelmektedir. Oysa hurda bakımından en az bizim kadar dışa bağımlı olan İtalya ve İspanya, hurda ihtiyaçlarının büyük bölümünü kendilerine yakın olan Almanya, İngiltere ve Fransa'dan karşılamaktadırlar. Ülkemiz, hiç değilse önümüzdeki yıllarda eski SSCB ve Doğu Avrupa ülkelerinde SM ocaklarının uygulamadan kalkması sonucu oluşacak hurda fazlasından yararlanmanın yollarını aramalı ve şimdiden gerekli bağlantıları yapmaya gayret etmelidir. Taşıyıcı aracın türü de nakliye masrafını etkilemektedir. En ucuz nakliye sırasıyla denizyolu, demiryolu ve karayoluyla gerçekleşmektedir. İthal edilen hurda çoğunlukla denizyoluyla geldiğinden ülkemiz limanlarının yeterli kapasiteye sahip olması

## Çizelge 25: Hurda fiyatının oluşumunu etkileyen faktörler

1. Hurdanın kendi mal oluş fiyatı
  - 1.1. Hurdanın malzeme bileşimi
    - 1.1.1. Hurdanın bileşimindeki değerli alaşım elementleri (Cr,Ni,Mo,...)
    - 1.1.2. Hurda bileşimindeki istenmeyen elementler (Cu,Sn,P,S,...)
    - 1.1.3. Hurdayı oluşturan malzemelerin çeşitliliği (plastik,kauçuk,cam,pirinç...)
  - 1.2. Hurdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi için yapılan işlemler
  - 1.3. Hurda işleme tesislerinde oluşan çöplerin uzaklaştırılması ve imhası için yapılan giderler
  - 1.4. Depolama,işçilik,sigorta ve diğer giderler
  - 1.5. Nakliye giderleri
    - 1.5.1. Yakıt fiyatları
    - 1.5.2. Hurdanın taşınacağı uzaklık
    - 1.5.3. Hurdanın hangi taşıma aracıyla nakledileceği
      - 1.5.3.1. Denizyolu
      - 1.5.3.2. Demiryolu
      - 1.5.3.3. Karayolu
  - 1.6. Hurdanın ilk toplandığı yerden çelik üreticisine kadar olan ara kurumların sayısı
2. Hurda arz-talep ilişkisi
  - 2.1. Hurda arzı
    - 2.1.1. Sermaye hurdası arzı
      - 2.1.1.1. Tüketilen çelik ve çelikten mamül eşya miktarı
      - 2.1.1.2. Tüketilen çeliğin uzun ve yassı ürüne düşen payları ve hurda olarak geri dönüş süresi
      - 2.1.1.3. Hurdanın toplanıp işlenebilmesi ve belirli bir maliyetin altında çelik üreticilerine ulaştırılması olanakları
    - 2.1.2. İşlem hurdası arzı
      - 2.1.2.1. Çelik işleyen sanayinin mevcudiyeti ve kapasitesi
      - 2.1.2.2. Çelik işleyen sektörlerin faaliyet gösterdiği alanların çeşitliliği
    - 2.1.3. Döner hurda arzı
      - 2.1.3.1. Sürekli döküm uygulamaları
      - 2.1.3.2. Çelikhane ve haddehanelerde döner hurda oluşumunu azaltacak diğer modern teknolojilerin uygulanması
    - 2.1.4. Hurda arzının yapay olarak kısılması
      - 2.1.4.1. Depolama,kira,sigorta vb. giderler
      - 2.1.4.2. Hurdanın oksitlenme kaybı ve derecesi
      - 2.1.4.3. Hurda ticaretiyle uğraşan firmalar arasındaki işbirliği veya rekabet
  - 2.2. Hurda talebi
    - 2.2.1. Çelik üretimi
      - 2.2.1.1. Çelik üreten tesislerin kapasiteleri
      - 2.2.1.2. Enerji ve hammadde kaynakları
      - 2.2.1.3. Çelik tüketimi
        - 2.2.1.3.1. Çelik işleyen metal sanayisinin mevcudiyeti
      - 2.2.1.4. İhtiyaç fazlası çeliğin ihraç edilebilme olanakları
        - 2.2.1.4.1. Coğrafi konum
        - 2.2.1.4.2. Uluslararası ticari anlaşmalar
        - 2.2.1.4.3. İhraç edilecek çeliğin kalitesi ve rekabet gücü
    - 2.2.2. Çelik üretim yöntemleri
      - 2.2.2.1. Çelik üretiminde EAO payı
        - 2.2.2.1.1. BOF'ta kullanılan sıvı ham demirin kimyasal bileşimi
        - 2.2.2.1.2. BOF'ta oluşan ısı enerjisi miktarı
    - 2.2.3. Sıvı hamdemir ve sünger demir bulunabilirliği
      - 2.2.3.1. Demir cevherini işleyip sıvı hamdemir ve sünger demir haline getirecek tesislerin varlığı
      - 2.2.3.2. Demir cevheri ve enerji kaynakları
      - 2.2.3.3. Çelik üreten tesislerin sünger demir üreten tesislere uzaklığı
3. Borsa spekülasyonları ve ABD \$'ının fiyatı
  - 3.1. ABD'nin en çok hurda ihraç eden ülke olması
  - 3.2. ABD \$'ının diğer yatırım araçları ve para birimleri karşısında değer kazanıp kaybetmesi
  - 3.3. TL'nin sürekli değer kaybı nedeniyle dünya piyasalarında hurda fiyatının \$ bazında sabit olması hatta düşmesi durumunda bile TL bazında hurda fiyatının artması

gerekir.Limana gelen hurdalar kara ve demiryoluyla çelik üreten tesislere taşınacaktır.Ülkemizde çoğunlukla karayolu kullanılmaktadır.Özellikle iç bölgelere yapılan taşımacılığın demiryoluyla yapılması nakliye masraflarını azaltacaktır.Arzu edilen durum; karayollarının ancak demiryollarının erişemediği zaman devreye girmesidir.

4) Çeliğin ilk toplandığı yerden çelik üreticisine gelinceye kadar olan aracı kurumların sayısı ne kadar artarsa -her kurum kendi kârını hurda fiyatı üzerine ekleyeceğinden- hurdanın maliyeti de o derece artar.Ara kurumların mümkün olduğunca tasfiye edilerek hurda fiyatlarının gereksiz artmasına izin verilmemelidir.Ülkemizde bu konuda çıkarılmış olumlu bir yasayla hurdayı direkt olarak kullanmayacak aracı kuruluşların hurda ithal edip ticaretini yapması yasaklanmıştır.Ülkemizde hurda ithal etme izni yalnızca hurdayı direkt olarak kullanan çelik üreticilerine tanınmıştır.

Hurda fiyatının oluşumu konusuyla ilgili bu bölümde anlattıklarımız çizelge 25'te bir araya getirilmiştir.Bu çizelge içindeki faktörlerin çokluğu hurda fiyatının oluşumu konusunun karmaşıklığını gözler önüne sermektedir.

## 2.10.ÇELİK ÜRETİMİNDE HURDA DIŞINDAKİ HAMMADDELER

### 2.10.1.Sünger Demir

Konunun bütünlüğü açısından bu alt bölümde özet olarak sünger demir konusuna da değinilmiştir.

Çelik üretiminde 25 yılı aşkın bir süredir sünger demir kullanılmaktadır.Sünger demir (diğer adıyla direkt redüklenmiş demir),uygun nitelikteki demir filizi içindeki demiroksitin çeşitli yöntemlerle redüklenmesi (indirgenmesi) ile elde edilen katı halde demirdir.Direkt redükleme yöntemiyle elde edilen katı demirin görünümü gözenekli bir yapıdadır.Bu hammaddenin literatürde geçen iki yaygın ismi vardır;sünger demir (görünümü nedeniyle) ve direkt redüklenmiş demir(üretim yönteminin adı).

Sünger demir elde etmek için pek çok yöntem geliştirilmiştir.Teorik olarak birçok yöntemle sünger demir üretimi yapılabilirse de bunların pek azı uygulama alanı bulmuştur.En yaygın yöntemler SL/RN (döner fırın),Midrex,Purofar,Fior,Armco,Hyl yöntemleridir.Bütün yöntemlerin ortak amacı toz,parça veya pelet halindeki demir oksitin katı,sıvı veya gaz indirgen yardımıyla metalik demire dönüştürülmesidir.Sünger demirde metalik demirin toplam demire oranı sünger demirin metalleşme derecesini gösterir.

Çizelge 26'da Purofar ve Midrex yöntemleriyle üretilmiş sünger demirin ortalama olarak kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 26 : Sünger demirin ortalama kimyasal bileşimi (3)**

Tane Şekli	Metalleşme Derecesi (%)	Kimyasal Bileşim (%)								
		Fe <sub>top</sub>	Fe <sub>met</sub>	C	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>
Pelet	94	91	85	1,6	0,09	0,57	0,37	0,4	0,6	1,59
Briket	92	90	83	1	0,06	0,74	0,74	1,4	1,37	1,46

Çizelge 27'de sünger demirin bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

**Çizelge 27 : Sünger demirin bazı fiziksel özellikleri (3,54)**

Tane Şekli	Yığın Özgül Ağ.(t/m <sup>3</sup> )	Özgül Ağ.(t/m <sup>3</sup> )	Gözeneklilik (%)	Boyutlar (mm)
Parça-pelet	1,6-1,9	2-3,5	50-70	4-20
Soğuk briketlenmiş	2,2	4,5~6	15-35	15x30x40
Sıcak briketlenmiş	2,6-2,7	4,5~6	15-35	30x60x50

Çizelge 28'de sünger demir kalitesine göre dört gruba ayrılıp kimyasal bileşimi ve metalleşme derecesiyle ilgili değerler verilmiştir.

**Çizelge 28 : Sünger demirin kalitesine göre % olarak kimyasal bileşenleri (3)**

Sünger Demir	Toplam Demir Miktarı	C mik.	S mik.	SiO <sub>2</sub> mik.	Metalleşme derecesi
1.Grup	> 92	<0,5	0,005	< 1,5	>93
2.Grup	90-92	0,5-1	0,005-0,01	1,5-3	90-93
3.Grup	88-90	1-2	0,01-0,025	3-4,5	87-90
4.Grup	85-88	>2	0,025	4,5	80-87

Sünger demir üretiminde düşük tenörlü demir cevherlerinden yararlanılabilir. Yakıt olarak en çok doğal gaz tercih edilmekle beraber çeşitli katı ve sıvı yakıtlar kullanılabilir. Yüksek fırında ham demir üretilirken kaliteli koklaşabilir taş kömürü kullanma zorunluluğu varken sünger demir üretiminde linyit kömürü gibi daha kalitesiz yakıtlardan faydalanılabilir.

Sünger demirin kullanım alanları şunlardır:

- 1) Metalleşme derecesi düşük olan sünger demir çoğunlukla yüksek fırında şarj malzemesini zenginleştirip ham demir üretimini ve verimliliği arttırmak için kullanılır.
- 2) Temper ve küresel grafitli dökme demir gibi kaliteli dökümler için kupol veya indüksiyon ocaklarında şarj malzemesi olarak kullanılır.
- 3) BOF'da sıvı ham demire oksijen üflenmesi sonucu ortaya çıkan ısı enerjisinin kontrolü ve değerlendirilmesi amacıyla hurda yerine veya hurdayla beraber şarj malzemesi olarak kullanılır.
- 4) EAO'da hurda ile beraber şarj malzemesi olarak kullanılır.

EAO'da hurda yerine kısmen veya tamamen sünger demir kullanılabilir. Krom, bakır, nikel, kalay gibi elementleri içermediği ve hurdaya göre daha homojen bir kimyasal bileşime sahip olduğu için hurdaya tercih edilmektedir. Sünger demir ergidiği zaman bünyesinde karbon ve demiroksit içerdiği için daha köpüklü bir cüruf (foamy slag) oluşturmaktadır. En büyük dezavantajı, sünger demir fiyatının hurdadan daha pahalı olmasıdır. Sünger demir fiyatları genellikle hurda fiyatlarının %15 fazlası civarında seyretmektedir. Sünger demir bu önemli fiyat dezavantajı nedeniyle daha çok düşük alaşımlı ve alaşımsız çelik üretiminde tercih edilen bir hammadde konumundadır. Bununla beraber, hurda ve sünger demir fiyatları birbirine yaklaştığında EAO şarjının %30 sünger demir ve %70 hurda ile yapılması bütün çelik türlerinin üretiminde uygulanabilir. Sünger demir, oluşturduğu cüruf daha iyi kalitede olduğu için ve ergitme prosesinde yüksek güç kullanımına izin verdiği için hurda ergidikten sonra şarj edilmelidir. %20-30 oranında sünger demir şarjı EAO'da normal operasyon karakteristiklerini etkilememektedir.

Üretimlerinde yüksek oranda sünger demir kullanan tesisler kendi dizaynlarında ocağın sürekli beslenmesine uygun ekipmanları kullanmak zorundadır. Ocağın sürekli beslenmesi; sünger demir, granüle edilmiş pik demir, uygun boyutta parçalanmış ve kütle halinde akışkan olan hurda gibi malzemelerle mümkün olmaktadır. Cüruf yapıcı ve alaşım elementlerini içeren yardımcı hammaddeler de ocak çalışması durdurulmadan sürekli olarak yüklenebilmektedir.

Sünger demir aynı hurda gibi taşınıp depolanabilir. Ancak özellikle boyutları küçük olan pelet tipi sünger demirde yüzey/hacim oranı büyük olduğundan bu tip sünger demir oksitlenmeye yatkındır. Taşıma ve depolama sırasında oksitlenmeye karşı tedbir alınmalıdır. En iyi tedbirlerden biri, parçalar halindeki sünger demiri briket haline getirmektir.

Sünger demir üretimi her biri 400.000-500.000 ton/yıl kapasiteli bir ya da birkaç modülden oluşan direkt redükleme tesislerinde yapılmaktadır.

Tesislerin ilk yatırım maliyetleri genelde yüksek fırın için yapılan maliyetten daha düşük olmaktadır. Yaklaşık olarak 1 milyon ton/yıl kapasiteli bir sünger demir

Üretim tesisinin ilk yatırım maliyeti 150-170 \$/ton,200.000 ton/yıl kapasiteli bir tesisinki ise 225 \$/ton olmaktadır (54).

Ülkemizde henüz SD retimi yapılmamakta fakat bir miktar sünger demir ithal edilmektedir.izelge 29'da 1990 ve 1991'de Türkiye'nin sünger demir ithalatı gösterilmiştir.

**Çizelge 29 : 1990-1991'de Türkiye'nin sünger demir ithalatı (13)**

	<b>Ton</b>	<b>\$</b>	<b>Ortalama \$/t</b>
<b>1990</b>	18.581	3.132.000	168,6
<b>1991</b>	38.311	5.417.000	141,4

Çizelge 30'da hurda ve sünger demirin çeşitli özellikleri, avantaj ve dezavantajları birbirlerine göre kıyaslanmıştır.

Çizelge 30 : Hurda ile sünger demirin çeşitli özelliklerinin karşılaştırılması

No	Özellikler	Karşılaştırma		Değerlendirme	
		Hurda	Sünger Demir (SD)	Hurda	SD
1	Fiyatı	daha düşük	daha yüksek	+	-
2	Fiyat dalgalanmaları	hareketli	daha az hareketli	-	+
3	Temini	daha kolay	normal	+	-
4	Kullanımı	çok yaygın	yaygın değil	+	-
5	Taşınması	sorun yok	ufalanma ve tozlaşma sonucu oksitlenmeye karşı tedbir alınmalı	+	-
6	Yoğunluğu	daha az yoğun	daha yoğun	-	+
7	Boyutları	değişken	parça veya biriket halinde	-	+
8	Oksitlenme Eğilimi	daha az	daha çok	+	-
9	Kimyasal Bileşimi	değişken	belirli limitler içinde sabit	-	+
10	İstenmeyen Elementler (Cu,Sn)	bulunabilir	yok	-	+
11	Alaşım Elementleri (Cr,Ni)	bulunabilir	yok	+	-
12	Plastik esaslı malzemeler	bulunabilir	yok	-	+
13	Ocak öncesi hazırlama işlemleri	çoğunlukla gerekir	gerekmez	-	+
14	Ocağın sürekli beslenmesi	bazı türleri uygun	uygun	-	+
15	Ocağa yüklenme sırası (hurda+SD)	önce	sonra	....	....
16	Ocak içinde rafinasyon işlemleri	daha çok	daha az	-	+
17	Oluşturduğu cüruf	normal	daha iyi	-	+
18	Hammadde kaynaklarını ve çevreyi koruması	koruyucu	tüketici	+	-
19	Ekonomiye dolaylı katkısı	çok yönlü	az	+	-
20	Oluşumu/Üretimi	çelik üretimi olsun olmasın insanların yaşadığı her yerde	Demir cevher ve enerjiyi kolaylıkla temin edebilecek yerlere kurulan SD üretim tesislerinde	+	-
21	Gelecekteki beklentiler	Çevre koruma ve recycling bilincinin yerleşmesine paralel olarak hurdanın taşıdığı önem artarak devam edecektir	Kapasite artırımı ve yeni SD tesislerinin kurulmasına paralel olarak özellikle sınırlı malzeme limitlerinde alaşımsız çelik üreten tesislerde kullanımı yaygınlaşacaktır.	+	-

### 3.ALÜMİNYUM HURDALARI

Bu ana bölüm başlığı altında çelikten sonra en çok kullanılan metal olan alüminyumun hurdalarının değerlendirilmesi üzerinde durulacaktır.

#### 3.1 BİRİNCİL VE İKİNCİL ALÜMİNYUM ÜRETİMİ

Alüminyum;hafifliği,korozyon dayanımı,yüksek elektrik ve ısı iletkenliği,kolay şekillendirilip işlenebilmesi ve recycle edebilmesi gibi başlıca avantajları nedeniyle çok yaygın olarak kullanılan ve kullanım alanları gittikçe genişleyen bir malzemedir.

Yerkabuğunda bolca bulunan bir element olmasına karşılık fiyatı göreceli olarak yüksektir.Alüminyumun fiyatının yüksek olmasının temel nedeni üretilmesi için gereken enerjinin çok fazla olmasından kaynaklanmaktadır.Hammadde olarak boksitten yola çıkılan ve elektroliz esasına dayanan birincil alüminyum üretimi çok yoğun enerji tüketimi gerektirmektedir.İkincil alüminyum üretimi adı verilen ve hammadde olarak hurdadan geniş ölçüde yararlanan ergitme esaslı yöntemlerde enerji tüketimi birincil alüminyum üretimine göre %95 oranında azaltılabilmektedir ( enerji tüketimi ile ilgili bilgiler için bölüm 1.2.1'e bakınız).Enerji tüketimi bakımından bu denli büyük avantaj sağlayan ikincil alüminyum üretimi,her geçen yıl artmaktadır.İkincil üretimin artmasını,oluşan alüminyum hurdası miktarındaki artış ve hammadde olarak hurda kullanmanın avantajları pozitif yönde etkilemektedir.Bugün üretilen alüminyumun yaklaşık 1/3'ü ikincil üretimle gerçekleşmektedir.

Ülkemizde kişi başına alüminyum tüketimi 2,5 kg civarındadır.Bu değer Japonya'da 30,9 kg,Almanya'da 30,1 kg,ABD'de 26,9 kg,İngiltere'de 11,1 kg düzeyindedir(2). Bir ülkede tüketilen alüminyum miktarı,o ülkede gelecekte ortaya çıkacak hurda miktarını da yakından ilgilendirmektedir.

Ülkemizde son yıllardaki alüminyum üretimi,alüminyum ve ürünlerinin ihracatı ve ithalatı hakkında bir fikir vermek amacıyla Çizelge31 ve Çizelge 32 düzenlenmiştir.

**Çizelge 31: Türkiye'nin 1987-1992 yılları arasında alüminyum üretimi (32)**

Ton / Yıl	Birincil Alüminyum	Ekstrüzyon	Yassı Ürün	Döküm	İletken
1988	56.500	22.775	40.794	10.789	9.243
1989	58.564	24.721	43.112	10.852	21.205
1990	60.902	29.791	45.906	12.634	31.000
1991	55.802	33.490	39.677	9.650	10.150
1992	58.561	39.335	40.795	16.838	9.500



**Çizelge 32 : Türkiye alüminyum ithalat ve ihracatı (32)**

Ton / Yıl	İhracat	İthalat
1988	37.612	70.977
1989	38.058	55.451
1990	45.236	111.332
1991	24.648	89.092
1992	22.449	77.633

Hurda,birincil üretimde de kullanılmasına rağmen,ikincil alüminyum üretimi için çok daha önemli bir hammadedir.Bu nedenle ikincil alüminyum endüstrisi ile ilgili daha çok bilgi vermek istiyoruz.

### 3.2 İKİNCİL ALÜMİNYUM ÜRETİMİ VE DÖNER OCAK YÖNTEMİ

İkincil alüminyumun toplam alüminyum ihtiyacının karşılanmasında tamamlayıcı bir rolü vardır.Hammadde kaynakları gittikçe azalan ülkeler,recycle edebilen bütün malzemeleri geri kazanmak zorundadır ve bu alüminyum için de doğrudur.Daha önce de değinildiği gibi birincil alüminyum üretimi enerji tüketimi bakımından çok yoğun bir endüstri dalıdır.Birincil alüminyum endüstrisinde yeni enerji tasarrufu önlemlerinin başarıyla uygulanmasına rağmen elektroliz yoluyla 1 ton alüminyum üretmek için hâlâ yaklaşık 14.000 kwh elektrik enerjisi gerekmektedir(44).

Ülke ekonomisi açısından birincil ve ikincil alüminyum beraberce ele alınabilir. Birincil ve ikincil alüminyum üretimindeki en önemli fark,her iki yöntemin kullandığı hammaddelerin farklılığından kaynaklanmaktadır.İkincil alüminyum üretiminde klasik bir yöntem olan döner ocak (rotary furnace) yönteminde hurda ve alüminyum içeren diğer hammaddeler koruyucu bir tuz tabakası altında beraberce ergitilirler.Tuz tabakası,ergiyen metalde istenmeyen katışkıları absorbe eder.Aynı zamanda yüzeydeki tuz,ergimiş metalin hava ile temas etmesini önler ve oksidasyon sonucu meydana gelecek ergime kayıplarını azaltır.Tuz kullanımı,yıllardır teknik ve metalurjik açıdan son derece güvenilir bir yöntem olmasına karşın çevre sağlığının korunması için bilinçlenen kamuoyu tarafından çeşitli eleştirilere hedef olmaktadır.Avrupa'da yılda 700.000 Ton metalurjik tuz ortaya çıkmakta ve bu tuz uzun zamandır fazla bir ekonomik ve teknik sorun çıkarmadan çöp alanlarına atılmaktaydı.Ancak tuzlardan bu şekilde kurtulma yolunun bazı ülkelerde bundan sonra kabul edilmeyeceği bildirilmektedir.Alüminyum üretiminde kullanılan tuzların daha sonra işlenmesi ve geri kazanılması için çeşitli teknik çözümler geliştirilmektedir.Tuzların işlenmesi için geliştirilen çözüm teknikleri göreceli olarak pahalıdır ve ikincil

üreticiler ancak tuzların işlenmeden çöpe atılması tamamen yasaklandığı veya çöpe atma maliyetlerinin yapay olarak yükseltildiği takdirde tuzları geri kazanma yöntemlerini kullanma yolunu seçebilecektir.

Halen gerek endüstride,gerekse akademik düzeyde daha az miktarda metalurjik tuz kullanarak hurda ergitilmesini sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi üzerinde çalışılmaktadır.Prensip olarak,hurdanın temiz olması koşuluyla daha az tuz kullanmak mümkündür.Alüminyum işleyen bazı tesisler,kendi temiz hurdalarını çok daha az miktarda tuz kullanarak ergitmektedirler.Bazı hurda türleri,ergitme öncesi iyileştirme işlemlerine tabi tutularak kullanılacak metalurjik tuz miktarı azaltılmaktadır.

Şu anda düşük miktarda tuz kullanan ergitme proseslerinin ekonomik,çevresel ve teknik tüm gereksinimleri ne oranda karşıladığı belirsizdir.Yapılan hurda hazırlama ve iyileştirme işlemleri bir yandan tuz kullanımını azalttığı için olumlu gözükürken,diğer yandan hurdaların işlenmesi sırasında ortaya çıkan işlem artıkları bir olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır.Ayrıca hurdaya karışmış bazı istenmeyen katışkılar kolaylıkla ayrılamamaktadır.

Tuz kullanımını azaltmak için değişik ocak tipleri üzerinde çalışılmaktadır. Bunlardan bazıları belirli hurda türleri için oldukça tatminkar sonuçlar vermiştir.Fakat şimdiye kadar hiçbiri döner ocaklar kadar ekonomik ve verimli olamamıştır.

Toplam ikincil alüminyum üretiminde Japonya,ABD ve Almanya önde gelen ülkelerdir.Çizelge 33'te bu üç ülkenin 1980-1989 yılları arasında ikincil alüminyum üretimlerinin gelişimi verilmiştir.

**Çizelge 33: Japonya,ABD ve Almanya'da 1980-1989 yılları arasında ikincil alüminyum üretimi (44)**

x1000 t	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
<b>Japonya</b>	788,9	814,7	760,6	802,4	818,9	861,4	872,0	1088,4	1094,1	1033,7
<b>ABD</b>	749,1	685,8	700,7	748,7	800,2	803,6	775,2	882,3	935,7	987,8
<b>Almanya</b>	405,1	397,5	406,2	425,5	442,2	457,3	482,5	501,2	530,7	537,0

Çizelge 34'te ise Batı Avrupa ülkelerinin 1988-1991 yılları arasındaki toplam ikincil alüminyum üretimleri verilmiştir.

**Çizelge 34: 1988-1991 yılları arasında Batı Avrupa ülkelerinde toplam ikincil alüminyum üretimi (2)**

Yıl	1988	1989	1990	1991
<b>Ton</b>	1.685.300	1.747.000	1.682.600	1.599.800

### 3.3 ALÜMİNYUM HURDASI OLUŞUMU

Çelik hurdasında olduğu gibi alüminyum hurdaları da oluşumlarına göre üç gruba ayrılır:

- a) Döner hurda
- b) İşlem hurdası
- c) Sermaye hurdası

#### 3.3.1 Döner Hurda

Birincil ve ikincil alüminyum üreten tesislerde metalin sıvı halden yarı ürün haline dönüştürülmesine kadar oluşan hurdalar döner hurda grubuna girerler.

Döner hurdalar, genellikle oluştukları tesiste yeniden değerlendirilir ve hurda ticaretine konu olmazlar. Alüminyum hurdası denince akla hemen ikincil üretim gelmesine rağmen, birincil alüminyum üretiminde de hurda kullanılmaktadır. Şimdiye kadar Avrupa'da birincil alüminyum tesislerinin kullandığı hurda miktarı hakkında istatistiksel bilgi alınamamıştır. Piyasada işlem gören ve satılan hurdanın fiyatı yüksek olduğundan birincil alüminyum üreten tesislerin dışarıdan hurda satın almalarını haklı gösterecek bir neden yoktur. Birincil üreticiler genellikle kendi döner hurdaları ile yetinmektedirler. Oluşan döner hurda miktarının toplam birincil alüminyum üretiminin %20'si civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Döner hurda, çoğunlukla oluştuğu tesis tarafından değerlendirildiği için nakliye giderleri yoktur. Ayrıca kimyasal bileşimi ve saflık derecesi mükemmelen bilinebilir. Çok kısa süre içinde yeniden metal çevrimine döndüklerinden başka malzemelerle karışması veya kirletilmesi gibi tehlikeler yoktur. Bu avantajları nedeniyle döner hurdanın %100'e yakın kısmı kayıp vermeden geri kazanılabilir. Bütün bu avantajlarına rağmen döner hurda oluşumu, esasında alüminyum üretimi için olumsuz bir olaydır. Çünkü oluşan döner hurda, gerçekte faydalı ürüne dönüştürülmesi gereken hammadde, enerji, yardımcı hammadde, işçilik ve diğer giderlerin ziyan olması demektir. Döner hurda oluşumunu mümkün olabilen minimum düzeye indirmek, alüminyum üreten tesisler için bir zorunluluktur.

#### 3.3.2. İşlem Hurdası

Birincil veya ikincil alüminyum üreten tesislerden aldıkları yarı ürünleri kullanılabilir nitelikte mamül (son ürün-end product) haline getiren tesislerde oluşan hurdaya işlem hurdası adı verilir.

İşlem hurdasının tipik örnekleri ;ekstrüzyon artıkları,hadde artıkları,kesme ve pres artıkları,alüminyum ve alaşımlarından dökülerek üretilen makina parçalarının talaşlı imalatla işlenmesi sonucu ortaya çıkan her çeşit talaş vb. olarak özetlenebilir.

İşlem hurdaları ikincil tesisler için önemli bir hurda kaynağıdır.İşlem hurdası oluşan tesislerde bu hurdaların dikkatlice biriktirilmesi,özellikle alüminyum dışı malzeme hurdalarından ayrı tutulması,bu hurdaları toplayıp ikincil alüminyum üreten tesislere ulaştırılmasını sağlayacak kuruluşların organize edilmesiyle işlem hurdaları çok büyük oranda geri kazanılabilir.Alüminyum yoğunluğu düşük olduğu için ( $2,7 \text{ g/cm}^3$ ) transport işlemlerinde ve giderlerinde avantaj sağlamaktadır.

İşlem hurdası oluşumu;yarı ürünleri işleyen sanayinin mevcudiyetine,kapasitesine ve faaliyet alanlarının çeşitliliğine bağlıdır.İşlem hurdalarına bölüm 2.2.2.'de çelik hurdaları ile ilgili olarak değinilmiştir.2.2.2.'de değinilen genel kavramlarla alüminyuma ait işlem hurdalarının arasında benzerlikler vardır.

### 3.3.3. Sermaye Hurdası

Ekonomik kullanım ömrünü doldurma,kırılma,bozulma,aşınma gibi nedenlerle kullanım dışı kalmış son ürünlerin (mamüllerin) hurdaya çıkması sonucu oluşan hurdaya sermaye hurdası adı verilir.

Sermaye hurdası,pek çok bakımdan işlem hurdasından ve döner hurdadan farklıdır.Döner hurda ve işlem hurdası çok yüksek oranda geri dönerken(recycle ederken) sermaye hurdasının geri kazanılması için aynı yüksek oranlardan bahsedemeyiz.Döner hurda ve işlem hurdasının oluşması için alüminyum üreten ve işleyen tesislerin mevcut olması gereklidir.Oysa sermaye hurdası oluşumu alüminyum üretiminin değil,tüketiminin bir fonksiyonudur.Alüminyum,insanlık tarihinin kullandığı en genç metallere biri olmasına karşın çeşitli avantajları nedeniyle bugün insanlar tarafından en çok tüketilen malzemeler arasında yerini almıştır.Alüminyum,çok çeşitli uygulama alanlarında kullanılan bir malzeme olduğundan sermaye hurdaları dünyanın her köşesinde zamana ve tüketime bağlı olarak ortaya çıkmaktadırlar.Böylesine geniş alanlara yayılan sermaye hurdalarının tamamının toplanması ve geri kazanılması da doğal olarak çok zorlaşmaktadır.

Özellikle döküm parçalara uygulanan alaşımlama teknikleri sonucu alüminyum saflığını kaybetmekte,bir başka ifade ile kirlenmektedir.Döküm parçalar,sermaye hurdası oluşumu içinde önemli paya sahip olduklarından bunların değerlendirilmesi sırasında malzeme bileşimlerinin kesin bir tamlıkla bilinmemesi çeşitli teknik zorluklara yol açmaktadır.

Gıda ve ilaç sanayisinde kullanılan alüminyum folyeler çoğu kez normal çöplere

karışmakta ve büyük kısmı geri kazanılamamaktadır.

Döner hurda ve işlem hurdaları genellikle malzeme bileşimleri bakımından güvenilir kaynaklar olmasına rağmen sermaye hurdaları çoğu kez boya, plastik, çelik gibi malzemelerle kirlenmektedir. Ayrıca sermaye hurdaları geometrik şekil bakımından çok çeşitli olabilmekte, bu nedenle çoğu kez mekanik iyileştirme işlemlerini gerektirmektedirler.

Sermaye hurdaları birkaç ay ile 30 yıl (bazen 30 yılı da aşabilir) arasındaki bir süreçte ergitme tesislerine geri dönmektedir. Döner ve işlem hurdaları için bu süre birkaç ayı çok ender geçer.

Bir ülkede oluşacak sermaye hurdası miktarını tahmin edebilmek için o ülkenin geçmişte kullandığı ve bünyesinde alüminyum bulunan ürünlerin çeşitliliğini ve tüketim miktarlarını analiz etmek gerekir. Toplam sermaye hurdası oluşumu için çok isabetli bir tahmin yapmak oldukça güçtür. Çünkü alüminyum ürünleri çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, bu ürünlerin hurda olarak geri dönüş süreleri birbirine göre çok değişik zaman boyutlarında gerçekleşmekte ve hurda oluşsa bile oluşan hurdanın ne oranda toplanıp alüminyum üreten tesislere hangi oranda geri döndüğü hakkında kesin bilgi temin etmek çok güç olmaktadır. Tahminde bulunmak için gerekli ve kesin olarak güvenilir bir veri tabanı olmayınca, bir ülkede oluşacak toplam sermaye hurdası miktarının da tam olarak saptanması mümkün olamamaktadır. Ancak belirli ürünlerde (örneğin içecek kutularında) üretilen, tüketilen ve geri kazanılan alüminyum miktarı hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Sermaye hurdası oluşumu ve kaynakları, belli başlı alüminyum ürünlerinin son kullanım alanlarına ve tüketim miktarlarına bakılarak daha iyi anlaşılabilir.

İnşaat sektörü, alüminyumun en çok tüketildiği sektörlerden birisidir. Avrupa'da yaklaşık olarak ekstrüzyon ürünlerinin %50'si, hadde ürünlerinin %13'ü, döküm ürünlerinin %3'ü inşaat sektöründe kullanılmaktadır (2,44). Başlıca son ürün örnekleri pencereler, kapılar, vitrinler, panjurlar, garaj kapıları, teras kaplama, büro bölmeleri, pencere ve kapı kolları, güneş kolektörleri, karayolu işaret ve levhaları, bariyer ve korkuluklar olarak sayılabilir. Ancak unutulmamalıdır ki inşaat sektöründe kullanılan alüminyum ürünlerinin ömürleri diğer sektörlerdeki ürünlere göre çok uzundur ve dolayısıyla hurda olarak geri dönüş süreleri de çok uzun olmaktadır. Çoğunlukla çatı ve cephe kaplaması gibi doğa şartlarına açık alanlarda kullanıldıklarından sürekli korozyon ve aşınmaya maruz kalsalar dahi kimyasal bileşimleri genellikle bilinebilir, ayrıca düzenli organizasyonlarla büyük oranda geri kazanılmaları mümkündür.

Taşıt araçları imal sektöründe kullanılan alüminyum miktarı da bir hayli fazladır. 1989'da döküm parçaların Japonya ve Fransa'da %80, ABD ve Almanya'da ise %70'ten fazlası bu sektörde tüketilmiştir (44). Gene Avrupa'da hadde ve ekstrüzyon ürünlerinin yaklaşık %10'dan fazlası bu sektörde tüketilmiştir. Uçak, gemi, lokomotif, vagon ve

diğer kara taşıtlarında gerek motor parçaları,gerekse iç ve dış aksesuar olarak kullanılmaktadır.Halen Batı Avrupa ülkelerinde ortalama olarak bir otomobilde 50 kg alüminyum kullanılmaktadır.Yapılan bazı iyimser tahminlere göre önümüzdeki yıllarda otomobillerde alüminyum kullanımının oto başına75 kg'a kadar çıkması beklenmektedir. Otomobilde kullanılan başlıca alüminyum ürünler;motor bloğu,piston,emme manifoldu, fren parçaları,rotiller,radyatör parçalarından jant ve iç aksesuara kadar değişik ürünlerdir.

Bu sektörde kullanılan alüminyum ürünlerinin hurda olarak geri dönüş süreleri taşıtın kendi ömrüyle bağıntılıdır.Bu hurdaların toplanabilme etkinliği,otomobil hurdalarını işleyen tesislerin etkinliğine bağlı olmaktadır.Eski otoları söküp parçalayan tesisler daha çok çelik hurdası üzerine yoğunlaşmış olsalar da çelik dışı malzemelerin geri dönüşünü de sağlamaktadırlar.Taşıtlarda kullanılan ürünler çoğunlukla döküm alaşımı olabildiğinden bunları ergitecek tesisler malzeme bileşimlerinin çeşitliliği konusunda dikkatli olmalıdır.Ayrıca çeşitli yağ ve diğer sıvılarla temas halinde olabileceklerinden bu tür hurdaların kurutulması da gerekebilir.

Ambalaj sektöründe kullanılan alüminyumun hurda olarak geri dönüş süresi diğer sektör ürünlerine nazaran daha kısa olmaktadır.Avrupa'da hadde ürünlerinin yaklaşık %40'tan fazlası ambalaj endüstrisinde kullanılmaktadır.Başlıca örnekleri arasında içecek kutuları,ilaç tüpleri ve folyolardan üretilen ilaç ambalajları,çeşitli kapaklar,yiyecek saklamak için folyolar,diğer sıvılar için kaplar vb. sayılabilir.Özellikle meşrubat,kola,bira gibi içeceklerin piyasaya kutu formunda sunulması ve ilgi görmesi sonucu bu içecek kutularının (used beverage cans)değerlendirilmesi için büyük çaba gösterilmektedir. ABD'de bu tür içecek kutularının toplanması organizasyonu çok gelişmiştir.ABD'de 1976 da toplanıp geri kazanılan kutu miktarı toplam kutu üretimi içinde %24,9'luk paya sahipken (yaklaşık 4,9 milyar kutu toplanmış),aynı oran 1982'de % 55,5'a ulaşmış (yaklaşık 28,3 milyar kutu toplanmış),1988'de ise %75'lik bir geri kazanma oranı hedeflenmiştir (9). Ülkemizde ise düzenli kutu toplama organizasyonları olmadığı için bu kutular diğer çöplerin arasına karışmakta ve bir milli servet olarak tanımlayabileceğimiz alüminyum hurdalarının büyük bölümü ziyan olmaktadır.İçecek kutularının toplanması organizasyonlarının geliştirilmesi ve insanlarımızın bu konuda bilinçlendirilmesi,bu değerli alüminyum hurdası kaynağının ülkemizde de geri kazanılmasını sağlamak için gereklidir.Bu kutuların işlenmesiyle kutunun üst kısmındaki paslanmaz çelik kısmı da geri kazanılmış olacaktır.Çeşitli ilaç ve yiyeceklerin ambalajında kullanılan alüminyum folyoları da geri kazanılması en zor olan hurda kaynaklarından.Bunlar hem ağırlık olarak hafiftir,hem de çeşitli plastik,kağıt ve diğer malzemelerle kirlenmiştir.Buna rağmen bazı Avrupa ülkelerinde alüminyum yemek ambalajlarının kent çöplerine karışmadan hurda toplayıcıları,belediyeler ve gönüllü kuruluşlar tarafından toplanması ve geri kazanılması için çalışmalar yapılmaktadır.Örneğin Almanya'da 1991 yılında porsiyon ye-

mek üretiminde kullanılan 6000 ton alüminyumun yaklaşık %17'sine eşit 1000 tonu geri kazanılmıştır(2).

Elektrik mühendisliğinde de haberleşme kabloları,iletken tel,antenler,aydınlatma araç-gereçleri vb.cihazlarda alüminyum kullanılmaktadır.Bunların geri dönüş süreleri üründen ürüne farklılık göstermekle beraber,genellikle uzun olmaktadır.Bu tür hurdaları ergitmeden önce yalıtkan malzemelerinden ve diğer karışması muhtemel metallere (çelik,bakır,kurşun,çinko ve alaşımları gibi) arındırmak gereklidir.

Genel mühendislik olarak adlandırabileceğimiz çok çeşitli alanlarda,gerek saf alüminyum,gerekse alaşımlarıyla beraber çok çeşitli makina parçalarının üretilmesinde kullanılan alüminyum ürünlerinin hurda olarak geri dönüş süreleri ürünün dayanım ömrüne bağlı olmaktadır.Makina parçalarından beklenen görevler çok değişik olduğundan,bu tür hurdaların geometrik şekilleri ve kimyasal bileşimleri de farklı olabilmektedir.Özellikle sanayi tesislerinde kullanılan alüminyum makina parçalarının hurdaya çıktıktan sonra geri kazanılmalarının önünde önemli bir engel yoktur.

Beyaz eşya adı da verilen dayanıklı tüketim mallarında da belirli oranda alüminyum kullanılmaktadır.Bunların geri kazanımları da bu tür eşyaların hurdasını işleyen tesislerin etkinliğine bağlı olmaktadır.

Askeri alanda araç-gereç ve silah yapımında kullanılan alüminyumun ve bu bölümde bahsedemediğimiz diğer alüminyum ürünlerinin hürdası da kullanım yeri,hurda olarak geri dönüş süresi,geri kazanmak için yapılan ergitme öncesi hazırlık işlemlerinin maliyeti,toplanabilmeleri,alüminyum üreten tesislere belirli maliyetin altında ulaştırılabilmeleri gibi değişik parametrelerin etkisi altında mümkün olduğunca değerlendirilmektedir.

### 3.4 ALÜMİNYUM HURDALARININ TASNİFİ

Hurda tasnifi;hurdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre gruplandırılmasıdır.

Hurdanın kimyasal özellikleri denilince akla malzeme bileşimi gelir.Hurdalar ikincil tesislere ulaştıkları zaman kimyasal bileşimlerine göre ayrı ayrı stoklanmalıdır. İşlem hurdalarının bileşimlerine göre ayrılması genelde sorun çıkarmamaktadır.Ancak talaşlar gibi küçük parçalara alüminyum dışı malzemeler karışabilir.Bazen de farklı alüminyum alaşımlarının hurdaları birbirine veya saf alüminyum hurdalarına karışabilir.Bunun sonucunda ikincil alüminyum tesislerinde bazı sorunlar ortaya çıkabilir.Bu nedenle,alüminyum hurdaları oluştukları yerde kimyasal bileşimlerine göre ayrılarak tasnif edilmeli ve naklieleri sırasında da birbirlerine karışmaları önlenmelidir.Sermaye hurdaları çok değişik kaynaklardan temin edildikleri için bunların ilk toplanmaları ve i-

ikincil tesislere taşınmaları sırasında birbirlerine karışmaları normaldir.Eğer hurdalar şekillerini değiştirmemişlerse malzeme bileşimleri hakkında doğru tahminler yapılabilir. Fakat çoğunlukla ikincil tesise ulaşan hurdaların analiz edilerek daha güvenilir şekilde tasnif edilmesi,tesiste üretilecek ürünün kalitesi bakımından da önemlidir.Alüminyum ve alaşımlarından mamüller üreten ikincil tesislerin imal ettikleri ürünlerin malzeme bileşimleri bakımından belirli kalitede olması çok önemlidir.Eğer bu tesisler gelişigüzel alaşımlama sonucu kalitesiz ürünler üretirlerse,bir süre sonra kendilerine geri dönecek hurdanın kalitesini de bozmuş olurlar.Hurdanın kimyasal bileşimi açısından kalitesi bozulunca da bu hurdaların yeniden değerlendirilmesi için gereken iyileştirme işlemlerinin maliyeti artacağından bunun zararı en çok kendilerine dokunacaktır.

Hurdalar kimyasal bileşimlerine göre tasnif edildikten sonra mümkünse fiziksel özelliklerine göre de (yoğunluk ve boyutlar) gruplanmalıdır.Böylece yoğunluğu düşük olan hurdaların balyalama işlemlerinden geçirilerek yoğunlukları artırılırken, boyutları aşırı büyük olan hurdaların kesilip parçalanarak ergitme ocağı boyutlarına uygun hale getirilmeleri kolaylaşır.Ayrıca ergitme ünitesine hurda şarjı daha çabuk ve düzenli olarak yapılabilir.

### **3.5 ALÜMİNYUM HURDALARINA ERGİTME ÖNCESİ UYGULANAN HAZIRLAMA İŞLEMLERİ**

Alüminyum hurdasının fiziksel ve kimyasal özellikleri,hurdaya ergitme öncesi uygulanacak işlemleri belirler.İlk yatırım ve işletme giderlerinin çokluğundan dolayı alüminyum hurdası içindeki bütün yabancı maddeleri ergitme ünitesine girmeden önce temizlemek mümkün olmayabilir.Bu nedenle en son rafinasyon işlemleri ergitme ocağında yapılır.

Alüminyum hurdalarının kalitesini artırmak için uygulanan işlemlerden başlıcaları ; yağ giderme,boya,kağıt,karton,plastik vb.fraksiyonlarının yakılması, alüminyum dışı metallerin ayrılması ve balyalama işlemleridir.İhtiyaca göre bu işlemlerden birkaçı veya hepsi kullanılabilir.En önemli nokta,bu işlemleri yalnızca gerektiği yerde uygulamaktır. Bu arada hurda tasnifinin iyi yapılması,hurdaya uygulanacak ön işlemlerin saptanmasında kolaylık sağlayacaktır.Hurdanın kalitesini iyileştirmek için yapılan her işlem ürün maliyetinin artmasına neden olacağından bu işlemlerin titizlikle seçilmesi ve ekonomik olması kaçınılmazdır.

Yağ giderme işlemi özellikle kesme sıvılarıyla kirlenmiş alüminyum talaşlarına uygulanan bir işlemdir.İşlem,sıcaklık etkisiyle kurutma fırınlarında yapılmaktadır.Bu esnada hurdada bulunan nem de buharlaşmaktadır.Kurutma fırınından çıkan alüminyum talaşlarının %0,1 oranında (39)yağ taşıdıkları belirlenmiştir.Yağ gidermek için kullanılan



diğer bir yöntem,alüminyum talaşlarının hızla dönen bir silindirik hazne içinde merkezkaç kuvvetle savrulmasıyla yapılabilir.Ancak bu işlem sonunda hurdadaki yağ miktarı %2-3 oranının altına inemediğinden yeterli olamamaktadır(39).Özellikle sermaye hurdalarıyla beraber bulunabilen kağıt,karton,plastik,boya gibi alüminyum dışındaki yanabilir maddelerin bir fırında yakılarak alüminyumdan uzaklaştırılması gerekir.Bu işlemlerde dikkat edilmesi gereken noktalar;aşırı sıcaklık etkisiyle oksitlenme eğiliminin artabileceği ve yanan yabancı maddelerden çıkan baca gazı,kül ve diğer artıkların çevre sorunlarına yol açabileceği olmalıdır.

Alüminyum hurdası içine karışabilen metaller de ergitme işleminden önce uzaklaştırılmalıdır.Demir-çelik esaslı malzemeler,mıknatıslanma özelliğinden yararlanılarak alüminyum hurdasından ayrılabilirler.Ancak bu işlemin gerçekleşebilmesi için alüminyum ve demir esaslı malzemelerin birbirinden bağımsız formda olması gerekir.Bunu sağlamak için uygulanan kırma-parçalama işlemleriyle bitişik halde dizayn edilmiş konstrüksiyonlardaki alüminyum ve çelik birbirinden ayrılır ve sonraki magnetik ayırma hazır hale getirilirler.

Alüminyum hurdalarının fiziksel özelliklerini iyileştirmek için sıkça uygulanan bir işlem balyalama işlemidir.Bu işlem daha çok boyut bakımından küçük ve ince parçalara uygulanır.Bu işlem için iki veya üç etkili hidrolik preslerden (balyalama makinaları) yararlanır.Bu makinalar 2.7.3'te incelediğimiz çelik hurdası için yapılan balyalama makinaları gibidir.Ancak makina gücü ve dayanıklılığının çelik hurdaları için dizayn edilmiş makinalar kadar güçlü ve sağlam olmasına gerek yoktur. Balyalama işleminde dikkat edilecek en önemli nokta balyalama esnasında alüminyum dışındaki malzemelerin karışmaması olmalıdır.Ayrıca saf veya yüksek alüminyum yüzdeli hurdalarla,alüminyum alaşımı hurdalarının birbirine karışması da önlenmelidir.Bu olumsuzlukları önlemek büyük ölçüde hurda tasnifinin etkinliğine bağlıdır.Balyalama işlemi,gerektirdiği ekstra giderlere karşılık şu avantajları sağlamaktadır:

- a) Hurdaların stoklanması ve taşınmasının kolaylaşması
- b) Ergitme ocağının kolaylıkla yüklenebilmesi ve böylece zaman tasarrufu
- c) Ergitme işleminde oksitlenme kaybının azaltılması
- d) Farklı özellikteki hurdaların birbirine karışmasının ve kirlenmesinin önlenmesi
- e) Hurda yoğunluğunun artırılmasıyla stok alanlarından tasarruf

### **3.6 ALÜMİNYUM HURDALARININ İŞLENMESİ İÇİN KULLANILAN MAKİNALAR**

Bölüm 2.7.3'te çelik hurdalarının balyalanması,talaşların parçalanması,çeşitli profil hurdalarının kesilmesi ya da kırılması amacıyla kullanılan makinalar üzerinde

durmuştuk. Benzer özellikte makinalar alüminyum hurdalarının işlenmesi için de kullanılmaktadır. Bu bölümde, doğrudan alüminyum hurdalarıyla ilgili olmamakla beraber, birincil alüminyum endüstrisinde ortaya çıkan anot artıklarının ufalanıp geri kazanılmaya uygun hale getirilmeleri amacıyla kullanılan bir makina üzerinde durulacaktır.

### 3.6.1 Anot Parçalama Makinası

Makina başlıca iki üniteden oluşmaktadır:

Birinci ünite, anot artığını bağlı olduğu çatallı kısımdan ayırmak için "hidrolik anot sıyrıcı" olarak adlandırabileceğimiz bir düzenek vardır.

İkinci ünite, alüminyum üretiminde kullanılan anotların artık bölümlerinin (anot boyu elektroliz işlemi süresince gittikçe kısalır ve bir değerden sonra anotun değiştirilmesi gerekir) ezilip parçalanmasını sağlayan "hidrolik etkili anot parçalayıcı" vardır.

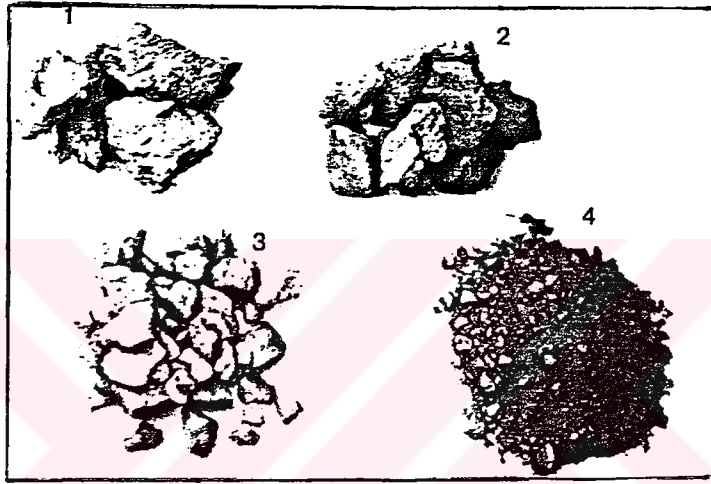
Anot parçalayıcı makinanın sürekli olarak beslenmesini mümkün kılmak amacıyla, anotlar kendilerini tutan çatallı kısım ile birlikte makina üzerinden geçen bir taşıyıcı sistemdeki arabalara asılır. Sıyrıcı kısım, anodu çatallı tutucusundan ayırır ve anot artığı ezileceği hazneye düşer. Gerekiyorsa birkaç anot artığı daha sıyrılır ve haznenin dolması sağlanır. Bu işlem bittikten sonra anot artıkları, biri sabit diğeri hidrolik sistemle hareketli iki plaka arasında ezilerek parçalanır. Dağılmayı kolaylaştırmak amacıyla plakaların etki yüzeyleri sivri piramitler şeklinde işlenmiştir (Fotoğraf 5) ve aşınma dayanımları yüksektir. Hareketli tabla geri çekilince, parçalanmış anot artıkları delikli bir plakadan (elek) geçerek aşağıya doğru dökülürler. Sabit plaka üzerinde kalan parçacıklar ise başka bir hidrolik iticinin hafif bir hareketiyle elekten geçerek biriktirme kovasına dökülürler. Makinanın çalışma şeması şekil 15'te görülmektedir.



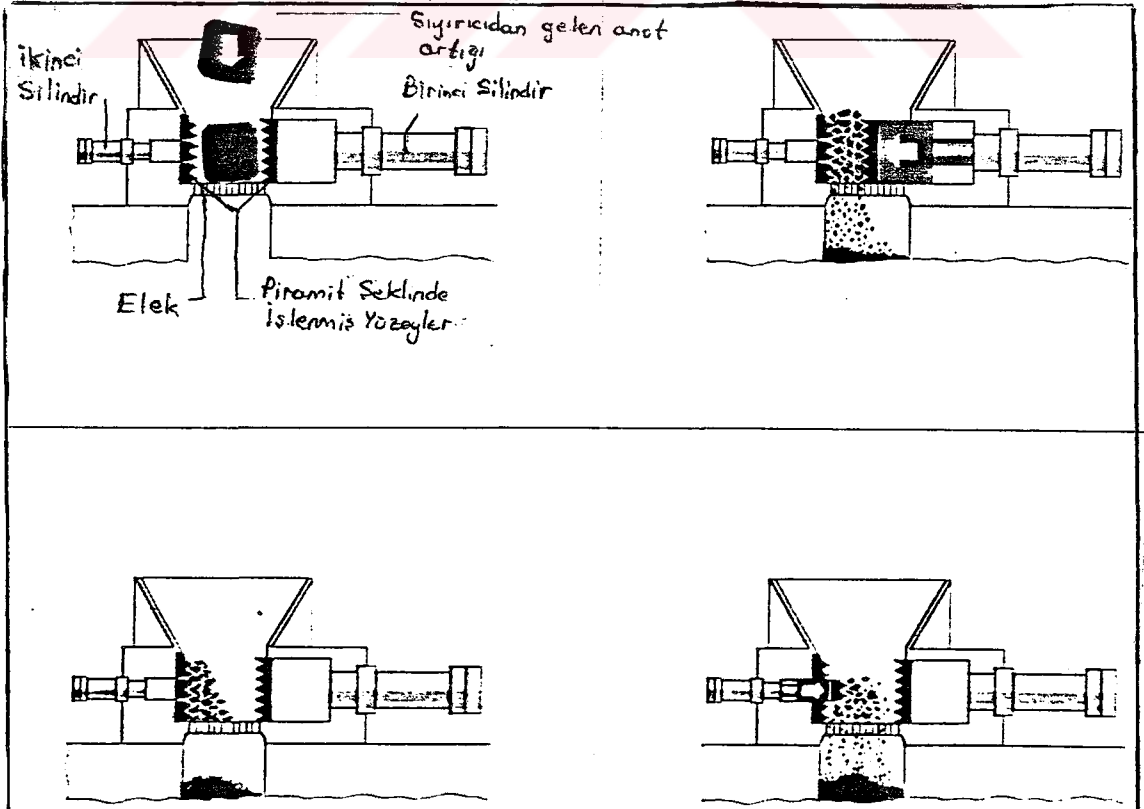
Fotoğraf 5: Anot parçalayıcı tablaların etki yüzeylerindeki piramitler (34)

Bu makinada sıyırma ve ezme işlemleri otomatik olarak sırayla yapılmaktadır. Sıyırıcı kısmın (birinci ünite) özel dizaynı ile değişik türdeki anot tutuculardan ayırma yapmak mümkün olur. Bu arada sıyırma işlemi yapılırken çatal şeklindeki anot tutucunun zarar görmesi önlenmiş olur. Ezme işleminde toz oluşumu azaltılır, ezici plakaların etki yüzeylerindeki sivri piramitlerin ve çıkıştaki eleğin değiştirilmesiyle daha ince veya daha kaba granül yapısı elde edilebilir (Fotoğraf 6).

Eziliş parçalanmış anot artıkları anot imal eden fabrikalarda yeniden anot yapımında kullanılarak geri kazanılmaktadır.



Fotoğraf 6 : Makinadan çıkan değişik boyutta anot parçacıkları (34)



Şekil 15 : Anot parçalama makinasının çalışma prensibi (ikinci ünite) (34)

### 3.7. HURDAYA DAYALI ÜRETİM YAPACAK BİR İKİNCİL ALÜMİNYUM TESİSİNİN KURULMASI

Yakın geçmişte,alüminyumun cüruftan ya da hurdadan geri kazanılması,birincil alüminyum üretiminin ucuzluğu nedeniyle göz ardı edilmiştir.1970'li yıllarda yaşanan enerji darboğazlarından sonra enerji fiyatlarının ve ona bağlı maliyetlerin hızla artması sonucu,alüminyumun hurdadan geri kazanılması aktivitelerinde çok büyük gelişmeler sağlandı.İkincil alüminyum tesislerinin ilk örnekleri,işlem verimliliğine bakmaksızın birincil alüminyum üretiminde kullanılan üretim yöntemlerini ufak değişiklikler yaparak uyguladılar.Fakat enerji maliyetlerinin daha da artması,çevre sağlığının korunması için insanların daha fazla bilinçlenmesi,alüminyum kullanımının ve dolayısıyla hurdasının oluşumunun hızlanması ve yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle ikincil alüminyum üretimi,birincil alüminyum üretiminden bağımsız,yepyeni bir sektör olarak karşımıza çıktı.

Yeni bir ikincil alüminyum tesisinin dizaynı ve kurulması aşamasında,hurda tipi ve kaynağından üretilecek metalin kalitesine kadar düşünülmesi gereken pek çok faktör vardır.

#### 3.7.1 İkincil Tesisin Kapasitesi

Yeni kurulacak bir ikincil alüminyum tesisinin,4500-9000 ton/ay kapasite ile çalışması tesisin verimli olarak işletilebilirliği açısından kârlı olmaktadır.4500 ton/ay'dan daha düşük kapasiteli tesislerin ilk yatırım maliyetleri,üretilecek metalin maliyetlerini kabul edilemeyecek boyutlara yükseltecektir.Uygulamada daha yüksek kapasiteli tesislere (hurda temin zorluğu,enerji verimliliğinin düşmesi gibi nedenlerle) rastlanmamaktadır.

#### 3.7.2.Tesisin Kurulacağı Yerin Seçilmesi

İkincil alüminyum üretecek yeni bir tesisin kurulmasında dikkat edilmesi gereken başlıca noktalar şunlardır:

- a) Hurdanın bulunabilirliği;tesis,işleyeceği hurdayı kapasite limitlerinin altına düşmeyecek kadar bol ve ucuz olarak temin edebilmelidir.
- b) Ulaşım kolaylığı; tesis, hem üreteceği alüminyum ürünlerini sipariş verilen yerlere gönderirken,hem de işleyip ergiteceği hurdayı kendi tesisine taşıırken nakliyat konusunda herhangi bir sıkıntıya düşmeyecek bir bölge üzerinde kurulmalıdır.Böylece satın alacağı hurdayı kendi tesisine taşıırken (veya taşıırken) nakliye giderlerini azaltıp hammadde maliyetini bir ölçüde düşürecektir.Hammadde maliyeti düşünce,üretilecek alüminyum mâl oluş fiyatı da düşecektir(ikincil alüminyum üretiminde enerji tüketimi birincil üretime

göre çok az olduğundan ikincil üretimde hammadde maliyet girdisi birincil üretimden çok daha önemlidir). Ayrıca üretilen mamül, ihtiyaç duyulan bölgelere daha düşük bir nakliye gideriyle taşınabilirse diğer alüminyum üreticileriyle rekabet edebilme açısından önemli avantajlar sağlanmış olur.

c) Kurulan tesisin çevre sağlığı bakımından en az zararlı olacak bölgenin seçilmesi, tesisin ortaya çıkaracağı yan ürünlerin (metalurjik tuzlar, cüruflar, baca gazları) uzaklaştırılmasının kolay olması ve yakın gelecekte kamuoyunda «çevreyi kirletiyor» baskısının olmayacağı bir bölge üzerinde tesisin kurulması en akılcı seçimdir.

d) Tesisin kurulacağı bölge için sağlanabilen teşvik, kredi ve diğer yardımcı etkenler.

Sonuç olarak bir ikincil tesisin kurulacağı en uygun yer, en düşük son ürün maliyetini sağlayacak olan yerdir.

### 3.7.3. Tesiste Kullanılacak Hurda Türleri

Yeni kurulacak ikincil tesis, üretilmesi planlanan ürünün kalitesi ve kimyasal bileşimine uygun, temin edilmesi kolay ve hurda pazarında sürekli mevcut olan bir hurda grubu belirlemeli ve buna uygun hurda işleme ekipmanları ile donatılmış olmalıdır. Alaşımli hurdalar, ergitme ünitesine ancak üretilecek mamülün kalitesini ve bileşimini etkilemediği sürece kullanılabilirler. Örneğin içecek kutularını işlemek üzere kurulmuş bir ikincil tesis için yapısında bakır ve silisyum bulunan bazı otomobil parçası hurdaları uygun olmayacaktır. Buna karşılık içecek kutusu hurdaları, birincil alüminyumdan daha ucuz oldukları için alüminyum dökümcülüğünde kullanılabilirler.

### 3.7.4. Ergitme Ocağının Seçimi

Alüminyum hurdasının ergitilmesi için kullanılan başlıca ergitme ocağı tipleri şunlardır:

- 1) Reverber tip ergitme ocağı (reverberatory furnaces); reküperasyonsuz olarak yaklaşık %30'luk bir enerji verimine sahiptirler. Ergitme kayıpları %3-15 arasındadır.
- 2) İndüksiyon ocağı (induction furnaces); enerji verimliliği %60 ve ergitme kayıpları %1-6 arasındadır.

Çizelge 35'te hurda tipine göre tavsiye edilen ocak tipleri kıyaslanmıştır.

**Çizelge 35 : Alüminyum hurdasının tipine göre tavsiye edilen ergitme ocağı tipi (20)**

Tip	İncek Kutuları (Hafif)	İncek Kutuları (yoğun)	Düşük Yoğunluklu Talaşlar	Yoğun Hurda	Cüruftan Kazanılan Konsantre	Alaşımli Hurda
Reverber	En uygun	En uygun	Orta derece	Orta derece	Uygun	Uygun
İndüksiyon	Orta	Orta	En uygun	Düşük verim	Uygun	Uygun

### 3.7.5. Reküperasyon Uygulanıp Uygulanmamasına Karar Verilmesi

Reküperasyon, her zaman önerilen bir uygulama değildir. Reküperasyon uygulanıp uygulanmayacağı dikkatlice düşünülmelidir. Reküperasyon, genelde çok miktarda artık ısı oluşan yöntemlerde kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda, ortaya çıkan ısı enerjisinin yarısından fazlası, yakıtta oksijen sağlamak için gereken havanın veya hurdanın ön ısıtılmasında, bazen de eşanjörler aracılığıyla değerlendirilmektedir. Reküperasyon için gereken ekipmanların tesise yerleştirilmesi için yapılması gereken ilk yatırım maliyetleri bir hayli fazladır. Bakım maliyetleri de göz ardı edilemeyecek kadar çoktur.

### 3.7.6. Cürufun İşlenmesi

Cüruftaki alüminyumun geri kazanılması çoğunlukla tesis içinde yapılan bir işlem değildir. Ortaya çıkan cüruf, cüruf işleyen başka tesislere satılmaktadır. Bununla beraber, cürufun hızla soğutulup parçalandığı ve cüruf içindeki metalin %40'ının geri kazanıldığı yöntemler de uygulama alanı bulmuşlardır.

### 3.7.7. Hurdanın İşlenmesi

Hurda ikincil tesise ulaştığı zaman, her parti hurda malzeme bileşimi bakımından kontrol edilmeli ve işlenmeden önce gerek kimyasal bileşimine, gerekse fiziksel özelliklerine göre tasnif edilmelidir. Hurdanın stoklandığı bölümler, hurdanın daha fazla kirlenmesine ve değişik hurda türlerinin birbiriyle karışmasına engel olacak şekilde düzenlenmelidir. Islak hurdalar kurutulmalı, boyutları bakımından aşırı büyük parçalar ergitme ocağı boyutlarına uygun hale getirmek için parçalanmalıdır. Boyalı veya çeşitli malzemelerle kaplı alüminyum hurdaları çeşitli çevre problemlerine neden olmaması için özel fırınlarda yakılmalı ve boya veya diğer katışkılardan arındırılmalıdır. Katışkılardan arındırmak için özel fırınlarda yakılan hurdalar, mümkünse bu işlem bittikten hemen sonra

ergitme ünitesine şarj edilerek enerji tasarrufu sağlanmalıdır.

### 3.7.8. Ürün Kalitesi

Ergitilmiş alüminyum veya alaşımı, ya direkt olarak çeşitli makina parçalarının dökümünde kullanılır ya da başka bir yerde kullanılmak üzere başka potalara veya sıcak tutma haznesine alınır. Üretilen makina parçasının kalitesi, kimyasal bileşim, malzeme içindeki katışkıların miktarı, hidrojen miktarı ve tane yapısı gibi parametrelere göre şekillenecektir.

Yeni kurulacak ikincil alüminyum tesisinde bu parametrelere saptayıp kontrol edecek ekipmanların bulunması gerekir.

Günümüzün ikincil tesisleri, üretilecek ürünün maliyetini en düşük tutacak şekilde gerekli donatım ve sistemlerle entegre edilmelidir. Şimdiki ve gelecekteki beklentileri karşılamak üzere bu tesislerde yeni teknolojileri ve pazar şartlarını yakından takip edebilen nitelikli elemanlar çalışmalıdır.

## 3.8. ALÜMİNYUM HURDASININ TİCARETİ

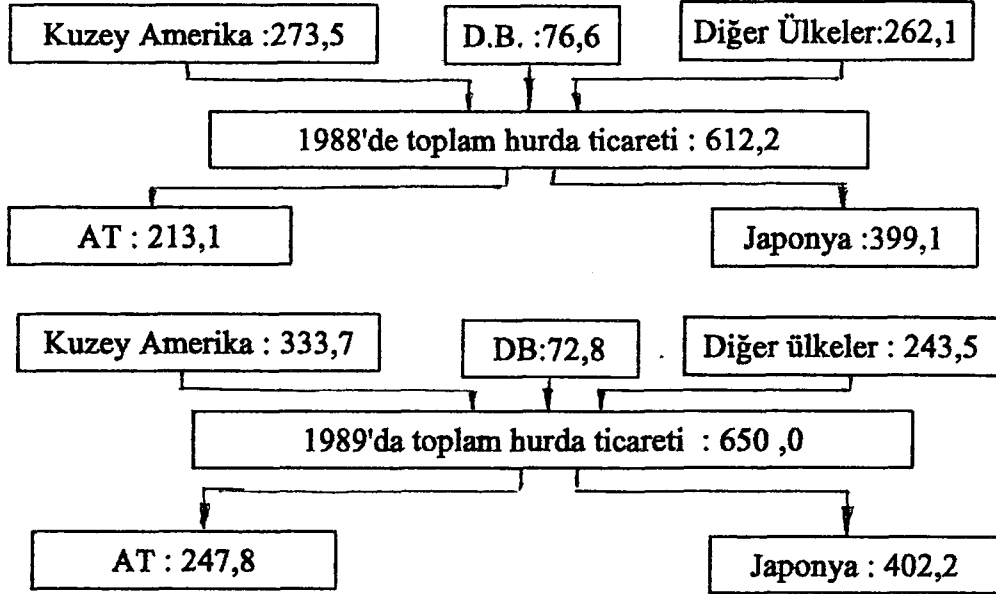
İkincil alüminyum üreticilerinin ihtiyacı olan hurda hammaddenin sağlanabilmesi amacıyla bir hurda pazarı oluşmuştur. Alüminyum üretiminde ikincil alüminyumun payı gittikçe arttığından hurdaya duyulan gereksinim de giderek artmaktadır.

Hurda fiyatı sürekli dalgalandığı için hurdayı satın alanlar ile satanlar arasındaki ticari anlaşmalar genelde kısa vadeli olmaktadır. İkincil alüminyum üreticileri bu sayede hurda fiyatlarındaki değişiklikleri ürettikleri ürünlere çok küçük zaman dilimleri içinde yansıtılabilmektedirler.

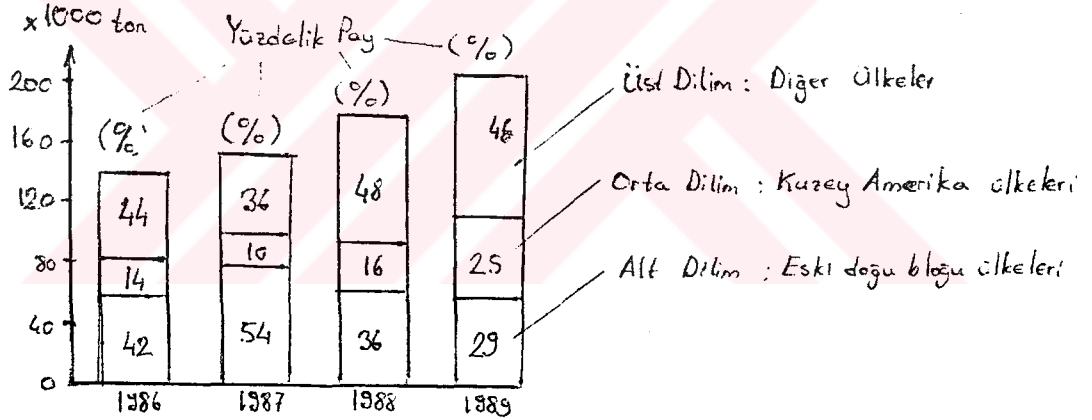
İkincil alüminyum üretimi en çok gelişmiş ülkeler ABD, Japonya ve AT ülkeleri olmuştur. ABD, hurda gereksiniminin büyük çoğunluğunu kendi kaynaklarından karşılamaktadır. Avrupa ülkeleri ve özellikle Japonya'daki hurda oluşumu, ikincil tesislerinin hurda gereksinimini karşılayamamakta, dolayısıyla bu ülkeler ABD, Kanada, eski Sovyetler Birliği ve Doğu Avrupa ülkeleri başta olmak üzere başka ülkelere alüminyum hurdası ithal etmektedirler. 1988 ve 1989'da Kuzey Amerika, eski Doğu Bloğu ülkeleri ve diğer ülkelere AT ve Japonya'ya hurda ihracatı Şekil 16'da görülmektedir.

Şekil 17'de ise 1986-1989 arasında AT ülkelerinin hurda ithal ettiği ülke gruplarının payları % olarak gösterilmiştir.

1989'da hurda arzı 1988'e göre yaklaşık %7 oranında artmıştır. Bu artışta Kuzey Amerika ülkelerinden gerçekleşen % 22 dolaylarındaki artış önemli rol oynamıştır(44). Japonya'nın 1989'daki hurda talebi bir önceki yıla göre hemen hemen aynı kalırken AT



Şekil 16 : 1988 ve 1989'da uluslararası hurda akışı (x1000 ton) (44)



Şekil 17 : AT'nin 1986-1989 arasında hurda ithal ettiği ülke grupları (44)

ülkelerinin hurda talebi gözle görülür bir şekilde artmıştır. Avrupa ülkelerinde 1989'da ikincil alüminyum üretiminin 1988'e göre 62.000 ton artması, bu ülkelerin hurda taleplerindeki artışın nedenini açıklamaktadır. Eski doğu bloğu ülkelerinden gerçekleşen hurda ihracatında 1988'e göre hafif bir düşüş görülmekle beraber bu şaşırtıcı bir sonuç olmamıştır. Çünkü eski doğu bloğu ülkelerindeki siyasi değişiklikler bu ülkelerin ekonomik durumlarını da yakından etkilemiştir. 1989'da Avrupa'da hurda arzı yıl boyunca taleple dengeli bir şekilde gerçekleşmemiştir. 1989'un ilk altı ayında hurda temininde güçlükler yaşanmış, aynı yılın ikinci yarısından sonra ise hurda arzı talebin üstünde gerçekleşmiştir. Bu durum hurda fiyatlarına da yansımış ve yılın ikinci yarısında (1989) hurda fiyatları düşüş eğilimine girmiştir. Çizelge 36'da bu düşüş rahatlıkla gözlenebilmektedir.

Hurda fiyatları ingot fiyatlarıyla %100 bağıntılı olmasa da genel hareketlenmeleri yakından izlemektedir. Avrupa ülkelerinde hurda fiyatları çoğunlukla birbiriyle uyumludur. Görülebilen küçük farklılıklar, döviz kurlarındaki değişimlerden, ödeme şartlarından ve vade farklarından kaynaklanmaktadır.



**Çizelge 36 : Almanya'da ticari hurda (döküm parça esaslı )fiyatlarının 1986-1990 yıllarındaki aylık gelişimi (DM/100 kg) (44)**

	1986	1987	1988	1989	1990
Ocak	185	155	195	280	185
Şubat	190	135	205	290	160
Mart	190	145	225	282	183
Nisan	190	150	255	267	210
Mayıs	190	155	255	282	205
Haziran	175	160	275	293	
Temmuz	165	170	285	280	
Ağustos	165	190	280	265	
Eylül	155	190	300	263	
Ekim	150	195	275	242	
Kasım	140	190	275	228	
Aralık	150	190	272	210	

Ülkemizin 1990,1991 ve 1992 (ilk altı ay) yıllarında alüminyum döküntü ve hurdalarının ihracatı ve ithalatı Çizelge 37'de gösterilmiştir.Ham alüminyum,alüminyum döküntü ve hurdaları için ülkemizde gümrük vergisi yoktur,toplam koruma ise %3'tür.Diğer alüminyum ürünlerinin ithalatı için ise % 5-10 gümrük vergisi ve %25-36 toplam koruma uygulanmaktadır (1).

**Çizelge 37 : Türkiye'nin alüminyum döküntü ve hurdaları ihracatı ve ithalatı (1,2)**

İhracat						İthalat					
1990		1991		1992(ilk 6 ay)		1990		1991		1992(ilk altı ay)	
Ton	\$	Ton	\$	Ton	\$	Ton	\$	Ton	\$	Ton	\$
359,4	48.033	15	25.495	-	-	300,8	382.792	2086,3	1.861.914	547	368.006

#### 4. DİĞER METAL HURDALARI

Alüminyum ve demir-çelik dışında insanlar tarafından yaygın olarak kullanılan diğer metallerin de istishal edilip hammadde haline getirilmesi ve hammaddenin son ürüne dönüştürülmesi sırasında veya son ürünlerin kullanım dışı kalmasıyla değişik metallerin hurdaları oluşmaktadır. Bu metallerin başlıcaları bakır, çinko, kurşun, kalay, krom, nikel, mangan, molibden, vanadyum, wolfram, altın, gümüş, platin vb. dir. Ancak bakır dışındakilerin kullanım alanları ve miktarları alüminyum ve çelikle kıyaslandığında oldukça sınırlıdır. Bunların bir kısmı alaşım elementi olarak çeliğe katılırken, bir kısmı para karşılığı ve süs eşyası olarak (değerli metaller) ve bazıları da kendi başlarına belirli endüstri kollarında kullanılır (örneğin elektronikte lehim malzemesi veya matbaacılıkta yazı kalıplarında). Bazı metallerin primer üretimleri kolay ve ucuz olduğu için ikincil üretimleri ikinci planda kalmaktadır. Az veya çok kullanılsın bütün metallerin hurdalarından geri kazanılmaları enerji tasarrufu, çevre sağlığı ve ekonomik açılardan avantaj sağlamaktadır.

Bakır, demir-çelik ve alüminyumdan sonra en çok kullanılan metaldir. Bu çalışmada ayrı bir bölüm halinde incelenecek kadar geniş kapsamlı bir kaynağa ulaşılamaması ve yeterli bilgi toplanamaması nedeniyle bakır hurdalarına çok kısa olarak değinilmek zorunda kalınmıştır. Bakırın birincil üretimi alüminyumda olduğu gibi elektroliz esasına dayanır ve çok miktarda enerji gerektirir. İkincil üretimde ergitme yöntemi kullanılırsa da bu yöntem çoğu kez ön hazırlama işlemleri ve saf bakır kullanımında beraberinde getirir.

Üretilen bakırın %50'sinden fazlası saf halde elektrik sanayisinde kullanılır. Bakır, mükemmel elektrik iletkenliği nedeniyle elektrik, telefon, telgraf tel ve kablolarında, motor, dinamo, kondansatör sargılarında ve pek çok elektrikli cihazda kullanılır. Elektrik mühendisliğinde kullanılan bakırlar katışıksız olduklarından çok kaliteli bir hurda kaynağıdır. Ancak bunların hurda olarak geri dönüş süresi göreceli olarak uzundur. Makina mühendisliğinde bakır daha çok bakır alaşımları halinde kullanılır. Bakırın kalay, alüminyum, kurşunla yaptığı alaşımlar (bronz veya tunçlar) ve çinko ile yaptığı pirinç alaşımları yatak malzemesi, burç, kovan, yoğuşma boruları, makina parçaları gibi sert ve yüksek aşınma dayanımı gerektiren alanlarda, yüksek korozyon dayanımı, mıknatıslanmama özelliği istenen alanlarda, levha, pim, soket ve süs eşyası yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bakır hurdaları içindeki yabancı elementlerin miktarları alaşımdan alaşıma değişmektedir. Örneğin piyasada sarı olarak bilinen pirinçteki çinko oranı %10-50 arasında değişebilmektedir. Bazen bakır içine birkaç element birden katılabilmektedir. Bu nedenle bakır alaşımlı hurdaların içindeki bakırın geri kazanılması çok zorlaşmakta ve çok sayıda rafinasyon ve ön hazırlık işlemlerini gerektirmekte; bunun sonucunda hurdadan geri kazanılan bakırın maliyeti artmaktadır. Yalıtkan izolasyon maddelerinden ayrıldıktan

sonra çok temiz bir hurda kaynağı olan kablo veya tel hurdaları, saf olmayan hurdalardan ayrı olarak stoklanmalı ve taşınmalıdır. Hurda bakır alaşımlarının yeniden değerlendirilmesinde önerilebilecek en uygun yol bu hurdaların aynı amaçlı malzemelerin üretiminde kullanılmasıdır; sözgelimi %20 çinko ve %80 bakır içeren alaşımlı bakır hurdasının, yine %20 çinko ve %80 bakır içeren alaşımın üretilmesinde kullanılması en verimli yeniden değerlendirme yöntemidir. Teorik olarak teklif ettiğimiz bu düşüncenin uygulamada gerçekleşmesi çok iyi hurda tasnifinin başarılmasına bağlıdır. Halen bakırdan mamül üretimi sırasında oluşan hurdalar (işlem hurdaları) yüksek oranda geri kazanılmaktadır. Bakır ve alaşımlarının talaşlı imalatla işlenmesi sonucu oluşan talaşların özellikle çelik talaşlarına karışmaması gerekir. Bu husus bakır talaşlarının geri kazanılması için olduğu kadar çelik üretiminde bakırın yol açabileceği olumsuzlukları önlemek açısından da gereklidir. Bakır hurdalarının değerlendirilmesinde enerji tüketimi ile ilgili değerler 1.2.1.'de ele alınmıştır.

Bu bölümde, ilginç olduğu için bir metale daha değinmek istiyoruz. Değerli bir metal olan altın, işlenmesi sırasında bir miktar kayıp vermektedir. Türkiye genelinde altının işlenmesi sırasında ortaya çıkan kaybın binde beş oranında olduğu belirtilmektedir (24). Ülkemizde yılda 200 ton altın işlendiği düşünülürse her yıl yaklaşık 1 ton altının ziyan olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunun neden olduğu maddi kaybın ise 100 milyar TL civarında olduğu tahmin edilmektedir. Atölyelerde meydana gelen kayıp şu şekilde oluşmaktadır:

Merkez Bankası tarafından ithal edilen saf külçe altın atölyelere getirildikten sonra, ayarına göre bakır veya gümüşle alaşımlandırılmak için ergitilmektedir. Atölyelerde sıcaklık ayar cihazı olmadığı için 1600° C yerine daha fazla ısıtılan (bazen 2000° C'ye kadar) altının bir bölümü buharlaşarak havaya karışmaktadır. Altının ayarı yapıldıktan sonra süs eşyası yapılması için çekme ve dövme işlemleriyle inceltilmesi gerekir. Çekme ve dövme işlemleri sırasında bir miktar altın tozu ve çapağı daha uçuşup havaya karışmaktadır. En büyük kaybın ise çekilmiş altınların törpülenerek şekillendirilmesinde ortaya çıktığı belirtilmektedir. Törpülenme sırasında gözle bile zor görülen altın tozları, atölyede çalışanların üstüne bulaşmakta veya havada uçmaktadır. Atölye çalışanları el ve yüzlerini yıkarken veya elbiselerini temizlerken daha önce bulaşmış altın tozları da suyla birlikte kanalizasyona karışmakta ve ziyan olmaktadır.

Bu şekilde ortaya çıkan kayıpların azaltılması için altın işleyen tesislerin modernizasyonu gerekmektedir.

Halen özellikle kalkınmış ülkelerde recycling kavramının gelişmesine paralel olarak demir-çelik, alüminyum ve bakır hurdaları dışında kalan metal hurdalarının geri kazanılması için de çok yoğun araştırmalar yapılmakta ve değişik yöntemler denenmektedir. Metal hurdalarının geri kazanılıp yeniden değerlendirilmesi konusu

(recycling'i), son yıllarda gösterdiği büyük ilerlemelere rağmen henüz tam çözüme ulaşmamış bir konu olarak karşımızda durmaktadır. Gelişme sürecindeki ülkemizde metal ürünlerinin tüketiminin hızla artması sonucu, tüketilen ürünlerden geri kazanılabilecek malzemelerin değerlendirilmesi konusu da bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de artarak önem kazanacaktır. Genç bir sektör olan "recycling" sektöründeki gelişmeleri yakından izlemek ülkemiz açısından da gerekli görünmektedir.



## 5.METAL DIŞI MALZEMELERDE RECYCLING

Metal olmayan malzemelerin geri kazanılması çalışmaları da metal hurdalarının geri kazanılması kadar güncel bir konudur.

Camların geri kazanılması ülkemizde de uygulanan bir işlemdir.Büyük Őehirlerde belirli bölgelere konulan Şişe ve diğer cam ların toplanmasına yönelik kutularda önemli miktarda cam toplanmakta ve daha sonra geri kazanılmaktadır.Ancak bu konuda tüketicilerin daha çok bilinçlendirilmesi ve tketlenen cam ürünlerinin diğer çöplere karışmasının önlenmesi gerekmektedir.Bu sayede ülkemizde geri kazanılan cam miktarında daha yüksek oranlara eriŐebilecektir.

Kağıtların geri kazanılması ülke orman kaynaklarının korunması bakımından çok önemli olmasına rağmen ülkemizde bu konuda somut çalışmalar yapılmamaktadır.Kağıt pler çoğunlukla diğer çöplere karışmakta,ıslanmakta ve geri kazanılamamaktadır. Ülkemizde özellikle gazete kağıtları gibi belirli kağıt ürünlerinin etkin biçimde toplanabilmesi için gereken organizasyonların kurulması ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.Halen lkemizde geri kazanılan kağıt oranı gelişmiş ülkeler düzeyinde olamamaktadır.Kağıt toplama organizasyonlarının kurulması ve bilinçlendirme konusunda yapılacak yatırımlar,daha çok kağıtın geri kazanılmasını sağlayacak ve kısa zamanda kendini amorti edecektir.

Plastik malzemeler dünyada en çok tketlenen malzemeler arasında yer almaktadır.(1990'da 75,5 milyon ton) (21,22).Plastiklerin geri kazanımı Şu anda termo plastiklerle sınırlı kalmaktadır.Termo setting'ler ise çöp olarak ortaya çıkmakta ve evre sağlığı açısından bir tehdit unsuru oluŐturmaktadırlar.Gelişmiş ülkelerde plastik malzemeler diğer çöplerden ayrı tutulmaktadır.Yeniden değerlendirilemeyen plastikler daha az yer kaplamaları için parçalanmakta ve bazen de çöp yakma fırınlarında yakılarak imha edilmektedir.Termo setting'lerin değerlendirilebilmesi veya en azından kullanımlarının sınırlandırılması için çalışmalar sürdürülmektedir.

Son yıllarda eski taşıt lastiklerinin değerlendirilmesi için de çalışmalar yapılmaktadır.Almanya'da bu lastiklerden bir kısmının dış yüzeyleri yenilenmekte (retreading) (yaklaşık 1/5'i),bir kısmı kauçuk esaslı malzemelerin üretilmesinde hammadde olarak kullanılmakta ve diğer bir bölümü de (yaklaşık 1/3') imento endüstrisinde yakıt olarak kullanılmaktadır (35).Geri kalanlar ise özel çöp sahalarında toplanmaktadır.Son zamanlarda bu lastiklerin yakılıp enerji üretiminde kullanılmaları gündeme gelmiştir ve yine Almanya'da bu tür tesislerin fizibilite çalışmalarına başlanmıştır.

Bazı rnler bünyelerinde çok çeşitli malzemeleri içermektedir.örneğin elektronik hurdalarında (televizyon,monitör,telefon,bilgisayar ve parçalarının hurdası vb.); plastik, cam,demir ve demir dışı metaller bir arada bulunmaktadır.Almanya'da her yıl ortaya çıkan

yaklaşık 800.000 ton elektronik hurdası parçalanıp bileşenlerine ayrılmakta ve daha sonra herbir bileşen ilgili endüstrilere gönderilerek geri kazanılmakta,yeniden değerlendirilemeyenler ise yakılarak veya yakılmadan belirli alanlarda toplanmaktadır (41).

Bu bölümde belirtilenlerden anlaşılacağı gibi,metal dışı malzemelerin hurdalarının değerlendirilmesi için de yoğun çaba harcanmaktadır.Sonuç olarak ülkemizde de recycle edebilen her ürünün değerlendirilmesi; çevre sağlığının korunması, yeni iş sahalarının açılması,ekonomik ve teknik bakış açılarından ülkemiz yararına olacaktır.



## 6.SONUÇLAR

### 6.1. GENEL SONUÇLAR

Bu alt bölümde ilk olarak metal hurdalarının değerlendirilmesinin önemi ve bunların en iyi şekilde değerlendirilmesiyle ekonomiye sağlanan olumlu katkılar özetlenmiştir:

- 1) Primer enerjiler; yani hammaddelerin doğal kaynaklarından (cevherlerinden) elde edilmeleri için gereken enerjiler tasarruf edilir.
- 2) Hurdaya dayalı üretimle, birincil hammaddelere dayalı üretime göre daha az enerji tüketilir.
- 3) Enerji tasarrufu sağlandığı için, enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasıyla,
- 4) Çevre sağlığının, enerji ve hammadde kaynaklarının, kısacası doğal zenginliklerimizin korunup bizden sonraki nesillere aktarılmasıyla,
- 5) Ayrıca çöp ve atık alanlarından tasarruf ile avantaj sağlanmaktadır.
- 6) Hurda hammaddeler, maden kaynaklı hammaddelerden çoğunlukla daha ucuzdur. Bunun da ötesinde (2)'de belirttiğimiz gibi hurdaya dayalı üretim cevher kaynaklı hammaddelerle yapılan üretime göre daha az enerji gereksinimi doğurur. Hemen hemen bütün sanayi sektörlerinde ürün maliyetinin ilk iki ana girdisini hammadde ve enerji giderleri oluşturmaktadır. Hurdaya dayalı üretim yapıldığında en önemli maliyet girdileri olan hammadde ve enerji giderlerinde belirgin bir azalma sağlanmaktadır.
- 7) Ürün maliyet girdilerinin azalmasıyla ürünlerin ülke içi pazarlarda daha ucuza satılması sağlanırken, fiyat düşüklüğü nedeniyle ürünün dış pazarlarda da rekabet edebilme olanaklarını arttırmakta; dolayısıyla ülke ihracatının artmasına olumlu etki yapmaktadır.
- 8) Daha az hurda ithal edip (örneğin her yıl çelik hurdası için yüz milyonlarca \$ ödemekteyiz) bunun karşılığında daha az döviz ödeyerek,
- 9) Ülke ekonomisine yeni iş kolları ve istihdam olanakları kazandırarak,
- 10) Konuyla ilgili yan sanayinin gelişmesini sağlayarak,
- 11) Kara ve demiryolu ağıımızı güçlendirip (hatta deniz ticaret filomuz ve limanlarımızı geliştirerek) taşımacılık sektörünü geliştirerek,
- 12) Ve burada değinemediğimiz daha birçok alanda ekonomiye katkıda bulunmuş oluruz.

Yukarıda belirttiğimiz avantajlardan yararlanmanın yolu, ülke çapında oluşan metal hurdalarının en iyi şekilde değerlendirilmesinden geçmektedir. Metal hurdalarımızı en iyi şekilde değerlendirebilmek için; bunların recycle edemeyen çöplerden ayrı tutulması, toplama organizasyonlarının geliştirilmesi, düzgün olarak tasnif edilmesi, gereken yerlerde hurdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek için hurda işleme tesisle-

rinin kurulması ve son olarak hurdanın en uygun şekilde ergitilip faydalı ürünlere dönüştürülmesinin sağlanması gerekmektedir. Bunların gerçekleştirilmesi için de herşeyden önce konunun önemimin kavranması ve gerek tüketicilerin, gerekse hurda ile ilgili sektörlerde çalışanların bilinçlendirilmesi, atılması gereken ilk adımlar olmalıdır. Özellikle hurdaların toplanması konusu belirli bir disipline oturtuluncaya kadar düzenlenen çeşitli kampanyalarla (örneğin değerli bir alüminyum hurdası kaynağı olan metal içecek kutularının toplanması ve gelirlerinin hayır kurumlarına bağışlanması gibi -ki eski şişe ve kırık cam konusunda benzer bir uygulama vardır- veya düzenlenen yarışmalarla ve reklamlarla) metal hurdalarının toplanıp değerlendirilmesi konusu sürekli gündemde tutulmalıdır. Burada sunulan öneriler ilk başta bir miktar maddi yatırım yapılmasını gerektiriyorsa da bu giderler kendini çok kısa zamanda misliyle amortise edecektir.

## 6.2. HURDA OLUŞUMU VE ARZIYLA İLGİLİ SONUÇLAR

Hurda oluşumu üç ayrı grupta toplanabilir. Herbir grubun kendine özgü özellikleri vardır. Hurda oluşumu tüketilen çeliğin bir fonksiyonudur. Bir ülkede sermaye hurdası, işlem hurdası ve döner hurda oluşumunu etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

a) Sermaye hurdası oluşumunu etkileyen faktörler:

- 1) Tüketilen çelik ve çelikten mamül eşya miktarı
- 2) Tüketilen çeliğin uzun ve yassı ürüne düşen payları ve hurda olarak geri dönüş süreleri
- 3) Hurdanın toplanıp işlenebilmesi ve belirli bir maliyetin altında çelik üreten tesislere ulaştırılması olanakları.

b) İşlem hurdası oluşumunu etkileyen faktörler:

- 1) Çelik işleyen sanayinin mevcudiyeti ve kapasitesi
- 2) Çelik işleyen sektörlerin faaliyet gösterdiği alanların çeşitliliği

c) Döner hurda oluşumunu etkileyen faktörler:

- 1) Sürekli döküm uygulanma oranı
- 2) Çelikhane ve haddehanelerde döner hurda oluşumunu azaltacak diğer modern teknolojilerin uygulanması.

Bu arada ülkemizin yakın geçmişte tükettiği çelik miktarı istatistiklerinden ve çelik üretiminin yarısından fazlasının elektrik ark ocaklarıyla gerçekleştirildiğinden yola çıkarak, ülkemizin yakın gelecekte de çelik hurdası bakımından büyük ölçüde dışa bağımlı kalacağını belirtmek yerinde olur.

Ayrıca genel olarak döner hurda ve işlem hurdasının azaltılmasına, geri kazanılan sermaye hurdası miktarının ise artırılmasına gayret edilmektedir. İşlem hurdalarının azaltılması için son ürün ile yarı ürün arasındaki ağırlık (veya boyut) farkının azaltılması ge-



rektiği ve bunun da yarı ürünlerin dikkatlice seçilmesiyle az da olsa başarılacağı açıklanmıştır.

### **6.3.HURDANIN TASNIFI,FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, İŞLENMESİ VE ERGİTİLMESİ İLE İLGİLİ SONUÇLAR**

Hurda tasnifinin;hurdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre nasıl yapıldığı hakkında konu içinde geniş bilgi verilmiştir.Hurda tasnifinin çelik hurdası içindeki değerli alaşım elementlerini korumak ve üretilmesi istenen çeliğin veya makina parçasının gerektirdiği kimyasal bileşimi sağlamak bakımından önemi büyüktür.

Hurdanın fiziksel özellikleri olarak ifade ettiğimiz boyutları ve yoğunluğunun;hurdanın oksidasyon eğilimi,stoklanma ve taşınma kolaylıkları,şarj sepetlerinin doldurulması ve ergitme ocağına yüklenmesi,ergitme işleminde çıkardığı zorluklar (elektrod kırılması,kapağın kapanmaması,refrakterlerin zarar görmesi gibi) bakımlarından analizi yapılmıştır.

Benzer şekilde,hurdanın kimyasal özellikleri bakımından analizi yapılarak hurdadaki yararlı alaşım elementleri ve istenmeyen elementler saptanmalıdır.Hurda içinde istenmeyen elementler gerek kimyasal bileşim içinde,gerekse fiziksel kirlenme sonucu bulunabilir.Metal olmayan bazı elementlerin (C,P,S gibi) aşırı miktarda bulunması ekstra elektrod ve enerji tüketimine,fazladan kireçtaşı kullanımına neden olmaktadır.Ayrıca istenmeyen bazı elementler (Cu,Sn gibi) ürün kalitesini bozar.

Çalışmada hurdanın işlenmesinin;hurdanın fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve kimyasal bileşimindeki yabancı maddelerden ayrıştırılması (temizlenmesi) amaçlarına yönelik olduğu vurgulandıktan sonra hurda işleme makinaları ve yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.Ayrıca önemli bir hurda kaynağı olan eski otoların işlenmesi konusuna ayrıntılı olarak değinilmiştir.Bu arada özellikle sermaye hurdalarının arasına yanıcı ve patlayıcı maddelerin karışabileceği ve bunların tehlikeli iş kazalarına neden olabileceği belirtilmiş,bu kazaların önlenmesi için gereken tedbirlerin alınmasında herhangi bir ihmal yapılmaması gerektiği vurgulanmıştır.

### **6.4.HURDA TİCARETİ,FİYATININ OLUŞUMU VE SÜNGER DEMİR İLE İLGİLİ SONUÇLAR**

Hurda taşınabilen ve stoklanabilen bir hammadde olduğundan ticarete konu olmaktadır.

Dünya hurda ticareti üç önemli akış çizgisine sahiptir; ABD'den Uzakdoğu'ya, ABD'den Avrupa'ya ve Avrupa içindeki akışlar.1988 yılı itibarıyla ülkemizin gereksinimi olan çe-

lik hurdasının geniş ölçüde ABD'den ithal edildiği,fakat hurda bakımından Türkiye gibi dışa bağımlı olan İtalya ve İspanya'nın hurda ithalini daha çok İngiltere, Fransa ve Almanya'dan gerçekleştirdiğini görmekteyiz.Bu durumda İtalya ve İspanya hurdayı kendilerine daha yakın kaynaklardan sağlamak ve nakliye giderlerini de göreceli olarak düşük düzeyde tutabilmektedirler.Ülkemiz de hurda talebini daha yakın kaynaklardan (örneğin bazı Siemens Martin ocaklarının kapanmasıyla bir hurda arzı fazlalığı olması beklenen Rusya ve eski doğu bloğu ülkelerinden) karşılayabilirse,nakliye giderleri kısmen de olsa azaltılabilir.

Hurda fiyatının oluşumu konusunda yapılan açıklamalar derinlemesine analiz edilerek sonuçları oldukça ayrıntılı özgün bir çizelgede toplanmıştır(Çizelge 25).

Ayrıca yine özgün bir çizelgede hurda ve sünger demir birbiriyle 21 farklı bakış açısından karşılaştırılmıştır (Çizelge 30).

## 6.5 ÇELİK DIŞI MALZEMELER İÇİN SONUÇLAR

Alüminyumun recycle edebilen ve kullanımı giderek artan bir malzeme olduğu vurgulanarak konu içinde alüminyum hurda kaynakları ile ilgili bilgi verilmiştir.Bakır ve alaşımlarının da hurdasından geri kazanılmasının önemine değinilmiştir.Ülkemizde altının işlenmesi sırasında ortaya çıkan kayıpların altın işleyen tesislerin modernizasyonu ile kısmen azaltılabileceği belirtilmiştir.

Ayrıca metal dışı malzemelerin (kağıt,cam,plastik,yıpranmış taşıt lastiği,elektronik hurdaları) hurdalarından geri kazanılmasının önemi de vurgulanmıştır.

**EK : 1**

20 Mart 1971 tarih ve 7/2156 sayılı Bakanlar Kurulu Kararnamesine göre M.K.E. Kurumuna satış yoluyla devredilecek hurda malzemenin Sanayi ve Ticaret bakanlığınca 28 Mayıs 1971 tarih ve 10163 sayılı yazıları ile açıklanmış bulunan hurda tarifidir:

1. İmal sırasında tahsisi yapılamıyacak şekilde bozulan ve başka maksatla kullanma imkanı olmayan iktisadi kıymetler,
2. İmal sırasında elde edilen kırpıntı,döküntü gibi esas gayesinde kullanılması imkanı kalmayan malzeme artık ve parçaları,
3. Tedarik maksat ve gayesine uygun şekilde kullanılması imkanı kalmayan her çeşit malzeme,parça,makina,tezgah,aparât,tesisat, araç ve gereçlerden:
  - 3.1.Giderilmesi mümkün veya iktisadi olmayan arızalar dolayısıyla kullanma kabiliyetleri kalmayanlar,
  - 3.2.Normal çalışma süresini doldurması nedeniyle kullanılması imkanı kalmayan veya kullanılması ekonomik bulunmayan veya kullanılmasında tehlike olanlar,
  - 3.3.Teknik ve teknolojinin gelişmesi karşısında tip,kapasite ve mahiyetleri itibarıyla kullanılışından ekonomik fayda temin edilmesi mümkün olmayanlar,
  - 3.4. Muhafaza sürelerinin sona ermesi ve miadını doldurması veya mahafaza şartlarının aksaması hesabıyla kullanma imkanı kalmayan veya kullanılışından iktisadi fayda elde edilmesi mümkün olmayanlar,
  - 3.5. Kullanılması men olupta imhası cihetine gidilecek olanlar hurdadır.
4. Maden hurdası: Bunlardan bir veya birden ziyade maden veya madeni halitalardan mamul olanları veya yapıları itibarıyla madeni aksamı çok bulunanlar maden hurdasıdır.

**KAYNAKÇA**

- 1 ) Alüminyum,Sayı 12,Alüminyum Sanayicileri ve İşadamları Derneği,İstanbul,1992
- 2 ) Alüminyum,Sayı 13,Sf.5,11,12,24,38,44,ALSİAD,İstanbul,1992
- 3 ) Avcı,A.U.,Dökümde Harmanlama Tekniği ve Metalurjik İşlemler,Sf.6-16,İstanbul, 1986
- 4 ) Avcı,A.U.,Malzeme ve Enerji Tasarrufu Açısından Dökümhanelerde Metalik Hurda Kullanımının Önemi başlıklı tebliğ, Uluslararası Enerji Tasarrufu Semineri,Tüyap-Tepebaşı-İstanbul, 1992
- 5 ) Avcı,A.U.:Dökümde Enerji Tasarrufu,Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları Sayı 178,İstanbul,1984
- 6 ) Aytekin,V.,Demir Çelik Sanayiinde Hammadde Olarak Hurda Seminerinin Amacı ve Önemi başlıklı tebliğ,DÇ sanayiinde hammadde olarak hurda semineri,İTÜ Metalurji Fakültesi,1981
- 7 ) Baumgardner,L.H.;Mc Cawley,F.X.;Aluminum,U.S.Dept.of the Interior,Bureau of Mines,1985
- 8 ) Berlekamp,R.;Kreutzer,H.W.; Willeke,R.;Schrott-ein Weltweit gefragter Rohstoff für die Stahlherstellung,Stahl u.Eisen 109 Nr.22,Sf.51-57,1989
- 9 ) Burkin,A.R.,Production of Aluminium and Alumina,Sf.210-213,The Society of Chemical Industry,London,1987
- 10 ) Cavic,A.;Nedeljkovic,L.;Simovic,D.;Methodology of quantitative estimate of iron and steel scrap arisings ,Ironmaking and Steelmaking, Vol 18 No.1,Sf 59-66,The Institute of Metals,1991
- 11 ) Çamdalı,Ü.,Türk ve Dünya Çelik Endüstrilerinin Karşılaştırmalı Analizi (Tez),Sf. 89, 111,117,118,121,137,147-151;İTÜ,1988
- 12 ) Çiçekdağ,S.,İthal Hurda Sorunları ve Öneriler başlıklı tebliğ,DÇ Sanayiinde hammadde olarak hurda semineri, İTÜ Metalurji Fakültesi,1981
- 13 ) DÇÜD Aylık Rapor Şubat-Mart 1992,Sf. 3,5,14,19, DÇÜD, Ankara, 1992
- 14 ) DÇÜD Aylık Rapor Temmuz-Ağustos 1992,DÇÜD,Ankara,1992
- 15 ) Demir Çelik Komisyonu Taslak Raporu,TMMOB Metalurji Müh.Odası,1990
- 16 ) Demir Çelik Sanayii;Sf. 8,9,26-31,42,43;Emlak Bankası Eğitim Yayınları,1990
- 17 ) Demir Çelik Sanayi Yönlendirme Plan Çalışmaları,Sf.42,62,173,174 Sanayi ve Ticaret Bakanlığı,1987
- 18 ) Dikeç,F.,Demir Çelik Sanayiinde Hammadde olarak Hurda başlıklı tebliğ,DÇ Sanayiinde Hammadde Olarak Hurda Semineri,İTÜ Metalurji Fakültesi,1981

- 19 ) Dikeç,F.;Aydın,S.,Taptık,Y.;Dünya ve Türkiye Demir Çelik Sanayiinde Hurdanın Yeri ve Önemi,6.Metalurji Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı Cilt 2,Sf.728-743, TMMOB,Ankara,1990
- 20 ) Friend,E.W.; Mc Cormick,W.H.;Jameson,A.C.;Stricker,D.M.; Engineering Considerations for the Design of New Alüminium Recycling Facilities,Int.Symp.On Recycle and Secondary Recovery of Metals,Sf.458-462,Michigan,1991
- 21 ) Giesserei 80 Nr 2,Sf.38-41,1993
- 22 ) Giesserei 80 Nr 3,1993
- 23 ) HDTM ve DÇÜD verileri,1991
- 24 ) Hürriyet Gazetesi,15-10-1992 tarihli Sayısı,Altının işlenmesi sonucu oluşan kayıplarla ilgili yazı
- 25 ) Iron and Steel Industry of Turkey; Sf 12-16,22,23; İGEME,Ankara,1987
- 26 ) Ironmaking and Steelmaking,Vol.19 No.2,Sf 92,The Institute of Metals,1992
- 27 ) Iron and Steel Engineer,Vol.68 No.1,Association of Iron and Steel Engineers (AISE),1991
- 28 ) İstanbul Demir ve Demir Dışı Metaller İhracatçıları Birliği 1991 Yılı Çalışma Raporu,İstanbul,1992
- 29 ) İzgiz,S.,Çelik Sanayiinde Hammadde Olarak Hurda ve Kullanımı başlıklı tebliğ,DÇ Sanayiinde Hammadde Olarak Hurda Semineri,İTÜ Metalurji Fakültesi,1981
- 30 ) Jochem,H.O.,Experience With Tilting Melting Furnaces Incorporating Recuperation and Charge Preheating,Int.Symp.On Recycle and Secondary Recovery of Metals,Sf. 824-831,Michigan,1991
- 31 ) Kabukçu,S.; Alüminyum Sanayiinde Hurda Malzemelerin Toplanması Organizasyonu,Tasnifi,İşlenmesi,Geri Kazanımının Ekonomik Önemi;5.Metalurji Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı Cilt 2, Sf 658-665,TMMOB,Ankara,1988
- 32 ) Dünyada ve Türkiye'de Alüminyum,Türkiye Alüminyum Sanayicileri Derneği (TALSAD) tarafından hazırlanmış bir kitapçık,1993
- 33 ) Kreutzer,H.W.,Schrottenfall und Schrottverbrauch für die Eisen und Stahlherstellung in der Welt,Stahl u.Eisen 112 Nr.5,Sf.65-69,1992
- 34 ) Lindemann firmasının hurda işleme makinaları ile ilgili tanıtım katalogları (İngilizce, toplam 7 adet)
- 35 ) Lurgi AG Annual Review 1992, Sf.41-45,1992(bir Alman firması olan Lurgi'nin faaliyet alanlarını tanıtan bir yayın)
- 36 ) Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu Hurda İşletmesi Müdürlüğü'nden temin edilen yazılı bilgi ve Resmi Gazetenin 13801 sayılı nüshası,MKE,Ankara,1992
- 37 ) Milliyet Gazetesi 8-4-1993 tarihli sayısı,ekonomi sayfası
- 38 ) Moore,C.;Marshall,R.I.;Steelmaking,The Institute of Metals,1991

- 39 ) Muter,Ş.,2.Ulusal Alüminyum Sanayi Kongresi Bildiriler Kitabı,Sf 295-308,1984
- 40 ) Noell firmasından sağlanan "otomobil recycling" üzerine teknik döküman
- 41 ) Noell firmasından sağlanan "processing of electronic scrap"adlı broşür (Noell Abfall-Und Energietechnik GMBH,Almanya)
- 42 ) Rawnsley,D.A.; Crepau,A.; Marcil,F.;Shredded Scrap At the Home Smelter, Int. Symp.On Recycle and Secondary Recovery of Metals,Sf. 564-571,Michigan,1991
- 43 ) Scrap-a raw material in worldwide demand for steelmaking,Ironmaking and Steelmaking,Vol:17 No:2,Sf 83-88,The Institute of Metals,1990
- 44 ) Secondary Aluminium in Europe,Japan and the USA 89-90;Sf 7-15,21, 23-31,37; Organizations of European Aluminium Smelters (OEA),1990
- 45 ) Stahl u.Eisen 111 Nr.8,1991
- 46 ) Stahl u. Eisen 112 Nr.8,1992
- 47 ) Stahl u.Eisen 112 Nr.12,1992
- 48 ) Taptık,Y.; Aydın,S.; Recycling olgusu,gerekliliği,uygulama ilkeleri ve ekonomiye katkısı başlıklı makale,Metalurji Dergisi 76,Sf.32-40
- 49 ) TDCİ Faaliyet Raporu,Sf 3-5,20-22;1990
- 50 ) The Electric Arc Furnace; Sf.9.1-9.16,9.42-9.50; IISI Committee on Technology, Brussels,1983
- 51 ) The Making,Shaping and Treating of Steel;Sf.339,340,632-634;10th Edition,USS (United States Steel),Association of Iron and Steel Engineers(AISE),1985
- 52 ) Türkiye İstatistik Yıllığı 1990,Sf.255-257,295; TC Başbakanlık DİE,Ankara,1992
- 53 ) World Steel in figures-1991,Iron and Steel Engineer,Vol.68 No.9,Sf 38,39; Association of Iron and Steel Engineers (AISE),1991
- 54 ) Yeniçeri,M.,Yüksek Fırın İşletmeciliğinde Demir Cevheri,Sf 212-222, TDCİ Eğitim Yayınları,Ankara,1991
- 55 ) 1.Sanayi Şurası Demir Çelik Sanayi Raporu,Sanayi ve Ticaret Bakanlığı,1987
- 56) 1991 Sanayi Kongresi Demir Çelik Sektör Raporu,Sf 1-17,TMMOB Metalurji Müh. Odası,Ankara,1991

## ÖZGEÇMİŞ

Ben,Hakan Amaç,1970 yılında İstanbul'da doğdum.1976'da İst.Çapa İlkokulu'nda başladığım öğrenimime 1981'de kayıt olduğum İst.Fındıkzade Ortaokulu ve 1984'de kayıt olduğum İst.Şehremini Lisesi'nde devam ettim.

1987 ÖYS sonucunda Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde okumaya hak kazandım.Stajlarımı çelik ve dökme demir parça döküm,kütük döküm ve çelik haddeme konusunda faaliyet gösteren çeşitli tesislerde yaptım.Bu tesislerde ergitme ocağı tipleri,döküm prosesleri ve çeşitli imalat yöntemleri üzerine edindiğim bilgiler bu çalışmam için iyi bir temel oluşturdu.Ayrıca asansör projelendirmesi,taşlama teknolojisinin incelenmesi ve Zonguldak taşkömürü madenlerinde çalışan lokomotiflerin krank millerinin kırılma problemleri ve projelendirilmesi üzerine projeler yaptım. Bölümümü 1991'de 257 öğrenci arasında 11. sırada bitirerek makina mühendisi olarak mezun oldum.

Eylül 1991'deki sınavlarda başarılı olarak Yıldız Teknik Üniversitesi,Fen B.E. Makina Müh.Anabilim Dalı'na bağlı Makina Malzemesi ve İmalat Teknolojisi Bilim Dalı'na yüksek lisans öğrencisi olarak kabul edildim.Ekim 1992'de tezimi yürüten öğretmenimin önerisiyle ilgi duyduğum ve severek yaptığım metal hurdalarının değerlendirilmesi konusundaki master tezime başladım ve 1993 Haziran'ında bitirdim.

İyi derecede İngilizce bilmekteyim.Mezun olduktan sonra askerlik görevimi bitirmeyi ve daha sonra olanak bulduğum takdirde tezim ile ilgili bir sektörde çalışmayı istiyorum.