

BAZI DEMİR CEVHERLERİNİN NİTELİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

UPGRADING SCHEMES FOR SOME IRON ORES

S. ATAK

A. ALTAŞ

N.ACARKAN

M.S. ÇELİK

İTÜ .Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, Ayazağa,80626 İstanbul

ÖZETTürkiye'de üretilen demir cevherleri ya olduğu gibi ya da ithal edilen cevherlerle karıştırılarak yüksek fırında kullanılmaktadır. Demir cevherlerimizdeki safsızlıkların olumsuz etkilerini gidermek amacıyla Doğu Bölgesi demir cevherleri üzerinde zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Menteş, Çetinkaya, Otlukilise, Bizmişen ve Taşlıktepe yörelerinden alınan temsili numunelere yaş ve kuru eleme, aktararak ve dağıtarak zenginleştirme ve özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, basit zenginleştirme işlemleri Ue cevherlerin Fe içeriklerinde % 2-5 oranında artma olacağı, Al₂O₃, SiO₂ ve alkaliler gibi safsızlıkların ise istenilen düzeylerin altına indirilebileceği belirlenmiştir.

ABSTRACT:The iron ores mined out in Turkey are utilized either alone or blended with imported ores to satisfy the smelting requirements. Upgrading experiments have been conducted on the Eastern Region iron ores to eliminate impurities and upgrade iron values. The ores collected from Menteş, Çetinkaya, Otlukilise, Bizmişen and Taşlıktepe have been subjected to various beneficiation techniques such as dry and wet screening, tumbling and gravity separation. The results reveal that the iron content is upgraded by 2 to 5 %, while the level of impurities such as Al₂O₃, SiO₂ and the alkalinity are reduced below the limiting values.

1. GİRİŞ

Divriği demir cevheri dışında Türkiye demir cevherleri ya olduğu gibi veya ithal edilen cevherlerle karıştırılarak yüksek fırınlarda kullanılmaktadır. Bazı cevherler kuru eleme ile parça ve toz cevher olarak ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Genellikle % 53-60 oranında demir içeren bu cevherlerin bünyesinde bulunan alkaliler, alumina ve silis gibi safsızlıklar; özellikle çelik üretiminde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu çalışmanın amacı, basit zenginleştirme yöntemleri ile demir cevherlerinin demir içeriklerini yükseltmek ve mevcut safsızlıkların mümkün mertebe azaltılmasıdır.

Bu çalışmada; Menteş, Çetinkaya, Otlukilise, Bizmişen ve Taşlıktepe yörelerinden alınan numunelerden doğrudan yüksek fırın (-30+8 mm) ve sinter tesisine (-8 mm) beslenebilecek nitelikte ürünler elde etmek amacıyla zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Cevherlerin demir içeriklerinin yükseltilmesi ve safsızlıklarının uzaklaştırılması amacı ile boyutu 30 mm altına indirilen numuneler üzerinde yaş ve kuru eleme, mekanik dağıtma

sonrası şlam ayırma ve özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme deneyleri yapılmıştır.

Doğal olarak, demir içeriği yükseltilmiş ve safsızlıkların istenilen düzeylerin altına indirilmiş demir cevherlerinin demir-çelik üretiminde kullanılmasıyla; masraflar azalacak, tesislerin kapasitelerinde yükselme sağlanacaktır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Cevherler ve Özellikleri

Çalışmalar; Menteş, Çetinkaya, Otlukilise, Bizmişen ve Taşlıktepe yörelerine ait cevher stoklarından temsili bir şekilde alınan numuneler üzerinde yürütülmüştür. Numunelerin Kimyasal özellikleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Beş yöreden alınan numuneler üzerinde yapılan mineralojik etüdlere sonucunda, bütün cevherlerde demirin çoğunlukla hematit minerali halinde olduğu anlaşılmıştır. Demir mineralleri olarak hematit dışında limonit, yer yer götit, lepidokrasit, manyetit ve siderit bulunmaktadır.Çeşitli cevherlerde yantaşı

oluşturan mineraller farklılıklar sergilerken, Otlukilise ve Çetinkaya cevherinde limonitli killer, diğerlerinde kalsit, kuvars ve serisit gibi mineraller ağırlıklı olarak görülmektedir.

Çizelge 1. Deneylerde Kullanılan Numunelerin Kimyasal özellikleri.

Analiz	Menteş	Çetinkaya	Otlukilise	Bizmişen	Taşlıktepe
Fe	57.14	54.96	53.35	60.78	59.63
SiO ₂	6.20	7.96	6.99	6.37	4.80
Al ₂ O ₃	0.72	1.88	1.63	1.75	1.12
CaO	0.69	2.87	1.21	0.48	2.70
MgO	0.37	0.56	0.29	0.50	0.45
P	0.021	0.17	0.046	Eser	0.058
Na ₂ O	0.013	0.026	0.038	0.029	0.012
K ₂ O	0.14	0.54	0.31	0.010	0.20
TiO ₂	0.033	0.25	0.091	0.050	0.051
As	0.012	0.033	0.10	0.010	0.030

2.2. Laboratuvar Donanımı

Eleme Deneylerinde, çeşitli elek açıklığındaki deney elekleri; dağıtma deneylerinde 60 cm çapındaki aktarma tamburu ile 1.5 lt hacimli mekanik dağıtıcı; özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme deneylerinde ise üç kompartımanlı, pistonlu tipte laboratuvar jigi kullanılmıştır. Ayrıca, laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar 200 kg/saat kapasiteli pilot tesiste denetlenmiştir.

2.3. Yöntem

Beş tür cevherden -30+8 mm boyut aralığında yüksek fırına beslenecek parça cevher ve -8 mm boyutunda sinterlik toz ürün elde edilmesi hedeflendiğinden, bütün cevherler 30 mm'nin altına kırılmıştır. Birinci aşama deneylerde, boyutu 30 mm altında olan cevherlere kuru ve yaş eleme uygulanarak, boyuta göre sınıflandırmanın zenginleştirmeye ve safsızlıkların giderilmesine etkileri araştırılmıştır. İkinci aşamada, -30+8 mm boyut aralığındaki cevherlere aktararak dağıtma; -8 mm boyutundaki ürünlere de karıştırarak dağıtma (attrition scrubbing) uygulanmıştır. Aktararak dağıtma deneyleri 15 dak. süre ile % 60 katı oranında; karıştırarak dağıtma deneyleri 5 dak. süre ile % 60 katı oranında yapılmış; daha sonra dağıtılmış cevherlere eleme ve şlam uzaklaştırma işlemleri uygulanmıştır.

Özgül ağırlık farkına göre yapılan zenginleştirme deneylerinde jig kullanılmıştır. Fakat -30+8 mm boyut aralığında laboratuvar tipi jigle yapılan deneylerde, uygulanan pülsasyon genliği ile iri parçaların kaldırılmadığı ve özgül ağırlığa göre bir

tabakalaşmanın olmadığı görülmüştür. Bunun üzerine; farklı görünüşteki parçaların seçilerek ayrılması ve elde edilen ürünlerin yoğunluklarının saptanması ile bu boyutta jigün uygulanabilirliği araştırılmıştır. -8 mm boyutundaki cevherlere ise jig ile zenginleştirme uygulanarak, konsantre, araürün ve artık halinde ürünlerin alınmasına çalışılmıştır. (Mertins, 1990)

3. DENEY SONUÇLARI

Uygulanan zenginleştirme yöntemlerinin her birinin sonuçları aşağıda ayrı alt bölümler halinde verilmiştir.

3.1. Boyuta Göre Sınıflandırma Deneyleri

Yapılan kuru eleme deneylerinin sonuçları Çizelge 2'de, yaş eleme deneylerinin sonuçları Çizelge 3'te, dağıtma ve bunun izleyen boyuta göre ayırma deneylerinin sonuçları Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir.

Çizelge 2. Kuru Eleme Deneylerinin Sonuçları.

Cevher Tipi	Boyut mm	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	-30+8	60.0	58.35	61.6
	-8	40.0	54.47	38.4
	Toplam	100.0	56.80	100.0
Çetinkaya	-30+8	53.9	57.02	56.2
	-8	46.1	51.89	43.8
	Toplam	100.0	54.66	100.0
Otlukilise	-30+8	51.1	55.77	53.2
	-8	48.9	51.18	46.8
	Toplam	100.0	53.53	100.0
Bizmişen	-30+8	64.0	63.90	66.3
	-8	36.0	57.75	33.7
	Toplam	100.0	61.69	100.0
Taşlıktepe	-30+8	64.1	61.31	66.4
	-8	35.9	55.36	33.6
	Toplam	100.0	59.17	100.0

Eleme deneylerinin sonuçlarından da görülebileceği gibi, boyuta göre sınıflandırma ile ürünlerin Fe içeriklerinde % 2-3 düzeylerinde bir artış sağlanmıştır. Özellikle yaş eleme ve ince boyutlu malzemenin şlam olarak ayrılması daha etkili olmuş, sinterlik ürünlerin Fe içerikleri de yükselmiştir. Buna karşın cevherlerden % 8 dolayında şlam denilebilecek (-0.074 mm) düşük demir içerikli (% 40 Fe civarında) bir artık elde edilmiş, artıktaki demir kaybı % 5-8 civarında olmuştur.

Çizelge 3. Yaş Eleme Deneylerinin Sonuçları.

Cevher Tipi	Boyut mm	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	-30+8	60.0	58.41	61.6
	-8 +0.074	31.5	56.56	31.3
	-0.074	8.5	47.90	7.1
	Toplam	100.0	56.93	100.0
Çetinkaya	-30+8	53.9	58.12	56.3
	-8 +0.074	37.6	55.04	37.3
	-0.074	8.5	42.18	6.4
	Toplam	100.0	55.61	100.0
Otlukilise	-30+8	51.1	55.56	53.2
	-8 +0.074	39.7	53.68	40.0
	-0.074	9.2	39.45	6.8
	Toplam	100.0	53.33	100.0
Bizmişen	-30+8	60.0	63.51	61.4
	-8 +0.074	31.2	60.78	30.6
	-0.074	9.8	50.74	8.0
	Toplam	100.0	62.04	100.0
Taşlıktepe	-30+8	60.0	61.27	62.5
	-8 +0.074	33.0	57.56	32.3
	-0.074	7.0	44.23	5.2
	Toplam	100.0	58.85	100.0

Çizelge 4. Parça (-30+8 mm) Cevherler için Aktararak Dağıtma Deney Sonuçları.

Cevher Tipi	Boyut mm	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	-30+8	60.2	59.53	61.8
	-8	16.9	58.39	17.0
	Şlam	22.9	53.59	21.2
	Toplam	100.0	57.97	100.0
Çetinkaya	-30+8	55.2	58.20	58.2
	-8	23.2	57.40	24.1
	Şlam	21.6	45.13	17.7
	Toplam	100.0	55.20	100.0
Otlukilise	-30+8	64.3	57.50	66.1
	-8	19.0	56.28	19.1
	Şlam	16.7	49.52	16.7
	Toplam	100.0	55.94	100.0
Bizmişen	-30+8	60.1	61.29	61.3
	-8	18.4	61.71	18.9
	Şlam	21.5	55.23	19.8
	Toplam	100.0	60.06	100.0
Taşlıktepe	-30+8	53.8	61.45	56.2
	-8	25.5	60.74	26.3
	Şlam	20.7	49.55	17.5
	Toplam	100.0	58.81	100.0

Çizelge 5. Toz Cevherler (-8 mm) için Mekanik Dağıtma Deney Sonuçları.

Cevher Tipi	Boyut mm	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	-8	69.6	56.04	71.4
	Şlam	30.4	51.51	28.6
	Toplam	100.0	54.66	100.0
Çetinkaya	-8	74.6	54.61	78.8
	Şlam	25.4	43.08	21.2
	Toplam	100.0	51.68	100.0
Otlukilise	-8	68.9	54.34	74.8
	Şlam	31.9	40.62	25.2
	Toplam	100.0	50.07	100.0
Bizmişen	-8	68.1	60.40	71.3
	Şlam	31.9	51.97	28.7
	Toplam	100.0	57.71	100.0

Aktararak dağıtma işlemlerinde ise, önemli bir tenor artışı sağlanamamış, buna karşılık şlamdan oluşan artıktaki demir kaybı % 15-21'e yükselmiştir.

3.2. Özgül Ağırlık Farkına Göre Zenginleştirme Deneyleri

Cevherlerin -30+8 mm ve -8 mm boyut aralıklarına uygulanan zenginleştirme deneylerinin sonuçları Çizelge 6 ve 7'de verilmiştir.

Çizelge 6. Parça (30-8 mm) Cevherlere Uygulanan Zenginleştirme Deneylerinin Sonuçları.

Cevher Tipi	Ürünler	Miktar %	Fe %	Verim %	özümlü Ağırlık
Menteş	Ayrırma Sağlanamadı				
	Toplam	100.0	58.13	100.0	
Çetinkaya	Konsantre	87.1	59.31	92.8	3.8
	Artık	12.9	31.25	7.2	2.8
	Toplam	100.0	55.69	100.0	
Otlukilise	Ayrırma Sağlanamadı				
	Toplam	100.0	56.70	100.0	
Bizmişen	Konsantre	90.9	61.64	93.7	4.0
	Artık	9.1	41.71	6.3	2.7
	Toplam	100.0	59.83	100.0	
Taşlıktepe	Konsantre	90.3	64.80	94.5	4.4
	Artık	9.7	35.37	5.5	3.2
	Toplam	100.0	61.94	100.0	

Deney sonuçlarından görüldüğü gibi, özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme deneylerinde elde edilen bazı konsantrelerin Fe içeriklerinde nispeten artış olmuştur. Bu artış toz (-8 mm) cevherlerde daha belirgindir. Menteş ve Otlukilise cevherlerinin ise mineralojik yapıları nedeniyle zenginleştirmeye uygun olmadıkları anlaşılmıştır.

Çizelge 7. Toz (-8 mm) Cevhere Uygulanan Jig ile Zenginleştirme Deneylerinin Sonuçları.

Cevher Tipi	Ürünler	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	Konsantre	92.8	58.17	93.5
	Araürün	—	—	—
	Artık	7.2	51.97	6.5
	Toplam	100.0	57.72	100.0
Çetinkaya	Konsantre	72.2	60.49	78.7
	Araürün	16.9	47.41	14.5
	Artık	10.9	34.77	6.8
	Toplam	100.0	55.48	100.0
Otlukilise	Konsantre	90.8	54.59	91.7
	Araürün	—	—	-
	Artık	9.2	48.70	8.3
	Toplam	100.0	54.05	100.0
Bizmişen	Konsantre	84.2	62.91	88.0
	Araürün	5.7	52.32	4.9
	Artık	10.1	42.14	7.1
	Toplam	100.0	60.21	100.0
Taşlıktepe	Konsantre	91.8	62.12	93.5
	Araürün	-	-	-
	Artık	8.2	47.98	6.5
	Toplam	100.0	60.96	100.0

Beş tür cevhere farklı zenginleştirme yöntemleri uygulanarak elde edilen konsantrelerin bazı kimyasal özellikleri parça (-30+8 mm) cevher için Çizelge 8'de, toz (-8 mm) ürün için Çizelge 9'da verilmiştir. Yaş eleme ve özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme sonuçları hesaben birleştirildiğinde elde edilen toplu sonuçlar Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 8. Parça (-30+8 mm) Konsantrelerin Başlıca Kimyasal özellikleri.

Eleman %	Menteş		Çetinkaya			Otlukilise	
	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	Kuru Eleme	Yaş Eleme
Fe	58.35	58.41	52.94	54.00	61.41	55.77	55.56
SiO ₂	4.35	4.05	7.27	7.47	3.57	4.50	4.17
Al ₂ O ₃	0.27	0.12	1.71	1.84	1.00	0.80	0.48
CaO	1.14	1.30	4.72	4.95	1.74	1.19	2.03
MgO	0.28	0.62	0.88	1.15	0.45	0.28	0.21
P	0.022	0.024	0.16	0.12	0.067	0.055	0.060
Na ₂ O	Eser	0.013	0.018	0.024	0.010	0.020	0.020
K ₂ O	0.026	0.045	0.40	0.35	0.14	0.11	0.012
Eleman %	Bizmişen			Taşlıktepe			
	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	
Fe	60.68	61.04	61.64	61.31	61.86	64.80	
SiO ₂	5.90	5.77	6.23	4.04	3.96	3.94	
Al ₂ O ₃	1.30	0.90	0.90	0.86	0.75	0.48	
CaO	0.95	1.00	0.49	2.02	2.12	0.61	
MgO	0.45	0.32	0.29	0.40	0.30	0.21	
F	0.037	0.040	0.036	0.017	0.071	0.050	
Na ₂ O	0.014	0.020	0.031	0.014	0.023	0.039	
K ₂ O	0.12	0.12	0.093	0.20	0.14	0.084	

Çizelge 9. Toz (-8 mm) Konsantrelerin Başlıca Kimyasal Özellikleri.

Eleman %	Menteş		Çetinkaya			Otlukilise	
	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	Kuru Eleme	Yaş Eleme
Fe	54.47	4.95	51.89	52.82	50.49	51.18	54.59
SiO ₂	9.28	9.88	0.22	9.87	4.98	9.10	5.68
Al ₂ O ₃	1.34	0.60	2.69	2.21	0.97	2.48	1.00
CaO	0.74	0.67	2.68	2.72	1.42	1.26	1.30
MgO	0.51	0.30	0.70	0.75	0.32	0.35	0.28
P	1.028	1.025	0.21	0.22	0.18	0.049	0.054
Na ₂ O	9.020	9.010	0.030	0.030	0.020	0.060	0.040
K ₂ O	0.28	0.20	0.76	0.74	0.29	0.52	0.24
Eleman %	Bizmişen			Taşlıktepe			
	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	Kuru Eleme	Yaş Eleme	Zeng.	
Fe	57.75	59.79	62.91	55.36	55.00		
SiO ₂	8.64	7.35	4.70	6.90	6.80		
Al ₂ O ₃	2.46	1.65	1.13	0.75	1.72		
CaO	0.57	0.33	0.18	3.04	3.35		
MgO	0.63	0.43	0.34	0.50	0.50		
P	0.010	0.015	0.020	0.062	0.070		
NFeO	0.050	0.060	0.020	0.035	0.045		
K ₂ O	0.061	0.10	0.040	0.31	0.31		

Çizelge 10. Yaş Eleme ve Zenginleştirme Deneyleri Toplu Sonuçları.

Cevher Tipi	Ürünler	Miktar %	Fe %	Verim %
Menteş	Parça	60.0	58.41	61.6
	Toz	29.2	58.17	29.3
	Artık	2.3	51.97	2.0
	Şlam	8.5	47.90	7.1
	Toplam	100.0	56.93	100.0
Çetinkaya	Parça	46.9	60.00	51.4
	Toz	33.5	58.01	35.5
	Artık	11.1	32.41	6.6
	Şlam	8.5	42.18	6.5
	Toplam	100.0	54.76	100.0
Otlukilise	Parça	49.8	55.56	52.2
	Toz	37.0	54.59	38.1
	Artık	4.0	37.80	2.9
	Şlam	9.2	39.45	6.8
	Toplam	100.0	53.01	100.0
Bizmişen	Parça	50.3	63.64	53.3
	Toz	31.4	62.24	32.5
	Artık	8.5	41.89	5.9
	Şlam	9.8	50.74	8.3
	Toplam	100.0	60.09	100.0
Taşlıktepe	Parça	54.2	64.80	58.2
	Toz	30.3	62.12	31.2
	Artık	8.5	39.00	5.5
	Şlam	7.0	44.23	5.1
	Toplam	100.0	60.35	100.0

