

şırnak asfaltitlerinin yıkanabilirliği ve toz kömür yıkama tesisi yatırım maliyet risk etüdü

STUDY OF WASHABILITY OF ŞIRNAK ASPHALTITE - ASSESMENT OF ADVANCED WASHING PLANT COST

Yıldırım İsmail Tosun*

Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, Şırnak

ÖZET Enerji üretim amaçlı Hakkâri ve Şırnak ilinde toplam yakıt olarak değerlendirilebilecek yaklaşık 120 milyon tonluk görünür-mümkün rezervli asfaltit yatakları bulunmaktadır. Bu çalışmada Şırnak asfaltitlerinin %42 Kül %6,7 toplam S içeren (Alt ısı değeri 4570 kal/kg) yıkanabilirlik etütleri yapıлып, ideal ileri yıkama akım şeması geliştirilerek maliyet etüdü irdelenmiştir. Bu etütlere göre yatırım maliyetleri riskleri hesaplanıp, kömürün spiral gravite yıkama ve flotasyon yöntemi ile yıkanarak buna uygun tesis kurulum koşulları irdelenmiştir. Böylece arama da dâhil olmak üzere yapılan çalışmalarda larcodem, humprey spirali, kolon flotasyonu ve flotasyon ile yıkama tesis proje tasarımı irdelenmiştir. Kapasiteye bağlı yatırım ve işletme maliyetleri ve maliyete etki eden parametrelere tanımlanmıştır. Sonuç olarak nitelikli temiz asfaltit üretimi (%25 Kül ve %4 Yanabilir S için) gerekli tesisin fizibilitesi değerlendirmiştir.

ABSTRACT In Hakkâri and Şırnak City there are valuable asphaltite reserves on possible and available total reserve of about 120 million tons for heating and energy demand. In this study, containing 42% Ash, 6.7% total S (Calorific value 4570 kcal/kg) the standard coal washability studies Şırnak asphaltite were carried out in the spirals, the flotation units and possible advanced washing plant design was developed and discussed on cost risk data. Regarding this study capital and operational cost risk were calculated, optimum plant units are proposed as larcodem or humprey spiral and column and flotation units. Regarding the proposed project capacities, the capital and operational costs the cost parameters for projected design were determined. Finally, the production of the qualified asphaltite (25% ash and 4% combustible S) are proposed in the feasibility work.

* yildirimismailtosun@gmail.com.

1 GİRİŞ

Ülkemizde enerji ihtiyacına paralel olarak doğal kaynakların değerlendirilmesi akaryakıt ithalatını azaltarak ekonomik fayda sağlayacaktır. Temel olarak enerji üretimi ithal doğalgazdan yapılmaktadır ve % 46 lık bir paya sahiptir. İthal doğal gazdan yapılan enerji üretiminden sonra ikinci sırada kömür yer almaktadır ve kömürün %26'lık bir pay ile termik santrallerde yakılmasıyla sağlanmaktadır (TKİ, 2013). Bu oranın gelecekte enerji talebine bağlı olarak daha da artacağı tahmin edilmektedir. Yılda 83 milyon tonluk toplam linyit ve kömür üretiminin kazanlarda ve endüstriyel fırınlarda ısıtma ve enerji ihtiyacı olarak değerlendirilmiştir. Kalitesiz kömürler mikronize boyutta kül mineral maddesi içermektedir (Hsieh ve Wert, 1984). Bu çalışmada Şırnak yöresinde kapatılan ocakların açılması ve üretilebilecek yüksek kalorili ancak kül oranı ve kükürt oranı yüksek asfaltitlerin yıkanması ekonomik katkısı olacağı düşünülmektedir. Şırnak asfaltitlerinin yıkanabilirlik etütleri yapıp, olası yıkama akım şeması geliştirilerek buna göre yıkama tesis yatırım ve işletme maliyetleri karşılaştırılmıştır. Fizibilite çalışmaları sonucu uygun tesis belirlenmiştir. Şırnak asfaltitleri ülkemizin Güneydoğu Anadolu bölgesinde Şırnak ve Hakkâri illerinde bulunmaktadır. 120 milyon ton görünür + mümkün rezervli Şırnak ve Hakkari asfaltitleri % 0,2-1 nem, % 37-65 kül, % 6,3-7.5 toplam kükürt % 5.5-5.7 yanan kükürt, % 60-65 uçucu madde ve 2800-5600 kcal/kg alt ısı değerine sahiptir. Şırnak asfaltit yatakları yayılı veya öbek şeklinde kaya boşluklarına sıkışma konumunda bulunmaktadır (DİKA, 2013, DPT, 2007). Avgamasya ve Karatepe filonlarında yaklaşık olarak 15 yıldır üretim yapılmaktadır. Avgamasya ve Karatepe filonları 15-25m ve 10-20 m kalınlığında öbekler şeklindedir. Ayrıca Hakkari, Uludere ilçesinde ve çevrede yayılı 1-20 m kalınlığında dağınık asfaltit öbeklerine ve tabaka damarlar bulunmaktadır.

Yan kayaç olarak yatakta kalker, şeyl, marnlı kil, marn, killi kireçtaşları yer almaktadır. Şırnak asfaltit kömürleri şeyl ile beraber yumuşak olup, kül mineral maddesi olarak mikronize boyuttada ve makro boyutta kalsit pirit ve pirotin çökeltileri asfaltit kömür ve şeyl içerisinde yaygın olarak bulunmaktadır.

1.1 Kömürün Larcodems ve Humprey Spirali ile Yıkınması

Düşük ve orta yoğunluktaki kömür türleri yıkama işleminde Larodem ayıraç yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yıkama ünitesinde tek bir Larcodem ayıraç 50 ton/saat gibi yüksek kapasitede yıkama sağlayabilmektedir. Bu ayıraç ile ağır ortam şartlarında 1-6 mm boyutlarında yüksek yanabilir randımanların sağlandığı ve kül oranlarının %15'in altına düşürülebildiği belirlenmiştir (Anonim c, 2015). Özellikle zor yıkanabilen kömürlerde mikst ürün eldesi ve bu mikstin tekrar ufalanma sonrası işlenmesini de mümkün kılmaktadır (Kemal ve Aslan, 1999, Kural, 1991).

Humprey spiralleri yüksek ve orta yoğunluktaki kömürlerin yıkanmasında ve özellikle piritik kükürtü olan kömürlerin yıkanmasında çok yaygın olarak tercih edilmektedir (Anonim a,b,c, 2015). Yüksek yoğunluktaki ve yüksek küllü kömürlerin humprey spirallerinde yıkanması esnasında belirli oranda mikst ürün miktarının arttırdığı gözlenmiştir.

1.2 Kömür Flotasyonu ile Yıkanması

Flotasyon ince boyutlu kömürlerin yıkanmasında (Jameson, 2001) en yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bazı araştırmalar kömür tane boyutunun ve yoğunluğunun, mineral dağılımının kömür flotasyonunda (Warner, 1985) önemli kinetik ve yanabilir randımanı etkilediğini belirlemiştir. Araştırmalar tane boyutu arttıkça, yanabilir randımanın hızla azaldığını göstermiştir (Schubert, 2008). Genellikle iri taneli kömürlerin flotasyonunda randıman düşer, ancak flotasyon hızı oldukça düşüktür. Tane boyutu çok büyük olduğunda, baloncuklar üzerinde yapışma olmaz. Bunun aksine, ince kömür flotasyonunda randıman yüksektir ve flotasyon kinetiği de artar (Gupta vd., 2001). Buna karşılık, orta boy kömür taneleri için flotasyon hızı tane büyüklüğüne kuvvetlice bağlıdır. Ayrıca kömür parçacıklarının etrafında oluşan kabarcık kümelerinin iri kömür tanelerini de flotasyon ile yüzdürülmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Flotasyonda boyut, katı oranının, reaktif dozajı ve reaktif türünün flotasyon başarısında etkili olduğunu belirtmiştir (Wills ve Napier-Munn, 2006, Klimpel ve Hansen, 1987, Kural, 1991).

Kömür flotasyonu üzerindeki tane büyüklüğünün yanında kül mineral maddeleri ile kenetlenme derecesi ve kül mineral madde örtülmesinin de etkili olduğu belirlenmiştir (Laskowski 2001, Erol vd., 2003). Flotasyonda uygun yıkama boyut aralığının -500 mikron olduğu gözlenmiştir. Daha iri ve ince tane kömür boyutlarında mekanik karıştırma farklı hidrodinamik etki oluşturmuştur (Jameson, 2001).

Şırnak asfaltit rezervleriyle ilgili kömürlerin standart flotasyon ile yıkanabilirlik etütlerinde asfaltitlerin petrografik yapısındaki pirit ve kil taşına bağlı, yıkanabilirliği zor kömürler olarak belirlenmiştir.

1.3 Kömür Kolon Flotasyonu ile Yıkanması

Kolon flotasyonunda mikro kabarcıklar ile çok ince kömürün yanabilir verimlerde yüzdürülebildiği belirlenmiştir (Yianatos vd., 1988,). Mikro kabarcıklardan oluşan köpük zonunda düş şeklindeki bir yıkama suyu ilavesi ile daha temiz ürün kömürün alınması mümkün olabilmektedir.(Hadler vd., 2012, Jameson 2001) Özellikle zor yıkanabilen ve şisti ile şeyli yüksek oranda bulunan kömürlerde başarılı olarak kullanılan bir yöntemdir. Tane büyüklüğü ve kömür türü kolon flotasyonu yanabilir randımanını kolaylıkla etkilemektedir. Ancak kolon ünitesinin çalışma parametreleri de özellikle köpük yüksekliği, yıkama suyu ilavesi, ve bias oranı yanabilir randımanı etkileyen çalışma parametreleri olmaktadır. (Finch ve Dobby, 1990, Yoon, 1993, Yoon, 2000).

Ayrıca köpüğün etkinliğini arttırmak için eğimli köpük zonu oluşturulmuştur. Bunun gravite etkisi ile köpüğe sürüklenmeyi azaltacağı belirtilmiştir. Bu esas ilke alan bir siklonik kolon flotasyon hücresi (S-FCMC) eğimli kanallar içeren bir köpük zonu sağlamıştır (FCMC) kömür yıkamada etkili olduğu kanıtlanmış ve yaygın olarak Çin de (Rubio, 1996) kullanılmıştır. Köpük zonundan üçüncü bir sedimente olan köpük ürünü alınmıştır(Valderrama vd., 2011).

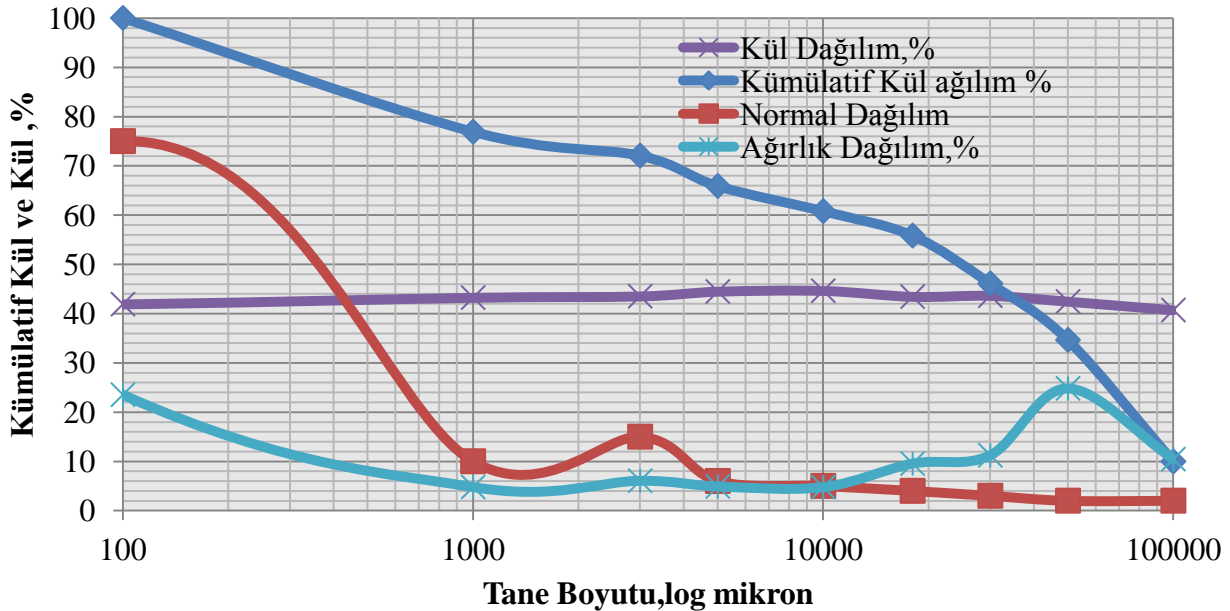
2 METOD VE PROJE ETÜD

Avgamasya filonu olarak yaklaşık % 67 asfaltit üretiminin gerçekleştirildiği kömür ocağından alınan temsili 120 kg lık numune konileme-dörtleme ile azaltılarak 18mm nin altına çekiçli kırıcı ile indirilmiştir. Fındık kömür olarak yaygın bir şekilde

endüstriyel yakıt olarak satılabilmesi için yüksek kükürlü ve küllü asfaltit kömürünün yıkanarak satışa sunulması düşünülmüştür. Optimum yıkama tesisi yapılan standart test sonuçlarıyla belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan Avgamasya filonu asfaltitinin kırma ve eleme öncesi temsili tüvanan boyut ve kül fraksiyonel dağılımı Çizelge 1 de verilmektedir. Şekil 1 de kül, kümülatif boyut ve normal boyut dağılımları tanımlanmıştır. Kül içerik iri ve orta boyutta daha yoğun olduğu, toz boyutta azaldığı gözlenmiştir. Özellikle 18 mm nin altında kümülatif kül dağılımı yaklaşık %35 oranında kalmıştır. Kül yüzdesi ise bu dağılımda %41,6 olmuştur. Kükürt içeriği ise bütün fraksiyonlarda eş dağılım göstermiştir.

Çizelge 1. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin Tane Boyutuna Bağlı Nem, Kül ve Kümülatif Kül dağılımı

Elek Açıklığı mm	Ağırlık,%	Nem,%	Kül,%	Kül içerik	Kül Dağılım,%
+ 100	10,44	1,1	40,71	425,01	9,96
+ 50	24,8	1,03	42,45	1052,76	24,67
+ 30	11,23	1,14	43,62	489,85	11,48
+ 18	9,54	1,25	43,43	414,32	9,71
+ 10	4,75	1,31	44,62	211,94	4,96
+5	4,89	1,8	44,47	217,45	5,09
+3	6,05	1,9	43,51	263,23	6,16
+1	4,78	2,1	43,23	206,63	4,84
-1	23,52	2,6	41,9	985,48	23,09
Toplam	100			4266,71	



Şekil 1. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin Tane Boyutuna Bağlı Kül Dağılım, Kümülatif Kül Dağılım ve Kül Normal Dağılımı

2.1 Şırnak Asfaltitlerinin Yıkanabilirlik Etüdlere

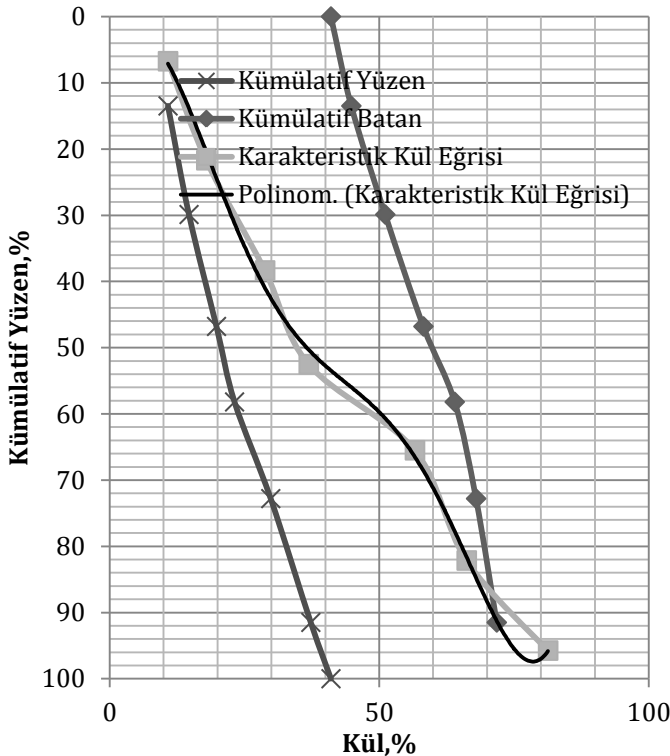
Yıkanabilirlik etütlerinde temsili -10mm boyutundaki 30 kg'lık numuneler kullanılmıştır. -18+10 ve -10+1 mm' tane fraksiyonları için ayrı ayrı yüzdürme-batırma testleri yapılmıştır. Yüzdürme-batırma testlerinde; 1.45; 1.55; 1.65; 1.70;

1.80 ve 2 gr/cm³ yoğunluklarındaki ZnCl₂ çözeltileri kullanılmıştır. -18+10 mm boyut fraksiyonunun test sonuçları benzer olduğu için bu çalışmada -10+1 mm fraksiyonunun değerleri temel alınmıştır.

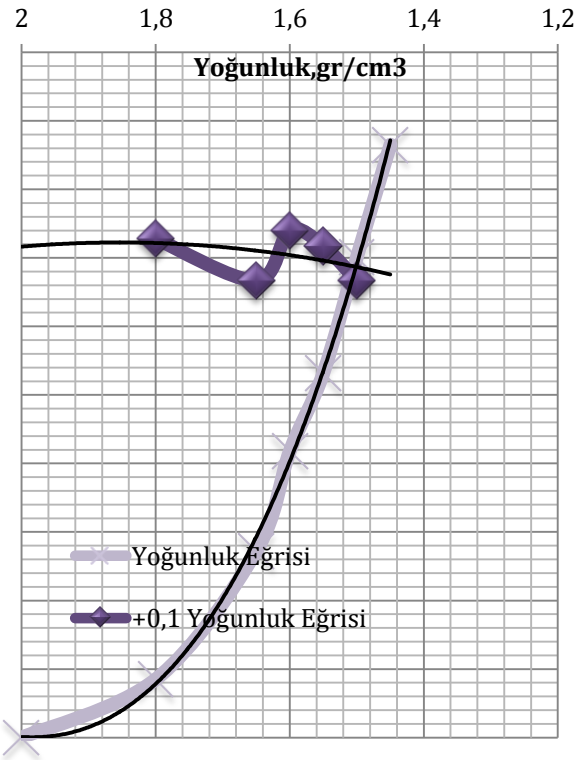
Tane sınıflarına göre yapılan yıkanabilirlik sonuçlarından; -18+10 mm ve -10+1 mm tane sınıfları için hesaplamalarla elde edilen kümülatif yıkanabilirlik test sonuçları Çizelge 2 de verilmiştir. Bu çizelgedeki verilere göre karakteristik kül eğrileri Şekil 2 de ve yıkanabilirlik eğrileri Şekil 3 de tanımlanmıştır.

Çizelge 2. Şırnak Asfaltit kömürlerinin Yüzdürme Batırma Test Sonucu; (-18+1) mm Tane Sınıfındaki Yıkanabilirlik Değerleri

Yoğunluk (g/cm ³)	Yüzene % Ağ.	Yüzene Malda % Kül	Kül İçerik.	Kümülatif % Yüzene Ağ.	Kümülatif Yüzene % Kül Ağ.	Yüzene Malda % Kül	Kümülatif % Batan Ağ.	Kümülatif % Kül Ağ.	Kümülatif % Batan Ağ.	Kümülatif % Kül Ağ.
1,45Y	13,5	10,8	145,8	13,5	145,8	10,8	100	4102,09	41,02	6,75
1,5	16,4	17,9	293,56	29,9	439,36	14,69	86,5	3875,29	44,80	21,7
1,55	16,9	28,8	486,72	46,8	926,08	19,78	70,1	3581,73	51,09	38,35
1,6	11,4	36,9	420,66	58,2	1346,74	23,13	53,2	3095,01	58,17	52,5
1,65	14,6	56,6	826,36	72,8	2173,1	29,85	41,8	2674,35	63,97	65,5
1,8	18,7	66,2	1237,94	91,5	3411,04	37,27	27,2	1847,99	67,94	82,15
1,8B	8,5	81,3	691,05	100	4102,09	41,02	8,5	610,05	71,77	95,75
Toplam	100	41,02	4102,09							



Şekil 2. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin Karakteristik Kül Eğrisi.



Şekil 3. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin Yıkanabilirlik Eğrileri.

Yüzdürme-batırma testlerinde tüvanan numunenin ağırlık olarak %56 sı temsil edilmiştir ve %23,7 küllü temiz kömür %58,2 ağırlık oranında 1,6 yoğunlukta yüzdürülebilmektedir. %29,7 küllü temiz kömür %68,2 ağırlık oranında 1,65 yoğunlukta yüzdürülebilmektedir. Bu da kömürün ağır bir yoğunluğa sahip olduğunu

tanımlar. Yoğunluk eğrilerinden 0,1 yoğunluk değişiminde %30(>%10) jig ve masa gibi gravite yıkamanın etkin olmayacağı belirlenmiştir.

3 BULGULARIN İRDELENMESİ

3.1 Kömür Humprey Spiralleri ile Yıkaması

Tüvenan numunenin -3+0,5 mm tane fraksiyonundaki yıkanabilirlik etüdü laboratuvar ölçekli spiral testleriyle saptanmıştır. Yapılan 5 adet test sonucunda temiz kömür mikst ve şeyl atık oldukça iyi sonuçlar vermiştir. -3+0.5 mm tane fraksiyonunun humprey spiral ile yıkaması sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 3 te verilmektedir.

Çizelge 3. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin -3+0.5 mm Tane Sınıfındaki Spiral Yıkama Test Değerleri (Tüvenan kömürün ağırlık olarak %26,3'ü, Toz kömürün %65,7'si)

Ürünler	Ağırlık, %	Kül, %	Kül İçerik, %	Yanabilir Kükürt, %	Kükürt İçerik, %	Yanabilir Ürün	Yanabilir Randıman
Temiz Kömür	45	28	30,80685	4,40	33,93	67,60	57,11067
Mikst	15	42	15,40342	4,90	12,59	53,10	14,95353
Şeyl Atık	40	55	53,78973	7,80	53,47	37,20	27,93579
Besleme	100	41,6	100	5,8	100	52,6	100

Tüvenan kömürün ağırlık olarak %26,3 (-3+0.5) mm boyut fraksiyonunda yıkanması sonucunda, % 57.5 kömür verimi ile % 28.4 küllü toz asfaltit olarak kazanılabileceği Çizelge 3'den görülmektedir.

3.2 Kömür Flotasyonu ile Yıkaması

1 litre Denver laboratuvar flotasyon hücresi kömür flotasyonu testleri için temiz kömür mikst ve atık ürünleri üretmek için kullanılmıştır. Testlerde 3 dk kondüsyon süresi ve 3 dk kömür, 2dk mikst için flotasyon süresi kullanılmıştır. %20 katı/ıvı oranında 1500rpm karıştırma hızında çalışılmıştır. Kömür flotasyonu testlerinde, kerosen 300 g/ton MIBC 400 g/t kondüsyonlanmıştır

Kömürün % 70.52 si % 56.28 kömür verimiyle % 24.3 küllü yıkanmış kömür olarak kazanıldığında tüvenan kömürdeki külün % 61 i artık şeyl olarak atılacaktır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin -0.5 mm Tane Sınıfındaki Kömür Flotasyonu ile Yıkama Test Değerleri. (Tüvenan kömürün ağırlık olarak %17,9'u, Toz kömürün %42,3'ü)

Ürünler	Ağırlık, %	Kül, %	Kül İçerik, %	Yanabilir Kükürt, %	Kükürt İçerik, %	Yanabilir Ürün	Yanabilir Randıman
Temiz Kömür	42	24	24,24	5,50	39,74	70,50	56,28
Mikst	18	35	15,15	5,90	18,27	59,10	20,22
Şeyl Atık	40	63	60,60	6,10	41,98	30,90	23,49
Besleme	100	41,2	100	5,8	100	53,0	100

Tüvenan kömür bazında ağırlık olarak %17,9 unu ve toz kömürün %42,3 ünü teşkil eden -0.5 mm tane boyutundaki şlam Şırnak asfaltiti flotasyon ile yıkandığı zaman yüksek yanabilir randımanlar elde edilmiştir. Bunun asfaltitin bitüm içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak şeyl ile kenetli kömür de paralel olarak temiz kömür ürün olarak alınmıştır. Testlerden elde edilen mikst ile temiz kömürün kümülatif sonuçlarından; % 76,5 yanabilir randımanla ile % 28.4 küllü toz kömür ürün olarak kazanılabileceği Çizelge 4'den görülmektedir.

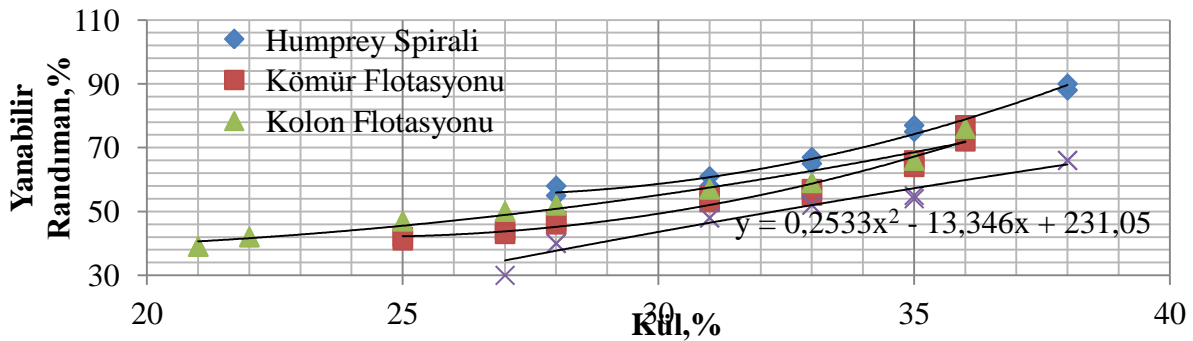
3.3 Kömür Kolon Flotasyonu ile Yıkama

Temsili -0,5 mm numuneler öğütülerek -100mikron boyutuna kontrollü indirilmiştir. 1 m yüksekliğindeki 3cm çapındaki kolon cam hücrede laboratuvar kolon flotasyon hücresi kullanılmış ve testlerde klasik flotasyonda kullanılan reaktifler kullanılarak kömürün kolon flotasyonu testleri gerçekleştirilmiştir. Kömürün kolon flotasyonu testlerinde kerosen 300 g/ton MIBC 400 g/t kondüsyonlanmıştır Köpük yüksekliği 30 cm olarak sabit tutulmuştur. Sıfır Bias oranı temiz kömür ve şeyl atık ürünleri üretmek için kullanılmıştır. Testlerde 3 dk kondüsyon süresi ve 5 dk kömür için flotasyon süresi kullanılmıştır. %20 katı/sıvı oranında 200ml/dk yıkama suyunda çalışılmıştır.

Kolon flotasyonu testleri sonuçlarından temiz kömür, şeyl atık alınmış ve kül kükürt yanabilir randıman denge dağılımı Çizelge 5'da verilmiştir. Buna göre (-100mikron) mm tane iriliğindeki Şırnak asfaltiti mikst ile temiz kömür kümülatifinde % 60.60 yanabilir randımanı ile % 24,3 küllü yıkanmış kömür olarak kazanıldığında kömürdeki külün % 64 ü şeyl atıkla atılacaktır (Şekil 4).

Çizelge 5. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin -0.1 mm Tane Sınıfındaki Kolon Flotasyonu ile Yıkama Test Değerleri (Tüvenan kömürün ağırlık olarak %10,7'si, Toz kömürün %35,2'si)

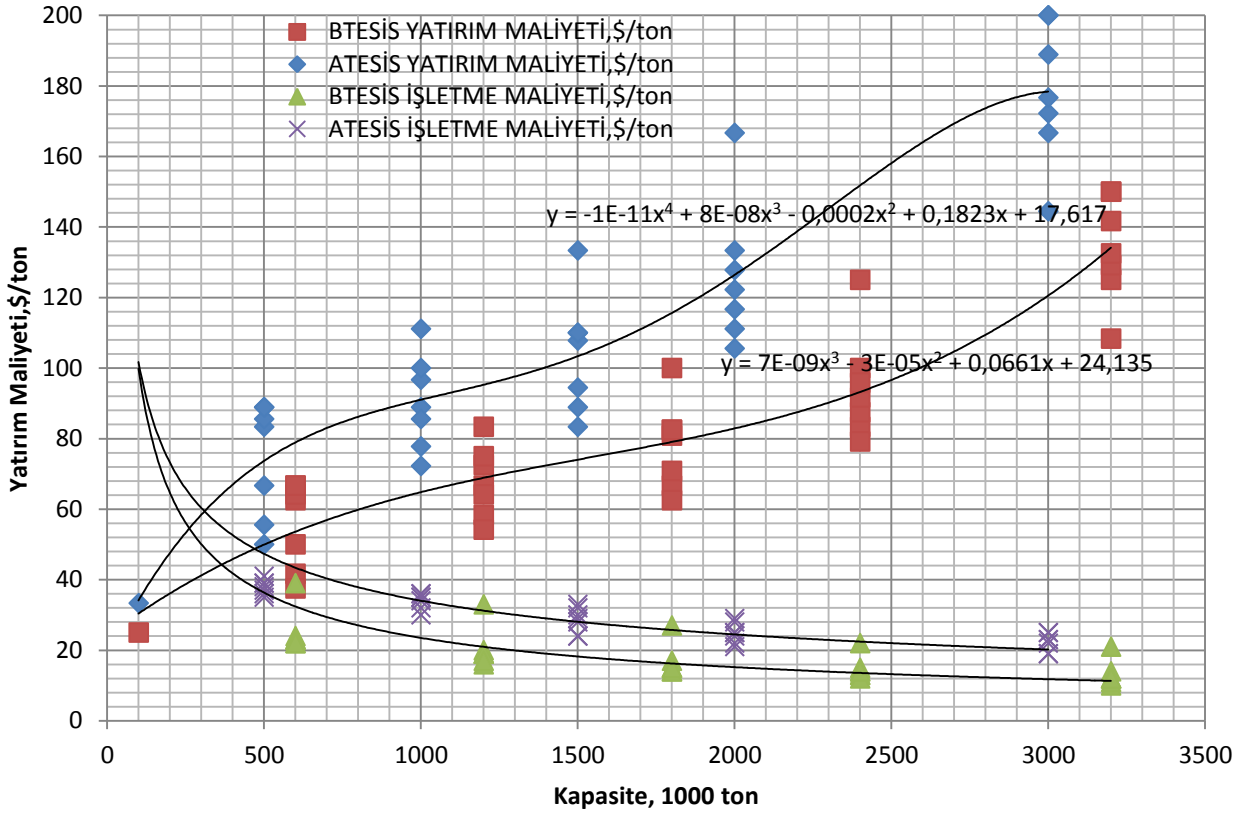
Ürünler	Ağırlık,%	Kül,%	Kül İçerik,%	Yanabilir Kükürt,%	Kükürt İçerik,%	Yanabilir Ürün	Yanabilir Randıman
Temiz Kömür	35	22	18,68	5,40	32,55	72,60	47,94
Mikst	10	27	6,55	5,60	9,64	67,40	12,71
Şeyl Atık	55	56	74,75	6,10	57,79	37,90	39,33
Besleme	100	41,2	100	5,8	100	53,0	100



Şekil 4. Şırnak Asfaltit Kömürlerinin Toz Boyutta Temiz Kömür Külüne Bağlı Yıkama Ünitesi Kömür Randıman Değerleri

Yıkama tesisinde tüvanan kömürdeki külün % 70-74 ü artık olarak atılabilecektir (Çizelge 3-4-5). Bu rezerv 1 milyon ton/yıl kapasiteli üretimle 80 yıldan fazla çalıştırılabilecektir. Bu önerilen A Tesis Tasarımı ile yapılacak yıkama işleminde, tesisten, 1.7 gr/cm³ yıkama yoğunluğunda, yılda; ev yakıtı olarak (19-10 mm) 450 000 ton, Sanayi yakıtı olarak (-10/-0.5 mm) 200 000 ton, Santral yakıtı olarak (-10+2 mm; % 35 küllü mikst asfaltit) 135 000 ton yıkanmış asfaltit üretilebilecektir (Çizelge 5).

Tesiste üretilecek 600 000 ton yıkanmış kömürün eşdeğeri 750 000 ton tüvanan kömürdür. Şırnak'da ısınma yakıtı olarak tüvanan kömür kullanma yerine yıkanmış kömür kullanmakla tasarruf edilecek (150 000 ton/yıl) nakliye masrafı yılda 1,2 milyon TL dir. Yaklaşık olarak 35 milyon \$ lık tesis yatırım sermayesi ile, bugünkü banka faizleri (% 7)' ile yılda üretilecek 600 bin ton yıkanmış kömür ve 135 bin ton mikst ürünün yıllık toplam işletme maliyeti 39,32 TL/ton ve bir ton yıkanmış ton kömürün tesiste yıkanma maliyeti yaklaşık olarak 60,68 TL/ton olacağı hesaplanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Proje Tesislerinin Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Kapasiteye göre Değişimi

Kazan taban külünün atımı belediyelerin yükünü ton başına 20 TL değerinde azaltacaktır.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şırnak asfaltitlerinin yüksek kül oranına bağlı olarak klasik flotasyon ve kolon flotasyonunda düşük yanabilir randıman gösterdiği ayrıca yanabilir kükürtün yeterli

olarak temiz kömür üründe düşürülemediği belirlenmiştir. Yıkama tesisi ile kömürdeki kül malzemesinin % 62 'isi kömürden atılmaktadır. Böylece hava kirliliği azaltılabilecektir. Yanabilir kükürtün %38'i atılabilmektedir.

Şırnak asfaltitleri, Türkiye'nin asfaltit rezervlerinin (görünür ve mümkün) tamamını içerir. Bu asfaltitleri çıkarıldığı yörede işleyecek bir yıkama tesisi ile yıkanması, kül ve kükürt içerikleri düşürülerek değerlendirilmesi hem taşıma maliyeti hem de çevrenin korunması açısından avantaj sağlayacaktır. Yıkama işlemi gerçekleştirildiği takdirde % 25,2 kül ve % 4,3 yanar kükürtlü, 6700 kcal/kg alt ısı değerli, hem kazanlar için ısıtma amaçlı hem de endüstriyel temiz yakıt olabilecek yıkanmış kömür üretilenmektedir.

Triyaj uygulaması zaruri olarak gerekmektedir. Özellikle kapalı işletme üretiminde karışacak aynı renkteki şeyl kayaç karışmasıyla kazılan ürün kalitesi azalacaktır. Ayrıca şeyl ve kömür yoğunlukları arasındaki farkın çok az olması nedeniyle yıkama işlemini daha da güçleştirecektir.

Kurulması planlanan bir milyon ton/yıl kapasiteli yıkama tesisinin işletmeye alınma anındaki yaklaşık 39 TL/ton kömür tutarındaki maliyetin %4'ü üç yıllık kuruluş aşamasındaki faiz yükünden kaynaklanmaktadır. 39 TL/ton kömür tutarındaki işletme sermayesine % 40 kar beklentisi ile maliyetler hesaplandığında; üretilecek toz kömürün tesiste maliyeti 76 TL/ton değerine ulaşmaktadır.

Yıkama tesis yatırım maliyetini, işletme maliyetini azaltmak için tesis kapasitesini artırmak ve araştırmalar ile son zamanlarda yaygın kömür yıkamada kullanılan "Larcodem Separatörleri" kullanılabilir (Anonim a,b, c, 2015).

Zor yıkanabilir Şırnak ve Hakkâri asfaltitlerimizin büyük çoğunluğunu optimum yıkayabilecek yöntemlerin araştırılıp bulunması gerekmektedir.

Ayrıca teknolojik açıdan zor yıkanabilen Şırnak asfaltitlerimizin, yıkama tesis kurulumunu kısıtlayan makro ekonomik faktörler, akaryakıt ithali, çevresel yaptırımlar gibi tehditler ekonomik olarak irdelenmesi gerekecektir.

KAYNAKLAR

Anonim a, 2015, *Multotec Şirket* web sayfası, <http://www.multotec.com/category/industry/coal>

Anonim b, 2015, *MBE Şirket* web sayfası, <http://www.mbe-cmt.com/en/products/>

Anonim c, 2015, *CWP Şirket* web sayfası, <http://cwp.com.tr/en/products.aspx?id=30>

DİKA, 2013, TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) 2014-2023 Bölgesel Gelişme Planı, Dicle Kalkınma Ajansı, <http://www.dika.org.tr/photos/files/>

DPT, 2007, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Devlet Planlama Teşkilatı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

Erol, M., C. Colduroglu, and Z. Aktas. 2003. The effect of reagents and reagent mixtures on froth flotation of coal fines. *International Journal of Mineral Processing* 71(1): 131–145.

Finch J.A., Dobby,G.S.(Eds), 1990, *Column Flotation*, Pergamon Press, Toronto

Gupta, A. K., P. K. Banerjee, A. Mishra, and P. Satish. 2007. Effect of alcohol and polyglycol ether frothers on foam stability, bubble size and coal flotation. *Fine*

- Coal Processing*, eds. S. K. Mishra and R. R. Klimpel, 78–109. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.
- Hadler, K., M. Greyling, N. Plint, and J. J. Cilliers. 2012. The effect of froth depth on air recovery and flotation performance. *Minerals Engineering* 36: 248–253.
- Hsieh K.C. ve Wert, C.A. 1984, *Ultrafine Minerals in Coal*,: Process Mineralogy III Ed. William Petruk, AIME
- Jameson , G. J. 2001 . The flotation of coarse and ultrafine particles . *International Journal of Mineral Processing* 72 : 12 – 15
- Kemal, M., Arslan, V., 1999. *Kömür Teknolojisi*, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İZMİR, 975-441-142-5
- Klimpel , R. R. ve Hansen R. D., 1987, *Fine Coal Processing* .Noyes Publications, New York.
- Kural, O., , 1991, *Kömür*, Kurtiş Matbaası, İstanbul.
- Laskowski J. S., 2001, *Coal Flotation and Fine Coal Utilization* , Elsevier , Amsterdam.
- Rubio, J. 1996. Modified column flotation of mineral particles. *International Journal of Mineral Processing* 48(3): 183–196
- Schubert, H. 2008. On the optimization of hydrodynamics in fine particle flotation. *Minerals Engineering* 21(12): 930–936
- DİKA, 2013, TRC3 Mardin – Batman – Şırnak –Siirt 2014-2023 Bölgesel gelişme Planı, Dicle Kalkınma Ajansı
- Valderrama, L., M. Santander, M. Paiva, and J. Rubio. 2011. Modified-three-product column (3PC) flotation of copper-gold particles in a rougher feed and tailings. *Minerals Engineering* 24(13): 1397–1401
- Warren, L. J. 1985. Determination of the contributions of true flotation and entrainment in batch flotation tests. *International Journal of Mineral Processing* 14(1): 33–44
- Wills , B. A. , and Napier-Munn T. J., 2006 . *Wills' Mineral Processing Technology* . Boston : Butterworth-Heinemann
- Xie , G. Y. , and Ou Z. S.. 1999 . The study and practice of cyclonic microbial flotation column of ash and pyritic sulfur rejection from coals . *Mining Science and Technology* 5 : 511 – 514.
- Yianatos, J. B., J. A. Finch, and A. R. Laplante. 1988. Selectivity in column flotation froths. *International Journal of Mineral Processing* 23(3): 279–292.
- Yoon, R. H. 1993. Microbubble flotation. *Minerals Engineering* 6(6): 619–630.
- Yoon, R. H. 2000. The role of hydrodynamic and surface forces in bubble–particle interaction. *International Journal of Mineral Processing* 58(1): 129–143.