

SOMA LİNYİT KÖMÜRÜ TOZLARINDAN HAVA VE SUYA DAYANIKLI BİRİKET ÜRETİMİ

Mehmet SAĞLAM(*)
Mithat YÜKSEL(**)
Mehmet TUTAŞ(***)
Musa KARADUMAN(***)

ÖZET

Kömürün briketlendikten sonra yakıt olarak kullanılması, ülkemizde de önem kazanmaya başlamıştır.

Bu çalışmada; Soma linyit kömürü tozlarının sülfid atık çözeltisi ile briketlenebilme koşulları incelenmiş ve elde edilen briketlerin suya ve atmosfer koşullarına dayanıklılığının artırılmasına çalışılmıştır.

Katı madde üzerinden % 10 bağlayıcı kullanarak 80 C biriketleme sıcaklığında ve 1000 kg/cm² biriketleme basıncında hazırlanan biriketlerin 320°C'de retortlanması ile, suya ve atmosfer koşullarına dayanıklı biriketler elde edilmiştir.

ABSTRACT

The fact that coal, after briquetting,, is used as a fuel has begun to be important in our country.

In this study; the conditions of beign able to briquette the dust of lignite obtained from Soma region with the waste solution of sulfide process were investigated and effort has been made to increase the durability of the briquettes had against the water and atmospheric circumstances.

Using binder wihch is 10 % in accordance with the solid matter, and retorting at & 320°C the briquettes prepared at the briquetting üfshperature, 80°C, and the brfr quetting pressure, 1000 kg/cm², the briquettes which are resisting water hnd atmospheric conditions were obtained.

(*) Doç. Dr., E.D. Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Bornova- İZMİR.

(**) Doç. Dr., E.Ü. Müh. Fakültesi, Kimya Bölümü, Bornova - İZMİR.

(***) Dr. Arş. G., E.D. Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Bornova - İZMİR.

(****) Kimyager., E.O. Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Bornova - İZMİR.

1. GİRİŞ

Türkiye'de üretilen linyit kömürlerinin büyük kısmı konut ısıtmada ve elektrik enerjisi üretiminde yakıt, az bir kısmı da kimya endüstrisinde ham madde olarak kullanılmaktadır. Örneğin 1983 yılı için, toplam linyit üretiminin % 27.1'nin konut ısıtmada, % 60.2'sinin termik santrallerde ve % 2.6'sının da gübre sanayiinde kullanılması öngörülmüştür (1).

Diğer taraftan konut ısıtmada kullanılan yakıt türleri arasında % 16'lık bir payı olan linyit kömürleri, bu sektörde genellikle hiç bir ön işleme tabi tutulmadan kullanılmaktadır.

Linyit kömürlerimiz, ocaktan çıkarıldığı andan tüketiciye ulaşıncaya kadar uğradığı depolanma ve nakledilme işlemleri sonucu % 30-40 arasında değişen oranlarda tozlaşmaktadır (2). Özellikle uzun süreli depolamalarda bu tozlaşma, nem kaybı ve oksidasyon sonucu daha da artmaktadır. Böyle bir kömürün yakılmasında da, yakma sistemine bağlı olarak az veya çok güçlüklerle karşılaşmakta ve önemli miktarda yakıt kaybı olmaktadır. Çünkü yakma esnasında bu tozlar bir taraftan yakıtın hava ile temasını önliyerek yanmayı güçleştirmekte diğer taraftan da ya baca gazları ile atmosfere sürüklenebilmekte veya ızgara aralarından düşerek küle karışabilmektedir.

İşte bu son kayıplarla beraber linyitlerimizin çıkarılmasından yakılmasına kadar geçen süre içerisinde toplam kayıp % 60 'a kadar çıkabilmektedir (2). Ayrıca büyük ölçüde çevre kirliliğine de neden olmaktadır.

Hem tozlaşmayı önleyerek bu büyük kaybı asgariye düşürmek, hem çevreyi daha az kirletmek ve hem de tüketiciye yakma sistemine göre sürekli aynı kalitede kömür sunabilmek için linyit kömürlerimizin, bir çok ülkede yüz yılı aşkın süreden beri uygulandığı gibi biriktelenerek kullanılması gerekmektedir. Ülkemizde bu konu henüz güncellik kazanmıştır.

Ülkemizdeki linyit kömürleri, Orta Avrupa'daki linyitlerin aksine ancak bir bağlayıcı yardımı ile biriktenebilenme özelliğine sahiptirler (3, 4).

Biriktilemede bağlayıcı olarak kullanılan maddelerin başında katran, zift, asfalt, parafin, reçineler ve naftalin gibi suda çözünmeyen maddeler ile bisülfid atık çözeltisi ve melas gibi suda çözünebilen endüstriyel artıklar gelmektedir.

Çevre kirliliğinin azaltılması yönünde yoğun çalışmaların yapıldığı günümüzde; kömürün katran ve zift gibi maddeler yerine sülfid atık çözeltisi ile biriktelenmesi tercih edilmektedir. Çünkü bu çözeltideki katı maddeler is çıkarmadan yanabilmekte, kömürün yanmasını kolaylaştırmakta ve bol miktarda artık olarak ele geçmektedir.

Bunun da ötesinde bu atık çözeltilinin kullanılması ile, kendisinin doğrudan sebep olabileceği çevre kirliliği problemleri ortadan kaldırılarak ekonomiye büyük katkı yapılmış olacaktır.

Ancak bu çözelti ile hazırlanan biriketlerin hava ve özellikle de suya karşı dayanıklılıklarının az oluşu ve kükürt içeriğinin artmış olması bu bağlayıcıların yaygın bir şekilde kullanılmasını engellemektedir. Bu kötü özelliklerin giderilmesi ise bağlayıcının ana maddesi olan liğnin sülfonik asit tuzlarının suda çözünmez hale getirilmesi ile veya bağlayıcı olarak sülfat atığının yardımcı bir madde ile beraber kullanılmasıyla mümkün olabilecektir.

Bu amaçla, bisülfat atık çözeltisi, katran veya antrasen yağlarıyla karıştırılarak çok eskiden beri kullanılmaktadır (5,6).

Literatürdeki bilgilere göre liğnin sülfonik asit tuzlarının suda çözünmezlik kazanması, hazırlanan biriketlerin belirli sıcaklık aralığında retortlanması ile olabilmektedir. Örneğin, liğnin sülfonik asitler, amonyum tuzu halinde ise 220 °C - 250°C, kalsiyum tuzu halinde ise 320-350°C'de bu özelliği kazanmaktadır (7).

Ülkemizde linyit kömürlerinin biriktelenerek kullanılması yeni yeni düşünüldüğünden, bu alandaki çalışma ve uygulamalar oldukça yenidir. Yıllık biriketleme kapasitesi 10-15.000 t/yıl olan ve bağlayıcı olarak katran kullanılan üç işletmenin dışında önemli sayılabilecek ilk büyük tesis 150.000 t/yıl kapasite ile Trakya'da Sarayköy civarında kısa süre önce işletmeye açılmıştır. Bu işletmede ise bağlayıcı olarak sülfat atık çözeltisi kullanılmaktadır. Ancak üretilen biriketler su içerisinde kısa sürede dağılmaktadır.

Bu çalışmada Soma linyit kömürü tozlarından bağlayıcı olarak Seka - İzmit Kağıt Fabrikasının atığı olan sülfat çözeltisi kullanılarak hava ve suya karşı dayanıklı biriketlerin elde edilebilme koşulları incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmalar Soma bölgesinden çıkarılan ve % 12.3 oranında toplam nem içeren (-3) mm'lik linyit tozları ile yapılmış olup kimi özellikleri kuru kömür üzerinden aşağıda verilmiştir.

Uçucu Madde	% : 41.10
Kül	%: 13.10
Toplam Kükürt	% : 1.86
Yanabilen Kükürt	%: 1.24
Alt ısı değeri, H _u kcal/kg	: 5176

Bağlayıcı olarak kullanılan sülfat atık çözeltisi ise SEKA — İzmit Kağıt Fabrikası'ndan sağlanmıştır. Bu çözelti yaklaşık % 12 katı madde içerdiğinden buharlaştırılarak % 50 katı madde içerecek şekilde deriştirilmiştir. Elde edilen kıvamlı sıvının kimi özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Su	% : 50.20	
Katı Madde	% : 49.80	
pH	: 3.95	
Yoğunluk (20°C) (gr/ml)	: 1.18	
Viskozite (Engler 20°C)	: 27.00	
Viskozite (Engler 40°C)	: 4.50	
Viskozite (Engler 60°C)	: 2.40	s

Katı Madde*de;

Kül	% : 9.23
Toplam Kükürt	% : 4.65
Yanabilen Kükürt	% : 3.92
Koklaştırma Bıçığı	% : 33.26
Kokta Kül	% : 27.75
Alt ısı değeri, H _v kcal/kg	: 3415

Biriktirme denemeleri 11 ton basınç uygulayabilen Carver marka laboratuvar tipi bir hidrolik preste yapılmıştır. Biriket kalıbı, gerektiğinde sıcakta biriktirme yapılabilmesi için boru tipi bir ısıtıcı içerisine yerleştirilmiştir. Isıtıcı ile kalıp arasındaki kalıp bloğundaki sıcaklıklar dijital ısı çiftleriyle kontrol edilmiştir. Kalıp, paslanmaz çelikten yapılmış olup, iç çapı 30 mm, dış çapı 50 mm ve boyu 80 mm'dir. Hazırlanan biriketlerin basınç dayanımları ise Instron marka 1114 model çekme cihazında ölçülmüştür.

Retortlama işlemleri için Herauspraarka T12 model fırın kullanılmıştır.

Düşme testi (Shatter test) denemeleri için de, biriketler ISO-R616'ya göre 1.83 m yükseklikten 13 mm kalınlığındaki bir demir plaka üzerine düşürülmüş ve elek analizi yapılarak (+ 15) mm lik kısımları ayırtı desesi hesaplanmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Soma linyit kömürleri, sert linyit türünde olduğundan bağlayıcı biriktirmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışmada sadece kömürün tane iriliği ve nem içeriği üzerinde durulmuştur. Yapılan ön deneylere göre, kırma ve öğütme masrafları da dikkate alındığında (- 3) mm'lik tane iriliğindeki kömürlerle ve % 14-16 nem oranında çalışılması uygun bulunmuştur.

Çalışmada yapılan denemeler, optimum biriketleme koşullarının saptanması, biriketlerin-retortlanması ve retortlanmış biriketlerin kimi özelliklerinin saptanması olmak üzere üç kısımda toplanmıştır.

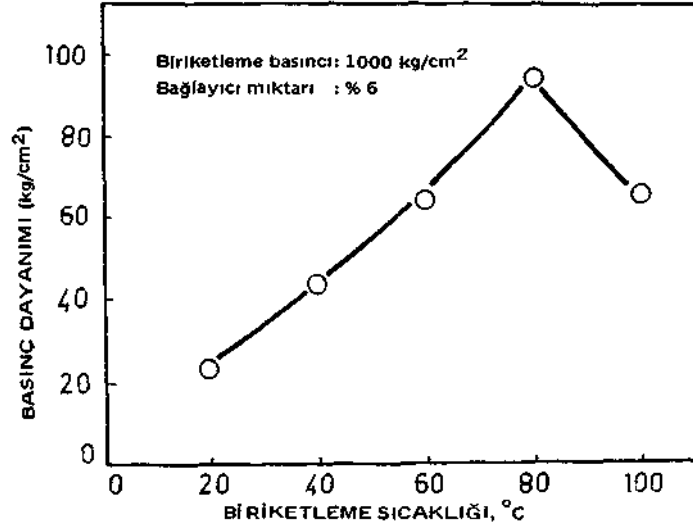
3.1. Optimum Biriketleme Koşullarının Saptanması

Bu kısımda sülfat atık çözeltisi ile hazırlanan biriketlerin basınç dayanımlarına, biriketleme sıcaklığı, biriketleme basıncı ve bağlayıcı konsantrasyonunun etkisi incelenmiştir.

Biriketlerde % 14-16 nem oranının sağlanabilmesi için kömürler önce kullanılacak konsantrasyon sülfat atık çözeltisinden gelecek su miktarı da dikkate alınarak kurutulmuştur. Bu kömürler çalışma sıcaklığında gerekli miktar bağlayıcı (Katı madde üzerinden) ile iyice karıştırılarak yaklaşık 20 g lık tabletler halinde biriketlenmiştir. Biriketleme süresi 10 saniyedir.

3.1.1. Biriketleme Sıcaklığının Saptanması

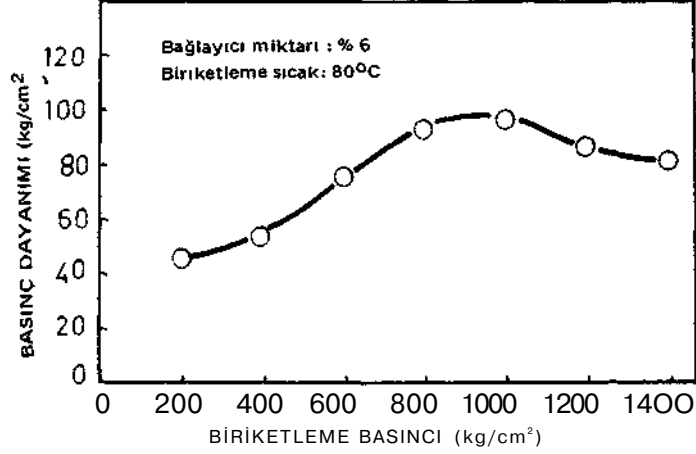
Biriketleme sıcaklığının saptanması için % 6 bağlayıcı içeren karışımlar 20, 40, 60, 80 ve 100°C sıcaklıklarda 1000 kg/cm² basınçta biriketlenmiştir. Elde edilen biriketlerin ölçülen basınç dayanımlarının sıcaklıkla değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden, 80°C'nin biriketleme için en uygun sıcaklık olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Biriketlerin basınç dayanımının sıcaklıkla değişimi.

3.1.2. Biriketleme Basıncının Saptanması

Uygun biriketleme basıncının saptanması için % 6 bağlayıcı içerecek şekilde hazırlanan karışımlar 80°C sıcaklıkta ve 200 ile 1400 kg/cm² arasında değişen biriketleme basınçlarında biriketlenmiştir. Bu biriketlerin basınç dayanımları biriketleme basıncına karşı grafiğe geçirildiğinde, en uygun biriketleme basıncının 800-1000 kg/cm² arasında olduğu görülmüştür (Şekil 2).



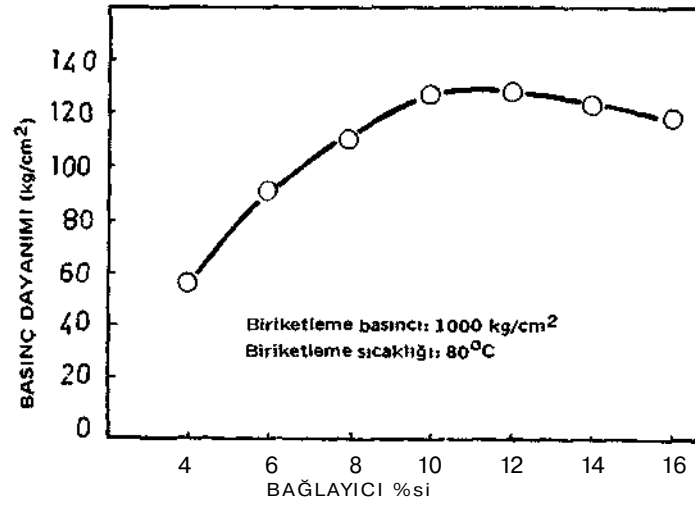
Şekil 2. Biriketlerin basınç dayanımının biriketleme basıncı ile değişimi.

3.1.3. Bağlayıcı Konsantrasyonunun Saptanması

Bu amaçla biriketlerde % 4, 6, 8, 10, 12, 14 ve 16 oranında sülfat atığı katı maddesi ve % 14-16 nem içerecek şekilde kömür ile konsantre atık çözelti karıştırılmıştır. Bu karışımlar 80°C'de ve 1000 kg/cm² biriketleme basıncında biriketlenmiştir. Elde edilen biriketlerin basınç dayanımları ölçülerek bağlayıcı konsantrasyonuna karşı grafiğe geçirildiğinde Şekil 3'deki eğri elde edilmiştir. Şekilden, biriketlerde en yüksek basınç dayanımına % 10-12 bağlayıcı miktarında ulaşıldığı görülmektedir.

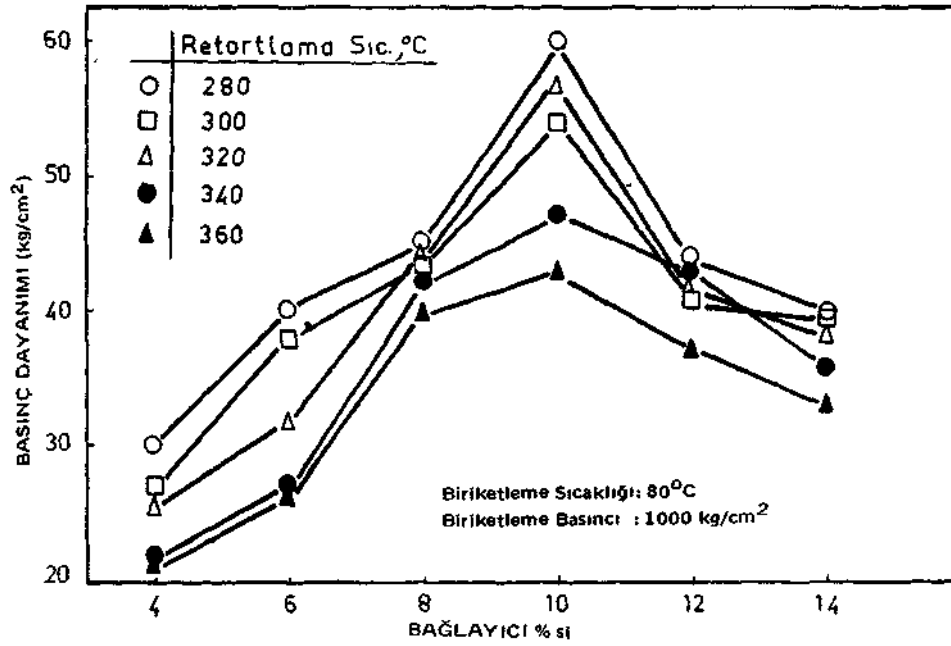
3.2. Retortlama Denemeleri

Bu denemeler, bağlayıcı olarak kullanılan sülfat atık çözeltisindeki maddelerin kısmen koklaştırılıp suda çözünmez şekle dönüştürülerek biriketlerin suya karşı dayanımlarının artırılması amacı ile yapılmıştır. Burada biriketlere bu özelliği kazandırma da; biriketlerdeki bağlayıcı miktarı, retortlama sıcaklığı, retortlama sıcaklığına çıkış hızı ve bu sıcaklıkta kalış süresi etkin olmaktadır. Yapılan ön denemeler sonunda retortlama sıcaklığına 30 dakikada çıkılmasının ve bu sıcaklıkta da 30 dakika beklenmesinin uygun olacağı görülmüştür. Bağlayıcı miktarı ve retortlama sıcaklığı etkisi-

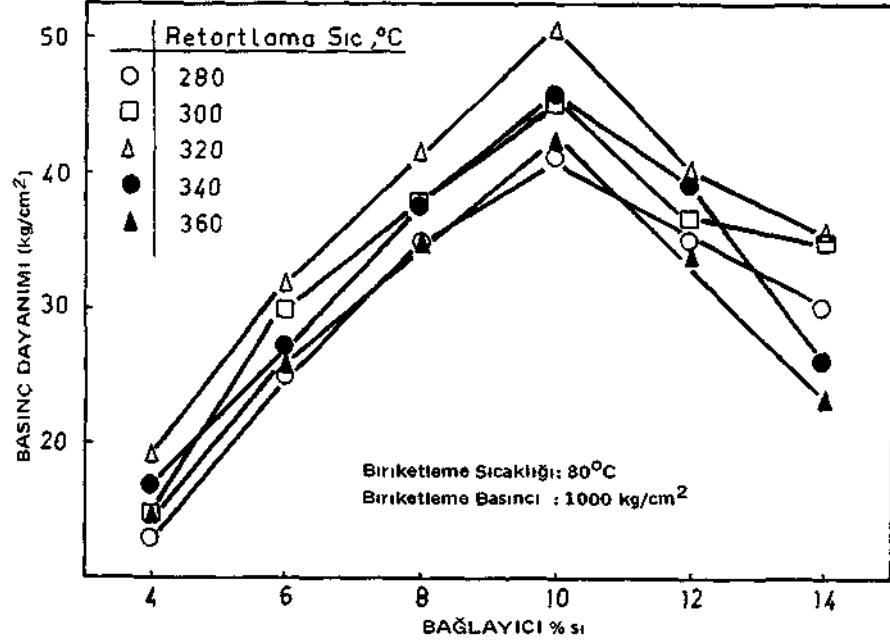


Şekil 3. Biriketlerin basınç dayanımlarının bağlayıcı miktarı ile değişimi.

nin incelenmesi için de % 4-14 arasında değişen oranlarda bağlayıcı içeren biriketler 280 - 360°C arasında değişen sıcaklıklarda retortlanmıştır. Retortlanmış biriketlerin basınç dayanımlarındaki değişime Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 5'de de bu biriketlerin bir saat suda bekletildikten sonraki basınç dayanımları görülmektedir.



Şekil 4. Retortlanmış biriketlerin basınç dayanımının retortlama sıcaklığı ve bağlayıcı miktarı ile değişimi.



Şekil 5. Retortlanmış ve 1 saat suda bekletilmiş biriketlerin basınç dayanımlarının retortlama sıcaklığı ve bağlayıcı miktarı ile değişimi.

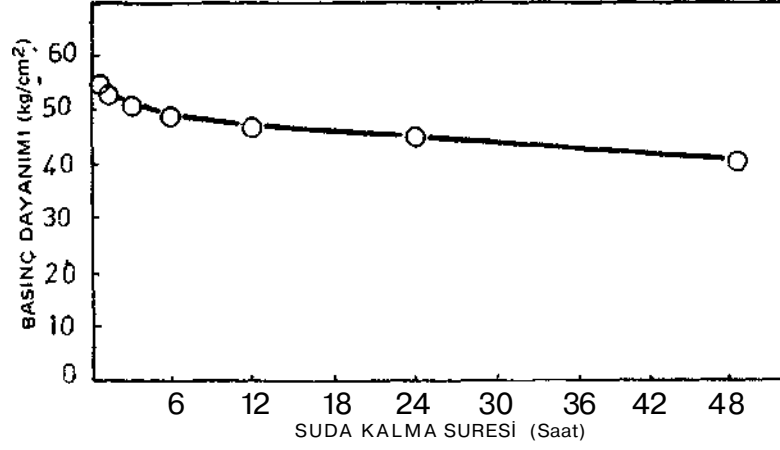
Her iki şekil incelendiğinde biriketlerin optimum biriketleme koşullarında 129 kg/cm^2 olarak ölçülen basınç dayanımı, retortlama sonunda büyük ölçüde düşmesine karşın suya dayanıklılığı artmaktadır. Biriketlerde retortlamadan sonraki en yüksek basınç dayanımına yine % 10 bağlayıcı miktarında ve 280°C retortlama sıcaklığında ulaşılmıştır. Suya karşı en yüksek dayanıklılığın sağlanabilmesi için de retortlama sıcaklığının 320°C olması gerekmektedir.

3.3. Retortlanmış Biriketlerin Kimi Özelliklerinin Saptanması

Bu kısımda optimum koşullarda hazırlanmış ve retortlanmış biriketlerin; suya ve atmosfer koşullarına karşı dayanımları yanında düşme testi (Shatter Test) deneimleri de yapılmıştır.

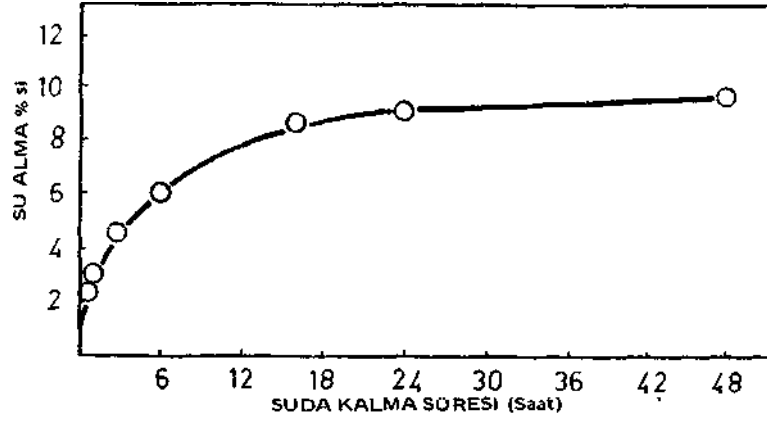
3.3.1. Retortlanmış Biriketlerin Suya Dayanıklılığı

Bu amaçla retortlanmış biriketler 1 dakika ile 48 saat arasında değişen sürelerde su içinde bekletilmiştir. Bu biriketlerin basınç dayanımlarında, ilk üç saat içinde pratik olarak değişme olmamakta ve 48 saat sonunda ise ancak % 30 kadar bir azalma görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Retortlanmış biriketlerin basınç dayanımlarının suda bekleme süresi ile değişimi.

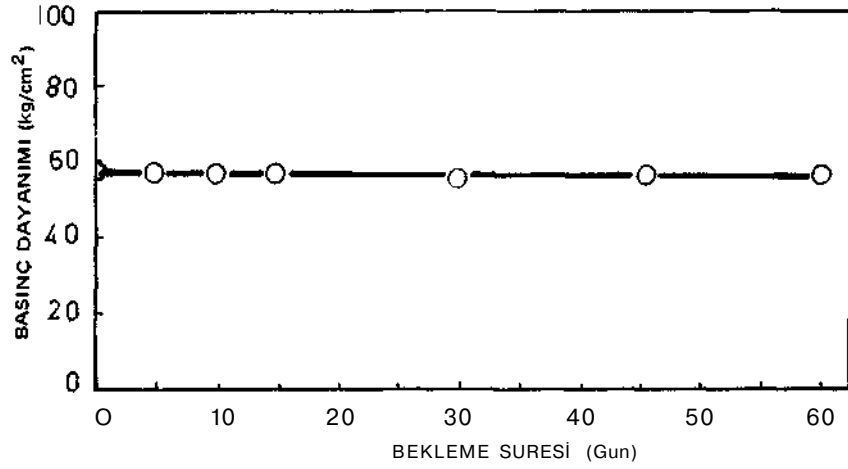
Biriketlerin su alma kapasitelerinin de çok düşük olduğu Şekil 7'de görülmektedir. 48 saat suda bekletilmiş biriketlerde ancak % 9'luk bir ağırlık artışı görülmüştür. Bu sürenin sonunda da, suda gözle farkedilebilir bir renklenme ve biriketten herhangi bir tanecik ayrılması olmamıştır.



Şekil 7. Retortlanmış biriketlerin su alma kapasitelerinin suda bekleme süresi ile değişimi.

3.3.2. Retortlanmış Biriketlerin Atmosfer Koşullarına Dayanıklılığı

Bu amaç için retortlanmış biriketler, laboratuvar koşullarında 1-60 gün arasında açıkta bekletilmiştir. Bu süre içinde biriketlerde herhangi bir tozlaşma olmadığı gibi, basınç dayanımlarında da Şekil 8'de görüldüğü gibi bir azalma görülmemiştir.



Şekil 8. Retortlanmış biriketlerin basınç dayanımlarının bekleme süresi ile değişimi.

3.3.3. Biriketlerin Düşme Testi (Shatter Test) Denemeleri.

Biriketlerin suya ve atmosfer koşullarına dayanıklılıklarının belirlenmesinde; yalnız basınç dayanımlarına bakılarak karar vermek yerine düşme testi değerlerinin dikkate alınması gerektiği görüşü yaygındır (8).

Burada retortlanmamış, retortlanmış, retortlandıktan sonra 1 ve 3 saat suda bekletilmiş ve retortlandıktan sonra açıkta bekletilmiş biriketler 1.83 m yükseklikten düşme testine tabi tutulmuşlardır.

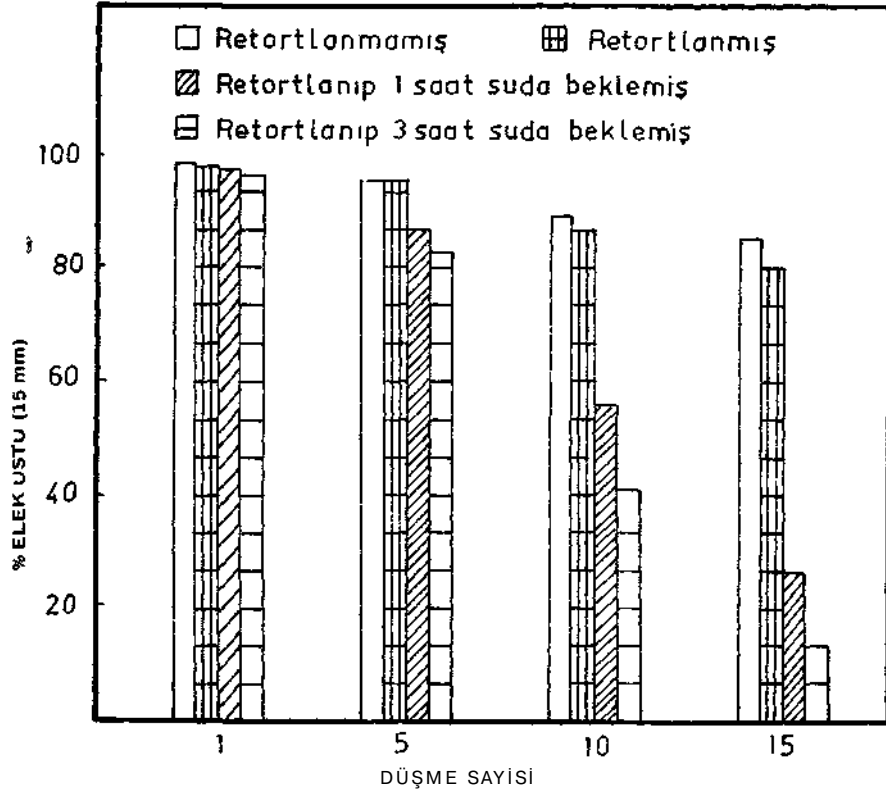
Bu test sonucunda, 30 mm çap ve 25 mm yüksekliğindeki silindirik biriketlerden ayrılan parçaların 15 mm elek üstündekileri tartılarak değerlendirilmiştir. Bu 15 mm lik sınırın seçilmesinin nedeni, evlerde kullanılan sobalardaki ızgara aralıklarının yaklaşık 12 mm civarında olmasıdır.

Şekil 9'da retortlanmamış, retortlanmış ve retortlandıktan sonra suda bekletilmiş biriketlerin değişik düşme sayılarındaki 15 mm lik elek üstü % leri görülmektedir.

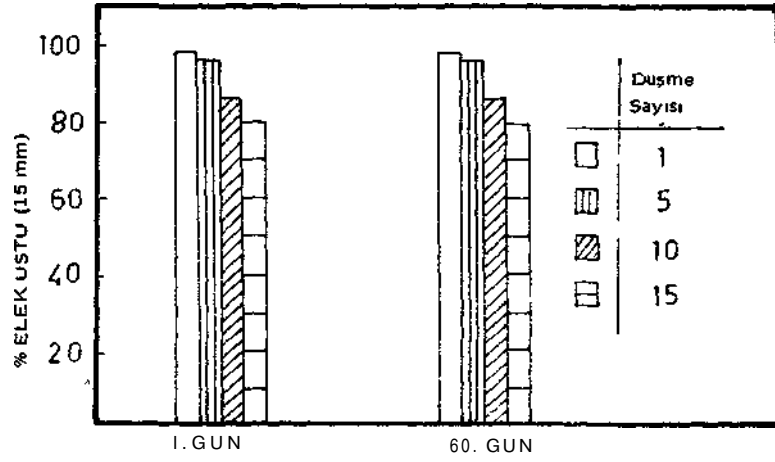
Şekil 10'da ise retortlanmış biriketlerin hazırlandığı anda ve 60 gün açıkta bekletildikten sonra değişik düşme sayılarındaki 15 mm lik elek üstü % leri görülmektedir. Biriketlerin sağlamlığında herhangi bir değişim olmamaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada (—3) mm tanecik boyutundaki Soma linyit kömürü tozlarının sülfat atık çözeltisi ile optimum biriketlenebilme koşulları araştırılmış ve elde edilen biriket-



Şekil 9. Biriketlerin düşme sayılarına göre 15 mm lik elek üstü yüzdeleri.



Şekil 10. Retortlanmış biriketlerin açıkta bekleme süresi ve düşme sayılarına göre 15 mm lik üstü yüzdeleri.

lerin su ve atmosfer koşullarına dayanımlarının artırılmasına çalışılmıştır. Yapılan deneyler, sert linyit türünde olan bu kömürlerin bir bağlayıcı yardımı ile biriketlenebileceğini göstermiştir. Buna karşın % 14-16 arasındaki bir nem oranı kömürün biriketlenmesine olumlu etki yapmaktadır.

En yüksek biriket basınç dayanımı 129 kg/cm^2 olup bu değere 80°C biriketleme sıcaklığı, 1000 kg/cm^2 'lik biriketleme basıncı ve % 10 sülfat atık katı maddesi oranında ulaşılmıştır. Bu koşullarda hazırlanan biriketler suya karşı dayanıksızdır. Bu dayanıksızlığın giderilmesi için biriketler retortlanmıştır. Suya karşı en yüksek dayanımlı biriketler 320°C de yapılan retortlamadan sonra elde edilmiştir.

Biriketlerin retortlamadan sonraki basınç dayanımları $5 \sim 1 \text{ kg/cm}^2$ iken, 1 saat su da bekletildiğinde 53 kg/cm^2 ve 3 saat sonra da 51 kg/cm^2 'ye düşmektedir. Üç saat sonra gözlenen bu düşme miktarı önemsiz olup yaklaşık % 10'dur. Kaynaklarda ise, bu dayanıklılık, biriketinin suda dağılmadan kalması şeklinde belirtilmektedir (8).

Retortlanmış biriketlerde, 48 saat suda bekletildikten sonraki ağırlık artışları yaklaşık % 9 olup bu değer Avrupa kömürleri için belirtilen % 25 değerinden çok daha iyidir.

Bu biriketlerin atmosfer koşullarına dayanıklılığının çok iyi olduğu, 2 ay bekletildikten sonra ölçülen basınç dayanımları ve düşme testi sonuçlarının değişmemesinden kolaylıkla görülmektedir.

Retortlanmış biriketlerin toplam kükürt içerikleri ise, sülfat atık çözeltilisinden gelen kükürtlü bileşiklere rağmen artmamış, aksine retortlama işleminde bir kısım uçabilen ve yanabilen kükürtlü bileşiklerin ayrılmış olması nedeniyle azalmıştır. Sülfat atık çözeltilisi bağlayıcı olarak kullanıldığında, daha düşük oranda kül içerdiği için biriketlerin kül oranını artırmamaktadır. Ayrıca kalori değerinde de uçucu maddelerin ayrılmış olması nedeniyle $300\text{-}500 \text{ cal/kg}$ 'lık bir artış görülmektedir.

Bu sonuçlara göre; Soma linyit kömürü tozları bağlayıcı olarak sülfat atık çözeltilisi kullanılarak biriketlendiğinde Avrupa standartlarına yakın ölçüde biriket oluşturabilmektedir. Bunların suya ve atmosfer koşullarına dayanıklılığı retortlama ile yeterli düzeye çıkartabilmektedir. Ayrıca sülfat atık çözeltilisindeki katı maddelerden de yakıt olarak yararlanılabilecek ve sebep olduğu çevre kirliliği önlenebilecektir. Bunun da ötesinde biriketleme ile, linyit kömürlerinin ocaktan çıkarıldığı andan evlerde kullanılıncaya kadar doldurma, boşaltma, depolama ve yakma işlemleri sırasında % 60'a vardığı ve yılda 1-2 milyon ton tüvönan linyit kömürüne eşdeğer olduğu sanılan kayıplar azaltılabilecektir. Bunun için de biriket kömür üretiminin teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. 4. Beş Yıllık Kalkınma Planı özel İhtisas Komisyonu Genel Enerji Raporu, DPT: 1600-277, 1977.
2. Komur ve Teknolojisi, Kimya Mühendisliği Dergisi, Şubat - 1976.
3. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Teknoloji Dairesi 1975 - 1979 Çalışma Raporu, Ankara, 1980.
4. KURAL, O., FINDIKGİL, G., SCHÄFER, G., Braunkohle - Tagebautechnik, 3, 58-65, 1983.
5. VOGEL, H., Sulfitzellstoff-Ablaugen, Wepf Verlag, Basel, 1948.
6. MUSCHENBORN, W., SCHINZEL, W., Gluckauf, Heft. 7, 421-425, 1965.
7. SCHINZEL, W., Erdöl und Kohle-Erdgas - Petrochemie vereinigt mit Brennstoff - Chemie, 2, 65-69, 1972.
8. FINDIKGİL, G., Uluslararası Komur Teknolojisi Semineri, İstanbul - 1982.

