

MAY

SOĞUK BAĞLAMA TEKNİĞİ - KATI YAKITLARDA KÜKÜRTDİOKSİT TUTMA

Yıldırım İ. TOSUN, Ali SARIŞIK

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 32260, Isparta

ÖZET

Kömür tozlarının biriktelenerek parça kömür olarak değerlendirilmesi son yıllarda, çok önem kazandığı gözlenmektedir. Kaliteli katı yakıtlara olan artan talebe bağlı olarak temizlenmiş toz boyuttaki kömürlerin biriktelenerek yakılması teknolojik olarak tercih edilmektedir. Geliştirilemekte olan yeni bir yöntem olarak soğuk bağlayıcı biriktelleme ile katı yakıtların çevre için zararlı olan bileşenleri bağlayıcı eleman ile tutularak çevre dostu biriketler üretilebilmektedir. Bu çalışmada -10mm boyutundaki Tunçbilek linyit kömürü soğuk bağlayıcı biriktelleme ile bütünleştirildikten sonra elde edilen biriketler yakılarak biriketlerdeki kül yüzdeleri ve küllerindeki kükürt tutma yüzde oranları belirlenmiştir.

Kömür, Soğuk Bağlama, Kükürt Tutma

GİRİŞ

Toz yakıtların, özellikle kömür tozlarının yalnız çimento ve seramik endüstrisinde, ayrıca termik santrallerinde tüketilmesi bunların kullanım alanını sınırlandırmaktadır. Ülke içinde bu tür hammaddelerin yakma amaçlı kullanımını artırabilmek için toz yakıtlar bütünleştirilerek piyasaya arz edilmelidir. Ayrıca, ülkemizde büyük miktarda bulunan orta ve yüksek kükürtlü kömürlerin belediye sınırları içersinde kullanımı sınırlanmaktadır. Katı yakıtların bu yüzden çevre dostu ve daha kaliteli üretilmesi ülke ekonomisi açısından son derece önemli olmaktadır. Sıcak bağlayıcı kömür biriktelleme işleminde biriketlerin içerdiği kömür zifti, petrol kökenli zift veya asfalt gibi bağlayıcı elemanlar çevreye zararlı olduğundan çevre halkının tepkilerine neden olmaktadır. Soğuk bağlayıcı biriktelleme yöntemi bu çalışmada detaylı olarak incelenmiş, üretilen biriketlerin kimyasal özellikleri ve biriketler yandıktan sonra oluşan külde kalan kükürt miktarları tesbit edilerek soğuk bağlayıcı biriktelleme işleminin olumlu yanları tanımlanmıştır.

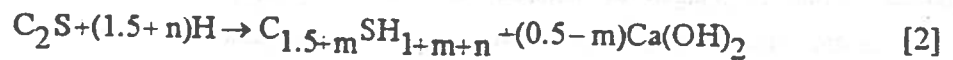
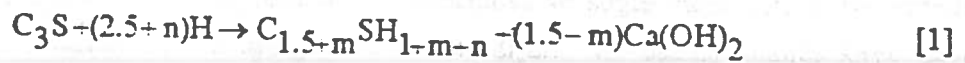
GENEL BİLGİ

Maksimum 6 mm tane boyutundaki toz kömürlerin bütünleştirilmesi günümüzde bağlayıcı ve bağlayıcısız olarak yapılmaktadır. Bağlayıcısız biriktlemede bağlayıcı eleman kullanılmadan belirli plastik özellik gösteren Afşin Elbistan linyit kömürü gibi yumuşak linyitler, basınç altında sıkıştırılarak bütünleştirilebilmektedir. Ancak, bu biriketlerin suya ve atmosfer koşullarına dayanımı oldukça zayıftır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan biriktleme yöntemi bağlayıcı biriktleme olmaktadır. Bu biriktleme yönteminde bağlayıcı eleman olarak genellikle zift, asfalt gibi malzemeler kullanılmaktadır. Elde edilen biriketlerin belirli mekanik sağlamlığa sahip, suya dayanımları yüksek ve ateşe dayanıklı olmaları gerekmektedir. Ancak bu şekilde üretilen biriketler, yakma koşullarına uygun yeterli fiziksel özelliklere sahip olmalarına rağmen, bünyelerindeki zift türü sıcak bağlayıcı maddeler ile çevreye zararlı olan is, kükürt dioksit emisyonlarına neden olmaktadır. Bu nedenle, dünyadaki bazı ülkelerde zift ve zift türü bağlayıcı elemanların kullanımı çevre standartları açısından yasaklanmıştır. Böyle bir durumda, soğuk bağlayıcı biriktleme teknolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Soğuk bağlayıcı biriktlemenin çevresel açıdan olumlu yanları şöyle sıralanabilir (1):

- Elde edilen biriketlerdeki soğuk bağlayıcı malzemede zift kullanılmadığı gibi, kömürün bünyesindeki yanabilen kükürdün yanması sonucu açığa çıkan kükürtdioksit soğuk bağlayıcı elemanlar tarafından tutulabilmektedir.
- Soğuk bağlayıcı malzeme aynı zamanda, gözenekli yüzey yapısı ile diğer toksin gazları bünyesinde adsorbe edebilmektedir.

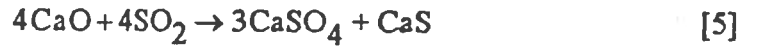
Soğuk bağlayıcının bu çevresel avantajlarına ilaveten kömürdeki kül değerini arttırması gibi olumsuz yanı da bulunmaktadır. Soğuk bağlayıcı biriktleme yönteminde bağlayıcı eleman olarak çimento, yüksek fırın cürufu ve kireç gibi malzemeler kullanılabilir.

Çimentonun hidrasyon reaksiyonu sonucu eşitlik 1 ve 2 deki gibi açığa çıkan kalsiyum hidroksit kömürün yanması esnasında açığa çıkan kükürtdioksit emisyonunu azaltabilmektedir (2). Kükürtdioksitin hidrate kireç ile tutulması eşitlik 3, 4 ve 5 ile gerçekleşebilmektedir (3).



Eşitlik 1-2 deki semboller; C : CaO, A : Al₂O₃, S : SiO₂, H : H₂O simgelemektedir.

Kömürün yanması sonucu oluşan kükürtdioksit, kükürttrioksite oranı günümüzdeki yakma sistemlerinde 40/1 ile 80/1 oranında değişmektedir. Baca gazında, toplam SO_x emisyonununun %98 i SO₂ ve kalanında SO₃ olduğu kabul edilmektedir.



Bu kükürtdioksit, soğuk bağlayıcı biriktlemede kullanılan çimento ile biriket külünde tutularak emisyon değeri azaltılmaktadır.

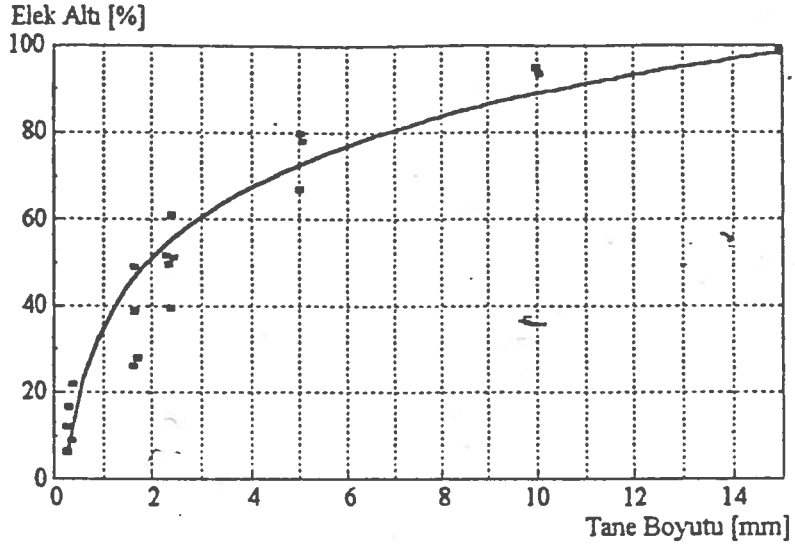
DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada kullanılan -10 mm boyutundaki Tunçbilek linyit kömürünün kısa analizi Çizelge 1 de verilmiş olup, biriktleme işleminde önemli bir parametre olan tane boyutunun etkisini incelemek için kullanılan numunenin elek analizi Şekil 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Tunçbilek kömürünün kısa analizi.

Kül (nemsiz), %	25.6
Nem (Orijinal), %	14.6
Uçuşu Madde Oranı, %	38.2
Sabit Karbon, %	61.8
Toplam Kükürt (nemsiz), %	3.9
Yanabilir Kükürt (nemsiz), %	3.2

Bu çalışmada soğuk bağlayıcı olarak Afyon Portland çimentosu ve soğuk bağlayıcı biriktlemede kükürt tutma verimini arttırmak için sönmüş kireç kullanılmıştır. İlk olarak sönmüş kireç ilave edilmeden yalnız çimento ilavesi ile kömür biriketleri elde edilmiş ve değişik oranlarda katılan çimento miktarının kömürün yanmasından sonra kül değerindeki ve küldeki kükürt tutma oranı belirlenmiştir. Bu çalışmada, çimento oranı %5 den %11 e kadar artırılmıştır. Elde edilen biriketlerin yanma sonrası özellikleri Çizelge 2 de verilmiştir.



Şekil 1. Tunçbilek linyitinin elek analizi.

Çizelge 2. Kirecsiz soğuk bağlayıcılı biriketlerin özellikleri.

Su Oranı %	Çimento Oranı %	Nem %	Kül %	Toplam Kükürt %	Küldeki Kükürt %	Külde Kükürt Tutma, %
20	5	5	30.7	3.36	0.82	24.40
	7	5	32.9	3.25	0.90	27.69
	9	5	34.5	3.17	1.03	32.49
	11	5	36.4	3.08	1.07	34.74
25	5	5	30.6	3.36	0.90	26.79
	7	5	32.8	3.25	1.03	31.69
	9	5	34.5	3.17	1.08	34.07
	11	5	36.9	3.06	1.08	35.29
30	5	5	30.9	3.35	0.89	26.57
	7	5	32.8	3.25	0.99	30.46
	9	5	35.0	3.15	1.08	34.28
	11	5	37.5	3.03	1.08	35.64

Biriketlerde bağlayıcı eleman %5 sönmüş kireç ilave ederek soğuk bağlayıcılı biriketleme işlemi yapılmıştır. Çimento oranı %5 - %11 arasında değiştirilerek biriketler üretilmiş ve biriketlerin nem, kül ve kükürt ve küldeki kükürt tutma oranları belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 3 de verilmiştir. Sönmüş kireç miktarının kükürt tutma oranına etkisini belirlemek için %3 - %9 arasında sönmüş kireç ilave edilmiş kömür tozları %5-%11 çimento oranlarında soğuk bağlayıcılı biriketlenmiştir. Elde edilen biriketlerin nem, kül, kükürt ve külde kükürt tutma oranları Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 3. %5 Kireç oranında soğuk bağlayıcılı biriketlerin özellikleri.

Su Oranı %	Çimento Oranı %	Nem %	Kül %	Toplam Kükürt %	Küldeki Kükürt %	Külde Kükürt Tutma, %
20	5	5	35.8	3.11	1.93	62.06
	7	5	37.6	3.02	1.96	64.90
	9	5	39.3	2.94	2.04	69.39
	11	5	41.7	2.82	2.04	72.34
25	5	5	35.6	3.12	0.99	31.73
	7	5	37.8	3.01	1.22	40.53
	9	5	39.9	2.91	1.52	52.23
	11	5	41.7	2.82	1.63	57.80
30	5	5	35.8	3.11	0.89	28.62
	7	5	37.3	3.04	0.93	30.59
	9	5	39.6	2.93	0.94	32.08
	11	5	41.7	2.82	1.01	35.82

Çizelge 4. %25 Su/Katı oranında ve değişik kireç ilaveli soğuk bağlayıcılı biriketlerin özellikleri.

Kireç Oranı %	Çimento Oranı %	Nem %	Kül %	Toplam Kükürt %	Küldeki Kükürt %	Külde Kükürt Tutma, %
3	5	5	33.2	3.23	0.85	26.31
	7	5	35.4	3.13	0.95	30.35
	9	5	37.6	3.02	0.99	32.78
	11	5	39.2	2.94	1.04	35.37
5	5	5	35.6	3.12	0.99	31.73
	7	5	37.8	3.01	1.22	40.53
	9	5	39.9	2.91	1.52	52.23
	11	5	41.7	2.82	1.63	57.80
7	5	5	37.1	3.04	1.42	46.71
	7	5	39.4	2.94	1.45	49.49
	9	5	41.5	2.83	1.69	59.72
	11	5	43.9	2.72	1.89	69.49
9	5	5	39.3	2.94	1.47	50.00
	7	5	41.3	2.84	1.73	60.92
	9	5	43.7	2.73	2.14	78.39
	11	5	45.4	2.64	2.39	90.53

SONUÇLAR

Su/Katı oranının %20 den %30'a artırılması ile soğuk bağlayıcı biriketlerin nem değerlerinin değişmediği ve bu değer bütün biriketlerde %5 olduğu gözlenmiştir. Çimento oranının artırılması ve soğuk bağlayıcı eleman olarak çimentonun kullanılması ile kömürdeki kükürdün bir kısmı tutulabilmektedir. Çimento oranı %5 olduğunda kükürt tutma oranı %24:4 iken çimento oranı %11 e çıkarıldığında bu değer yaklaşık olarak %35 olduğu belirlenmiştir. Su/Katı oranının %20 den %30 a değiştirilmesi nemi değiştirmediği gibi biriketlerin kül ve kükürt tutma yüzdelerini de çimento oranına göre değiştirmemiştir. %20 Su/Katı oranında %11 çimentolu biriketlerde yaklaşık olarak %35 kükürt tutma verimi elde edilirken bu değer %25 ve %30 Su/Katı oranlarında %11 çimentolu biriketlerde aynı değerde kalmıştır.

Çizelge 3 den de görüldüğü üzere %5 sönmüş kireç ilavesi %20 ve %25 Su/Katı oranlarında üretilen biriketlerde yüksek kükürt tutma verimi göstermektedir. %20 Su/Katı oranında, %5 sönmüş kireç ve %5 çimento ile üretilen biriketlerde kükürt tutma verimi yaklaşık olarak %62 olarak belirlenmiştir. Bu biriketlerdeki çimento oranı %11 e çıkarıldığında kükürt tutma veriminin %72 olduğu gözlenmiştir. %5 sönmüş kireç ilavesinin biriketlerin külünü %5 oranında artırdığı tesbit edilmiştir. Bu testlerde su/katı oranı arttıkça kükürt tutma veriminin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4 de verildiği gibi sönmüş kireç ilavesi soğuk bağlayıcı biriketlerde %3 den %9 a artırıldığında biriketlerin külleri, çimento ve kireç ilavesi ile artmış, aynı zamanda hem çimento hemde kireç ilavesi ile kükürt tutma oranlarının arttığı gözlenmiştir. %3 sönmüş kireç ve %11 çimentolu biriketlerin külü %39.2 den %9 sönmüş kireçli ve %11 çimentolu biriketlerde %45.4 e yükselmiş ve kükürt tutma oranı ise %35 den %90 a yükselmiştir. Ancak, %9 sönmüş kireç ve %11 çimentolu biriketlerin külü orijinal kömürün kül değerinin iki katına çıkmıştır. Bu, kömürün ısı değerini düşüreceğini göz önüne alındığında, bu yüksek kükürt tutma oranının ancak yüksek kükürtlü ve kalorili kömürler için tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmadan gözlenebilen ve irdelenebilen sonuçlara göre %5 sönmüş kireç ilaveli %20 Su/Katı oranında yeterli kalitede, çevre dostu çimentolu kömür biriketleri üretilebilmiştir. Katı yakıtlara örnek olacak bu soğuk bağlayıcı biriketleme tekniğinin ülkemiz açısından önemli olduğu düşünülmekte olup bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- (1) Göksel M.A., 1977, Fundamentals of Cold Bond Agglomeration Processes, Agglomeration 77, AIIME, Vol.2., pp 877-901.
- (2) Van Vlack L.H., 1964, Physical Ceramics For Engineers, Addison-Wesley Publishing Co., London.
- (3) Tosun Y.I., 1995, Reduction of Sulfurdioxide Emissions By Solid Basic Filters After Coal Burning, 4th Int. Symp on Burning, 19-21 July, Bursa.