

## KÖMÜR BİRİKETLEME TEKNOLOJİSİNDE SİLİKATU BAĞLAMA YÖNTEMİ

### COLD SILICATE BONDED BRIQUETTING FOR COALS

Y İ TOSUN

Süleyman Demirel üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İSPARTA

**ÖZET.** Toz kömürlerimizin briketlenerek ev yakıtı olarak değerlendirilmesi ülkemizde yaygın hale gelmiştir. Sıcak bağlayıcı maddeler ile biriketlenmenin avantajları ve yakıt kalitesinde değişiklik yaratmamasına rağmen çevre açısından oluşturduğu olumsuzlukları soğuk bağlayıcılar ile gidermek mümkün olabilmektedir Çimento, çimento ile beraber mermer atık tozu, çimento ile beraber kireç ve alçı katılarak üretilen kömür biriketlerinin çevre dostu oluşu bu tekniğin önemini güncelleştirmektedir Diğer bir soğuk bağlayıcı madde olan sodyum silikat ile linyit ve taşkömürlerimizin biriketlenebilirliği incelenmiş ve üretilen biriketlerin kaliteleri belirlenmiştir

**ABSTRACT** Use of briquetted coal fines as household fuel has recently increased in the country. Although the hot bonded coal briquettes have many advantages over cold bonded one and even do not change the quality of coal, cold bonded coal briquettes may eliminate the environmental issues. Production of coal briquettes with addition of cold binders such as only cement, cement and lime, cement and marble fine and only gypsum has recently been a popular method in the world. Therefore, in this paper, the possibility of use of another type of cold binder, sodium silicate, for briquetting our lignites and hard coals was investigated and the qualities of briquettes were given

#### 1.GİRİŞ

Maksimum parça boyutu 10 mm olan toz kömürlerimizin tuğla, çimento, seramik endüstrisinde yer alan pişirme ve kalsinasyon fırınlarında, ayrıca termik santrallerimizde enerji gereksinimi için değerlendirilmesi, bu enerji hammadde kaynağının kullanımını sınırlandırmaktadır Bu tür toz boyuttaki enerji hammaddesinin tüketiminin yaygınlaştırılması, bu tozun, sanayi yakıtı olarak satışı dışında ev yakıtı olarak değerlendirilmesi ile mümkün olabilecektir. Toz kömürlerimizin daha fazla kıymet kazanması için boyutunun büyütülmesi, tozun ceviz komur veya yumurta kömür şekline getirilmesi gerekmektedir Sıcak bağlayıcı maddeler, özellikle melas, zift gibi bağlayıcı maddeler bünyelerindeki yüksek uçucu içeriğinden dolayı çevreye yüksek miktarda ısı oluşturacak baca gazı oluşumuna neden olmaktadır Bu nedenle, kükürt oksitler (SO<sub>x</sub>), hidrokarbonlar, azot oksitler (NO<sub>x</sub>) hava kirliliğine ve insan sağlığını tehdit edici olabilmektedir (Cnckmer ve Zegeer, 1981) Sıcak bağlama teknolojisi ile üretilen biriketlerin yüksek uçucu madde içeriğinden ötürü çevreye olan olumsuz etkileri çimento, kireç, mermer atık tozu (Tosun, 1996), alçı gibi soğuk bağlayıcıların biriketlenmede kullanımı ile giderilebilmektedir (Tosun ve diğerleri, 1996)

dolayı açığa çıkan kömür tozlarının belirli yakma sistemlerinde değerlendirilebilirliği, bu tür tozların bütünleştirilerek kullanımını gerektirmektedir Bu nedenle, bütünleştirme yöntemlerinden biri olan sıcak bağlayıcı biriketleme yöntemi yığın toz kömürlerimizin bütünleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır Ancak, sıcak bağlayıcı biriketlemeye alternatif olarak geliştirilmiş soğuk bağlayıcı biriketleme yöntemi komur tozlarının bütünleştirilmesinde çevre standartlarına daha uygun biriketlerin üretilmesini mümkün kılmaktadır (Tosun, veSamsık, 1995)

Maksimum parça boyutu 6-8 mm olan kömür tozları sıcak bağlayıcı biriketleme yöntemi ile bütünleştirilebilmektedir Soğuk bağlayıcı biriketlemede ise, bu boyut 18 mm ye ulaşabilmekle ve özellikle *behrh bir yıkama* işleme labı lut>lmı> teiniz kömürlerimi/ soğuk bağlayıcı biriketleme yöntemi ile işlenen parça boyutunu, getirilebilmektedir Ayrıca sıcak bağlayıcı biriketlemede kullanılan kurutma, ısıtma ve presleme işleme gerek duyulmamaktadır Böylelikle soğuk bağlayıcı biriketleme yöntemi ile üretilen biriketlerin üretim maliyeti de oldukça önemli miktarlarda azalabilmektedir (Tosun ve diğerleri, 1996)

Kömür ocaklarından, yıkama tesislerinden ve taşıma esnasında komurun parçalanabilirliği özelliğinden

Silika bağlayıcı komur biriketleri soğuk bağlanıri tekniği ile üretilmektedir Biriketün bünyesini. ilıvc

edilen sılıka yanma esnasında kül olarak kalmaktadır. Bu kül içeriğinden ötürü komurun bünyesinde bulunan kükürdün büyük bir bölümü külün içinde tutulabilmekte ve böylelikle de daha çevre dostu komur briketleri üretilebilmektedir

Bu çalışmada, Tunçbilek ve Amasra kömürleri, belirli toz boyuta getirildikten sonra sılıka ile soğuk bağlayıcı briketleme işlemine tabi tutulmuş ve üretilen briketlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Test bulguları irdelenerek, sılıka ile soğuk bağlayıcı briketleme yönteminin uygulanabilirliği tanımlanmıştır

## 2 SİLİKALI SOĞUK BAĞLAMA TEKNİĞİ

Silikalı soğuk bağlama yöntemi esas olarak soğuk bağlayıcı briketleme yönteminin içinde bulunmaktadır. Çeşitli araştırmalarda belirlendiği gibi (Tosun ve diğerleri, 1995), çimento esaslı soğuk bağlayıcı malzemeler kömürlerin briketlenmesinde başarılı olarak kullanılabilmiştir. Elde edilen briketlerin yeterli fiziksel özelliklerde ve çevre dostu oluşu, bu yöntemin ülkemizde de kullanımının yaygınlaştırılması gerekliliğini göstermektedir. Mermer atık tozları veya kireç kullanımı ile de kömürün bünyesindeki kükürt, yanma esnasında kömürün külünde tutulabilmiştir (Tosun ve diğerleri, 1996). Yöntemin çeşitli olumlu yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Parça boyutu 18 mm ye ulaşan kömürler briketlenebilmektedir,
- Bağlayıcı eleman olarak kullanılan soğuk bağlayıcı madde kömür briketlerini çevre dostu yapmaktadır,
- Soğuk bağlayıcı madde yüksek kükürtlü kömürlerin briketlenebilmesi mümkün kılmaktadır,
- Bağlayıcı ve bağlayıcısız briketlemede kullanılan kurulum işlemine gerek yoktur,
- Sıcak bağlayıcı briketlemede uygulanan ısı yoğurma işlemine gerek yoktur,
- Briketleme esnasında kullanılan yüksek basınçlı preslere gerek yoktur,
- İlk yatırım ve işletme maliyeti düşük olmaktadır ve
- Urun işlenen ev yakıtı formunda elde edilebilmektedir

Soğuk bağlama tekniğinin tüm bu avantajlarına rağmen, sadece düşük kullu kömürlere uygulanabilmesi, kullanımını sınırlandırmaktadır. Soğuk bağlayıcı madde olarak sılıka kullanıldığında, sadece çimento veya çimento ile birlikte kireç katılarak üretilen

briketlerin kalitelerine benzer nitelikte briketler üretilebilmektedir. Soğuk bağlamaya benzer sılıkalı kömür briketleme tekniğinin kömürümüz için uygulanabilirliği araştırılmalı ve en uygun değerlendirme yöntemi belirlenmelidir

## 3 METHOD

Bu çalışmada, briketleme işlemi farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip temsili Tunçbilek ve Amasra tüvenan kömür numuneleri üzerine uygulanmıştır. Tunçbilek ve Amasra kömürünün kimyasal analizleri Tablo 1 de verilmiştir. Kömür numunelerinin kimyasal analizleri incelendiğinde, kömür numunelerinin saf karbon bazında (SKB) uçucu madde oranlarının yaklaşık olarak %37-38 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 1. Tüvenan Tunçbilek ve Amasra kömürünün kısa analizleri

Kimyasal Bileşimi	Tunçbilek Kömürü	Amasra Kömürü
Kül(nemsiz), %	25.6	33.4
Nem (Orinal), %	14.6	49
UçucuMad Or.(SKB),%	38.2	37.4
SabitKarbon(SKB), %	61.8	62.6
Toplam Kükürt (nemsiz)	39	0.7
Isı Değeri, kcal/kg	4840	4950

Briketleme işleminde kullanılan tüvenan kömür numuneleri toz boyutdadır ve elek analizleri ise Tablo 2 de verilmiştir. Testlerde kullanılan kömür numunelerinin parça boyutu 10 mm'nin aranda olup,

Tablo 2. Tüvenan Tunçbilek ile Amasra kömürünün elek analizleri

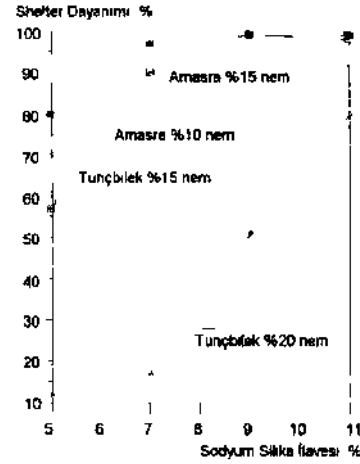
T.Boyut.mm	Tunçbilek Kömürü		Amasra Kömürü	
	Ağ.,%	EA,%	Ağ.,%	EA,%
-10.0+4.75	15.5	100.0	34.3	100.0
-4.75+2.50	23.3	84.5	19.9	65.7
-2.50+1.70	18.1	61.2	12.0	45.8
-1.70+0.85	16.7	43.1	10.6	33.8
-0.85+0.30	11.2	26.4	10.9	23.2
-0.30	15.2	15.2	12.3	12.3
S	100.0		100.0	

Tunçbilek kömür numunelerinin elek analizi incelendiğinde, kömürün yaklaşık olarak %80'ine 4.5 mm'nin altında olduğu ve Amasra kömür

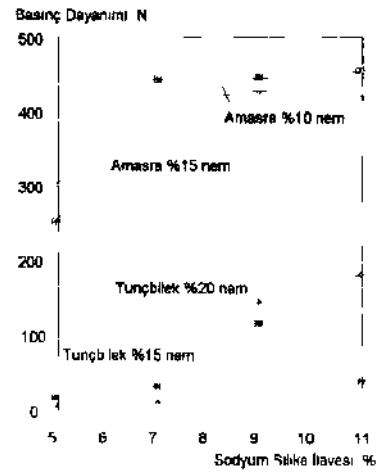
numunelerinin elek analizi incelendiğinde ise %80'inin yaklaşık olarak 75 mm'nin altında olduğu görülmektedir.

Tunçbilek ve Amasra kömür numunelerinin higroskopik nem analizleri yapıldığında numunelerin yaklaşık olarak %4-6 arasında nem içerdikleri gözlenmiştir. Ancak yapılan ıslatma testlerinde Tunçbilek kömür numunelerinin Amasra kömüründen %5 daha fazla nemi bünyesine absorpladığı belirlenmiştir. Bu nedenle kömür numunelerinin bünyelerine alabildikleri nem miktarlarına bağlı olarak kırılma işleminde uygulanan çeşitli denemeler sonucu Amasra kömüründe ağırlıkça %10 ve %15 su ilavesi ile Tunçbilek kömüründe ise %15 ve %20 su ilavesinde kırılma işlemi yapılmıştır. Silindirik kömür kırıcıları 1000 kg'lık bir baskı kuvveti altında 40 mm iç çapındaki 100 mm uzunluğundaki demir boruların içine sülka ve su katkılı kömür bulamacının dökülmesi şeklinde elde edilmiştir. Üretilen kırıklar bir yün havada kurumaya tabi tutularak yeterli kırık sağlamlığına ulaşmaktadır. Testlerde üretilen kırıklar basınç dayanımı ve Shatter dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Deneyler hem Tunçbilek hemde Amasra kömüründen elde edilen kırıklar üzerine uygulanmıştır. Amasra kömürü numuneleri %10, %15 su ile birlikte, ağırlıkça %5, %7, %9 ve %11 sodyum silikat ilavesinde, ayrı ayrı kırılmaya ve üretilen kırıkların Shatter dayanımları belirlenmiştir. Testlerin sonuçları Şekil 1 de gösterilmektedir.

Şekil 1 incelendiğinde Amasra kömüründen üretilen kırıkların Shatter dayanımlarının yüksek olduğu gözlenmektedir. Amasra kömüründen üretilen kırıkların aşınma dayanımları genellikle %80'in üzerinde bulunmaktadır. Ancak Tunçbilek kömür numunelerinin daha yüksek oranda su absorplaması nedeniyle kırıkların bağlanma oranları daha düşük olmuştur. Bu nedenle Tunçbilek kömürü numunelerinden elde edilen kırıkların aşınma dayanımları genellikle %5, %7, %9 ve %11 sodyum silikat ilavesinde çok düşük olmuştur ve Shatter dayanımları genellikle %100'den altındadır. Bu nedenle Tunçbilek kömürü numunelerinin Shatter dayanımlarına ilaveten basınç dayanımları da araştırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla Tunçbilek kömürü numunelerinin basınç dayanımları da araştırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla Tunçbilek kömürü numunelerinin basınç dayanımları da araştırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla Tunçbilek kömürü numunelerinin basınç dayanımları da araştırılmaya başlanmıştır.



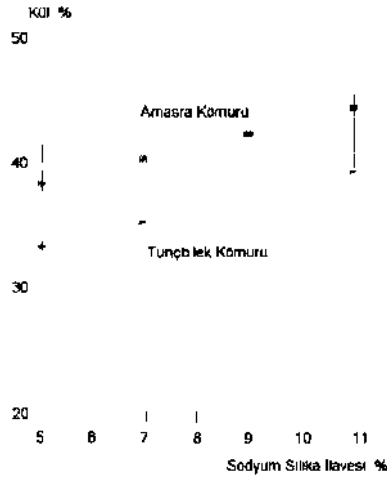
Şekil 1 Sodyum silikat miktarının Tunçbilek ve Amasra kömürü ile farklı oranlarda su ilavesinde elde edilen kırıkların Shatter dayanımlarına etkisi



Şekil 2 Sodyum silikat miktarının Tunçbilek kömürü ile farklı oranlarda su ilavesinde elde edilen kırıkların basınç dayanımlarına etkisi

Tunçbilek kömürünün daha çok su absorptomasından dolayı sülkanın bağlayıcı etkisi azalmış ve aynı zamanda baskı altında kırılma iç yapısında daha kolay kesilme du/lomlcımın oluşmasına neden olmuştur. Böylelikle Tunçbilek kömüründen üretilen kırıkların basınç dayanımı 100 N'den altındadır. Bu değer standartlardaki kabul edilebilir değerin çok altında bulunmaktadır. Bu nedenle kırıkların

el baskı kuvvetinin altında dahi kırılmaktadır. Amasra kömüründen üretilen briketler için mekanik dayanım daha yüksektir. Basınç dayanımı 4S() N a ulaşabilmektedir. Bu basınç dayanımı ile sıcak bağlama tekniği ile briketlerin m esinde çeşitli güçlüklerle karşılaşılan Amasra kömürünün soğuk bağlama tekniği ile biriktirebileceği belirlenmiştir. Testicide üretilen briketlerin kimyasal özelliklerini ve niteliklerini incelemek için alınan temsili briketlerin kül ısı değeri ve kükürt analizleri yapılmıştır. Tunçbilek ve Amasra kömüründen üretilen briketlerin kül analizi sonuçları sızık ilavesine bağı olarak Şekil 1 de gösterilmiştir.

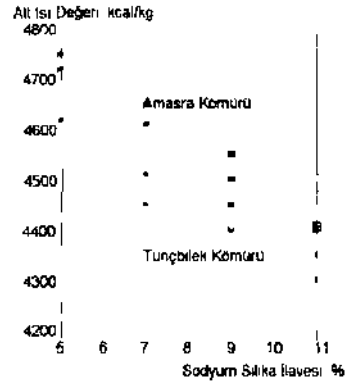


Şekil 1 Sodyum sızık ilavesinin Tunçbilek ve Amasra kömürlerinden üretilen briketlerin külüne etkisi

İnönü'nün kül değeri, sodyum sızık ilavesine bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde artmıştır. İtalyan kömürlerinin tabii olarak yüksek bulunan kül değeri, sızık ilavesiyle birlikte daha da artmaktadır. Bu olgu soğuk bağlama tekniği ile hınlı hınlı bu büyük olumsuzluğudur. Bu nedenle sızık bağı briketleme işlemi düşük kül O/L'li ve SİL "o ID külü yıklanmış kömürle uygulanabilirliğini göstermektedir. İtalyan kömürünün kül sızık briket içinde "ül" ve Amasra kömürünün külüne ise briketlerde %15 e ulaşmıştır.

İtalyan kömürünün ve Amasra kömürünün kül oranında üst ısı değeri bulunan kömürün öğütülmesi alt ısı değeri tespit edilmiştir. VL

ayrıca üretilen briketlerin ısı değerleri temsili briket numunelerinin kalorimetre bombasında yakılması ile belirlenmiştir. Briket kömürlerinin alt ısı değerleri Şekil 4 de sızık ilavesine bağı olarak gösterilmiştir.

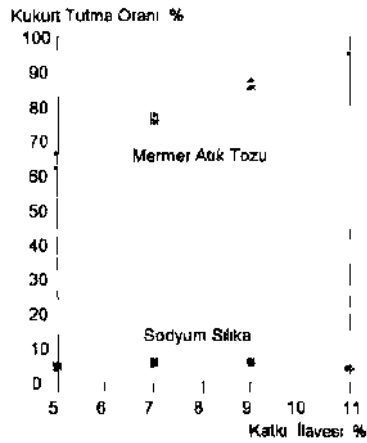


Şekil 4 Sodyum sızık ilavesinin Tunçbilek ve Amasra kömürlerinden üretilen briketlerin alt ısı değerine etkisi

Şekilde de görüleceği üzere briketlerin ısı değerleri sızık miktarlarına bağı olarak azalmaktadır. Bu azalma lineer olarak değişmektedir. %10 sızık Amasra kömüründe ısı değeri 4950 kcal/kg dan 4740 kcal/kg a düşmektedir. Kömür benzer şekilde Tunçbilek ve Amasra kömürlerinden üretilen briketlerin ısı değerleri artan kül değeriyle bağı olarak sodyum sızık ilavesiyle azalmaktadır. Bu, yöntemin olumsuz bir yönüne rağmen, sızık briketleme işleminin diğer soğuk bağlama tekniklerine üstünlüğü briketlerin kolayca tutuşarak yanabilmesidir. Kömür briketleri sızık soğuk bağlama tekniğinde kömüre eş değer yanma özelliği göstermektedir ve yanma sırasında ortaya çıkan kül cutılı şeklinde briketün en yüksek sıcaklıkta dahi ve pisinin bozulmadan yanmasına neden olmaktadır.

Deneylerde kullanılan kömür numunelerinin toplam kükürt yanabilen kükürt ve küllerin toplam kükürt analizleri yapılarak numunelerde yanma sonrası ve esnasında ne kadar kükürtün kömürün külünün bünyesinde tutulduğu tespit edilebilmiştir. Briketlerin külün dihidrojen yapıları mermer alıko/ü ile üretilen briketlerin (Şenlök ve diğerleri 1996) ve sızık briketlerin yanma esnasında bunların içinde tutulduğu miktarları % olarak Şekil 5 de gösterilmiştir. %10 sızık ilavesiyle üretilen briketlerin külüne

binketlerin yanma sonrasında bünyelerinde yüksek miktarda kükürt tutulmasına neden oldukları ancak, sülka ilavesinin miktarı ne olursa olsun kükürt tutmada etkin olmadığı gözlenmiştir Sodyum silikatın tutmuş gözükteüü %> lık kükürt tutma oranı, komurun kul mineral maddesinin kükürt tutma oranıdır



Şekil 5 Sodyum silikat ve mermer atık tozu ilavesinin Tunçbilek kömürlerinden üretilen binketlerin kükürt tutma oranına etkisi

Sülkanın dışındaki soğuk bağlayıcı maddeler komurun yüzeyini kapatmakta ve hatta gözeneginin içine girerek komurun oksitlenme ve yanma özelliğini önemli ölçüde değiştirmektedir Ancak sülka bu olumsuzluğu ortadan kaldır inakladır Binketlerin mekanik dayanımları diğer soğuk bağlama tekniklerinde kullanılan binketlere na/aran daha zayıf olduğu gözlenmiş olsa dahi daha geliştirilmiş (alışmalar ile bu olumsuzluk giderilebilecektir! Uyguladığımın testlerin sonucunda taş kömürlerinin linyitlere na/aran daha az su emme özelliğine bağlı olarak lahallıkla sülka ile binketienebileceği belirlenmiştir! İ jıyıtı mı/ın bu yöntemeye uygun olmadığı açıkça test sonuçlarından görülmektedir Bolunumıt/dc şu anda yapılmakta olan çalışmalar İmyillerını/ı uı/cy o/elliğini İyileştirerek bu yöntemeye uygun hale getirmeyi ve binketlemevi kapsamak İddı

## KAYNAKLAR

Crickmer, D F , Zegeer DA , 1981, Elements of Practical Coal Mining, AIME, New York

Şenturk A , Gunduz L , Tosun Y I, Sarıışık A 1996 *Mermer İeknolojüsü*

Tosun Yi , Sarıışık A, 1995, *Soğuk Bağlama İekniğı-Katı Yakıtlarda Kükürt İok.su Tutma* 10 Ulusal İısı Bilimi ve Tekniğı Kongresi, Gazı Üniversitesi, Ankara

Tosun Yi , Şenturk A, Gunduz L, 1995, *Katı Yakıtla/in Soğuk Bağlama İekniğı İle Değerlendirilmesi* 10 Ulusal İısı Bilimi ve Tekniğı Kongresi, Gazı Üniversitesi, Ankara

Tosun Yi , 1996 *Use of Marble Wastes Against Pollution* The First International Symposium on Mine Environmental Engmeenng, Dumlupınar University Engineering Faculty Mining Engineering Dept, Kütahya

Tosun Yİ , 1996, *Desulfurisation Use of Marble Wastes* TIEES-96 First Trabzon International Energy and Environment Symposium July 29-1], Trabzon

Tosun Y t, Gunduz I, Şenturk A, 1996, *Soğuk Bağla) tuh Komm Bırıkelleme- Kükürt İok.su İutma* 10 Komur Kongresi Zonguldak

