

## **ZONGULDAK KÖMÜRLERİNİN KATKISIZ BİRİKETLENMESİ**

### **BRIQUETTING OF ZONGULDAK COALS WITHOUT BINDER**

**İbrahim BUZKAN**, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Muh Fak, 67100 Zonguldak*  
**A.Necmi ŞAHİN**, *TTK Üzülmöz Müessesesi, 67040 Zonguldak*

#### **ÖZET**

Bu çalışmada Zonguldak Taşkömür Havzasındaki kömür damarlarından alınan örneklerin geliştirilen pilot çapta bir deney seti yardımı ile katkı maddesiz biriket kömürü üretilmesi amaçlanmıştır. Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki belirlenen damarlardan, damar bazında oluk örnekleri alınarak boyutlandırılmış ve karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Kömür örnekleri katkı maddesiz olarak hazırlanan sistemde biriketlenmiş ve elde edilen biriketlerin karakteristik özellikleri, sağlamlık testleri yapılmıştır. Son olarak, katkı maddesiz olarak üretilen biriketlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

#### **ABSTRACT**

In this paper, it is aimed to produce briquetting coals without binding material using a newly developed method on the samples collected from the coal seams of Zonguldak Hardcoal Basin. The channel samples taken from the basin are classified according to their size, and their characteristic properties are also determined. These coal samples are briquetted in a system of no binding material, and the tests are carried to determine the strength and other characteristic features of the briquettes produced. Finally, these briquettes are evaluated for their usage.

## 1. GİRİŞ

Kömür enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemiz kömür rezervlerinin sınırlı olması ve nüfusun hızlı artışı, kaynaklarımızın kullanımında çok dikkat edilmesini ve üretim-tüketim kayıplarının en aza indirilmesini gerektirmektedir. Geleneksel, mekanik madencilik yöntemlerinin uygulanması, kömür üretimi sırasında damar karakteristiğine bağlı olarak ince boyutlu kömür oranını önemli ölçüde artırmaktadır. Ayrıca stok sahalarında ve nakliye esnasında hava koşullarında etkisi ile kömürlerin ufalanmaya yatkınlığı artmaktadır.

Toz kömürler parça kömürlere göre kendiliğinden yanmaya daha yatkındırlar. Bu nedenle kendiliğinden yanmanın söz konusu olduğu kömür ocaklarında kömürleri stokta bekletmekte hemen hemen imkansızdır.

Yakacak olarak üretilen kömürlerin tozlu olması yanarken taneciklerin yanmadan havaya karışmasına neden olmakta ve dolayısı ile hava kirliliği artmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı ülkemiz toz kömürlerinin biriktelenerek kullanılması büyük bir önem taşımaktadır.

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Zonguldak Taşkömür Havzası, Batı Karadeniz sahilinde Ereğli-İnebolu arasında yaklaşık 160 km doğu-batı yönünde yayılım göstermektedir. Havzada Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından Kozlu, Üzülmaz ve Karadon Müesseses Müdürlikleri olmak üzere 3 ana üretim merkezi bulunmaktadır. Taşkömür üretim çalışmaları bu 3 müesseseye bağlı 5 ayrı işletmede yürütülmektedir. Havzada; krible, 18-50, 10-18, 0-10, filtrasyon ürünü, +18 tüvenan, mikst ve şlam sınıflarında olmak üzere yılda toplam 3 milyon ton taşkömürü TTK tarafından üretilmektedir. Bu üretilen kömürlerde filtrasyon ürününün 1 milyon ton civarında olması ile büyük bir yer tuttuğu görülmektedir. Filtrasyon ürünü kömürler; toplam ürünün miktar olarak 1/3'ini oluştururken, parasal değer olarak ise 10-18 mm sınıftaki kömürlerin parasal değerinin ancak 1/3'ini oluşturmaktadırlar. Havzada TTK dışında çeşitli ruhsatlı sahalarından da yılda yaklaşık 50 000 ton toz kömür üretilmektedir.

Bu nedenle Zonguldak Havzasında üretilen kömürlerin katkısız olarak biriktelenerek parasal değerlerinin, en az 10-18 mm sınıftaki kömür değerine çekilerek 3 kat daha ekonomik değer kazanacağı düşünülmektedir.

Katı tanecikli yapıya sahip maddeleri, uygun bir kalıp içerisinde, yeterli bir basınç altında sıkıştırarak sağlam ve tek düze bir hale getirme işlemine biriktelleme adı verilmektedir (Akgün, 1987).

Genelde kömürün biriktellenmesinde 2 ana amaç söz konusudur;

- Toz halindeki kömürleri parça kömür haline getirmek,
- Yüksek nem içerikleri nedeni ile tüvenan olarak yakılması güç olan kömürlerin kurutma yolu ile ısı değerlerinin artırılması ve biriktelenerek yüksek ısı değerli sağlam bir yakıt haline dönüştürülmesidir.

Böylece toz veya ince taneli bitümlü veya yarı bitümlü kömürlerin biriketlenme sonucu değerlerinde bir artış gözlenirken istenilen kalitede yüksek ısı değerine sahip çevreye duyarlı biriket kömürlerde elde edilmektedir.

Kömürleri biriketlenmenin nedenleri; tozlanma ve parça kaybını önlemek, yanma sırasında kömürün ızgara altına düşmesini engellemek, tozların baca gazları ile sürüklenerek atmosfere geçmesini ve hava kirliliğini önlemek, kurutma nedeni ile kömürün ısı değerini artırmak, kömürün stokta kendiliğinden tutuşmaya yatkınlığını azaltmak, kömürün hacmini azaltarak depolama ve nakliyatta kazanç sağlamak, yığın içinde belirli porozite ve geçirgenliğin sağlanması, belirli özelliklerde malzeme akımının sağlanması ve kullanım için gerekli tane iriliğinin sağlanmasıdır (Kural, 1988).

İlk kez ABD'de 1848 yılında biriketlenme patenti alınmıştır (Kural, 1991). Almanya'da 1887 yılında 56 biriket fabrikası ile 1 milyon ton biriket imal edilmiştir (Ergun, 1972). Dünyanın en büyük biriket üreticisi 1965'lerde 68.3 milyon tonluk üretim ile Demokratik Almanya olmuştur. Diğer önemli biriket üreticileri sırası ile Federal Almanya, Sovyetler Birliği, Güney Kore, Fransa, Japonya, Avustralya ve Bulgaristan olarak sıralanmaktadır (Gencer, 1983).

Daha sonraları 1980'li yıllarda ise biriket üretimi birkaç milyon tona düşmüştür (Kural, 1991). Ancak 1970'li yıllarda baş gösteren petrol krizi gelişmiş ülkeleri, enerji gereksinimi açısından kömürü tekrar uygun bir şekilde değerlendirme çabalarına yöneltmiştir (Çetek, 1978).

Ülkemizde ilk büyük biriket tesisi 1939 yılında Zonguldak Üzülmez bölgesindeki kok fabrikasının yakınına kurulmuştur. Tesis 1960 yılında 134 bin ton biriket üretimi ile en yüksek verime ulaşmasına rağmen 1974 yılında faaliyetine son vermiştir (Kural, 1991). Kömürlerimizin ekonomik şekilde değerlendirilmesi konusunda günümüze kadar MTA, TKİ, TÜBİTAK ve Üniversiteler ile özel sektör tarafından çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Kaya, 1986).

### **3. BİRİKETLERDE ARANILAN ÖZELLİKLER**

Kullanım amacına uygun olarak kömür biriketlerinde belirli özellikler aranmaktadır. Biriketlerin özellikleri; kullanılan kömürün cinsi, katkı maddesinin cinsi ve oranı ile kullanılan yöntemle göre değişmektedir. Bu özellikler biriketlerin mekanik sağlamlığı, dayanıklılığı ve yoğunluğu ile biriketlerin ısıya karşı dayanımı ve yanma özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biriketlerin dayanıklılığı suya ve rutubete karşı ölçülmekte olup genellikle biriketlerin su içinde dayanıklılıklarının belirlenmesine dayanmaktadır. Biriketler yağmur veya başka bir nedenle ıslandıklarında, hava şartlarında meydana gelen değişiklikler nedeni ile kuruyup tekrar higroskopik nem aldıklarında sağlamlıklarını korumalıdır. Su içinde bir saat kalan biriket sağlamlığını % 50'nin üzerinde koruyabiliyorsa ve bütünlüğünü muhafaza ediyorsa o biriket hava şartlarına karşı dayanımını yeterli saymak mümkündür (Yücel, 1983).

Biriketlerin suya dayanım testi Avrupa'da 24 ile 48 saat, hatta bazı hallerde 7 gün arasında olması istenmektedir. Türkiye'de ise bu sürenin 1 saat olarak alınması

önerilmektedir (Akgün, 1987). Biriketlerin yoğunluğu ile biriket sağlamlığı arasında belirli bir bağ vardır. Yoğunluk yükseldikçe biriket sağlamlığı artmaktadır.

Kullanılan kömür ve bağlayıcı maddesine göre biriket yoğunlarının 0.9-1.5 g/cm<sup>3</sup> arasında değiştiğini söylemek mümkündür (Kemal, 1990).

Biriketlerin ateşe karşı dayanımları sobada yakılma esnasında gözlenerek tespit edilmektedir. Bu konuda standard bir yöntem yoktur (Kemal, 1990).

#### **4. KÖMÜR BİRİKETLEME TEKNİKLERİ VE ÇEŞİTLERİ**

Dünya'da uzun yıllardan beri biriket yapılmasına rağmen her tür kömüre uyacak evrensel bir metod geliştirilememiştir. Biriketlemede kömürün karakteristiği ve petrografik yapısı olayı önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun yanında kömür taneciklerinin yapısı ve nem içeriğinde çok önemlidir (Akgün, 1987).

Biriketleme olayının temeli ve tekniğinin geliştirilmesinde birçok araştırma ve inceleme yapılarak çeşitli teoriler ileri sürülmektedir. Bunlar; bitüm teorisi, moleküler enerji teorisi ve kapiler teoridir (Kural, 1991).

Biriketleme teknikleri bağlayıcı ve bağlayıcısız biriketleme olmak üzere başlıca iki ana grup altında toplanmaktadır. Bağlayıcı biriketleme her türlü kömürlere uygulanabilmekle beraber kullanılacak bağlayıcıların (zift, melas, sülfid likörü, v.s.) başka alanlarda kullanımları ve pahalı olmaları nedeni ile biriket maliyetini arttırmaktadır (Yücel, 1983). Bu bağlayıcılar zaman zaman da çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Katkı maddesiz biriketleme yönteminde ise, herhangi bir yabancı maddeye ihtiyaç duyulmadan uygun olan yumuşak linyitlerde biriketlenebilmektedir. Ayrıca kömürlerin plastik özelliklerinden yararlanılarak bağlayıcı madde kullanılmadan sıcak biriketleme yöntemi uygulanabilmektedir (Gencer, 1986).

#### **5. ZONGULDAK KÖMÜRLERİNİN KATKISIZ BİRİKETLENMESİ**

Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki Armutçuk, Kozlu, Üzülmüş ve Karadon İşletme Müdürlüklerindeki çalışılan kömür damarlarından TSE 2942'ye göre yaklaşık 70 kg'lık oluk örnekleme yapılmıştır. Kömür örnekleri, damarın tamamını karakterize edecek şekilde tarafımızdan geliştirilen bir dizayn ile; ayak olarak işletilen damarlarda ayak başı, ayak ortası ve ayak dibinden, işletme hazırlıkları devam eden damarların taban arınlarından alınmıştır (Buzkan, 1990).

TTK bünyesinde faaliyet gösteren işletmelerden tüvenan olarak alınan kömür örnekleri ZKÜ Maden Mühendisliği Bölümüne getirilerek 3 ayrı ebatla sınıflandırılmıştır.

Kömür örnekleri, önce Cevher Hazırlama Laboratuvarlarında çeneli kırıcılardan geçirilip 10 mm elek açıklığına sahip sabit elekten elenerek 10 mm'nin altına indirgenmiştir. Daha sonra herbir örnek, elek açıklığı -6, -4, -2 mm olan el elekleri kullanılarak; -6/+4, -4/+2, -2 ve altı olmak üzere üç ayrı ebatla sınıflandırılarak ayrı ayrı torbalanmıştır. Biriket yapımında kullanılan kömürlerin karakteristik özellikleri Çizelge 1'de verilmektedir. Biriketleme deneyleri için ZKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Jeokimya Araştırma Laboratuvar'larında tarafımızdan düşünüp, tasarlanan ve dizaynı gerçekleştirilen pilot çaplı bir biriketleme deney seti kurulmuştur.

Çizelge 1. Biriket yapımında kullanılan kömürlerin karakteristik özellikleri.

İSLETME ADI	DAMAR ADI	ÖR.NEK ALIM YERİ VE TANE BOYUT (mm)	ORJINAL KÖ. MCR							KURU KOMOR							
			.Nim	Kül %	Uçucu Madd %	Sabit Karboa	Kalori Kcal/mot	Toplam Kibarı %	Kül %	Ucaca Madd %	Sabıl Karboa %	Kalori kcal/mol	Toplam Kök Ort %				
K I L I M L I 0 E L L I K	ÇAY	A	-2	0.93	10.92	24.96	63.19	7310	0.89	11.02	25.19	-3.79	7379	0.90			
				0.83	10.50	24.49	64.18	7354	0.85	10.59	24.69	64.72	7416	0.86			
				0.98	11.05	24.46	63.51	7295	0.83	11.16	24.69	64.15	7444	0.84			
		B		0.92	9.2J	24 J1	65.49	7447	0.81	9J7	24.54	66.09	7507	0.89			
				0.19	9.57	23.59	65.95	7424	0.77	9.66	23.80	66.54	7491	0.78			
				0.89	13.26	23.91	61.94	7119	0.79	13.38	24.12	62.50	7183	0.80			
		C		1.02	23.77	21.41	53.80	5917	0.82	24.02	21.63	54.35	5978	0.83			
				1.01	39.51	-17.46	42.02	4600	0.55	39.91	17.64	42.45	4647	0.36			
				0.86	41.15	-17.20	40.79	4432	0.57	41.51	17.35	41.14	4470	0.58			
		SULU	A		0.78	8.21	26.02	64.99	7463	0.82	8.27	26.22	65.51	7522	0.83		
					-1	0.69	11.88	24.86	62.57	7082	0.85	11.96	25.03	63.01	7131	0.86	
					-4	0.67	15.04	24.09	60.2	6743	0.81	15.14	24.25	60.61	6789	0.86	
	B			-2	0.81	8.72	24.24	66.23	7418	1.26	8.79	24.44	66.77	7479	1.27		
					0.81	14.68	23.56	60.95	6761	1.02	14.80	23.75	61.45	7816	1.03		
				-6	0.77	18.36	24.87	56.00	6429	1.07	18.50	25.06	56.44	6479	1.08		
	C			-2	0.87	9.60	25.51	64.02	7252	0.92	9.68	25.73	64.59	7316	0.93		
					0.8	13.05	24.11	62.04	6935	0.87	13.16	24.30	62.54	6991	0.88		
					0.71	22.68	24.59	52.02	6090	0.69	22.84	24.77	52.89	6134	0.70		
	DOMUZCU		A		-2	1.65	9.04	26.78	62.53	7235	1.04	9.19	27.23	63.58	7356	1.05	
						1.72	12.50	25.82	59.96	6905	1.01	12.72	26.27	61.01	7026	1.02	
					-6	1.66	18.71	23.32	56.31	6291	1.06	19.03	23.71	57.26	6397	1.07	
		B		-2	1.64	6.90	28.46	63.00	7454	1.35	7.02	28.93	64.05	7578	1.36		
				•4	1.58	4.87	25.99	68.16	7700	1.53	4.95	25.8	69.25	7824	1.54		
				•4	1.53	5.46	28.25	64.76	7629	1.22	5.55	28.69	65.76	7848	1.23		
		C		•2	1.92	16.50	26.55	55.03	6486	1.29	16.83	27.07	56.10	6613	1.30		
				A	1.79	25.46	23.95	48.80	5638	1.00	25.92	24.39	49.69	5741	1.01		
				-6	1J2	31.74	21.82	44.72	5056	0.97	32.30	22.20	45.50	5145	0.98		
		AKDAÜ	A		.2	0.74	32.62	22.42	44.22	5074	0.97	32.86	22.59	44.55	5112	0.98	
					-i	1.27	44.27	17.70	36.76	3866	0.91	44.84	17.93	37.23	3916	0.92	
					-6	1.31	47.81	18.55	32.33	3511	0.73	48.44	18.08	32.76	3558	0.74	
	B			-2	1.46	29.59	19.73	49.22	5240	1.11	30.03	20.02	49.95	5318	1.12		
				-1	1.36	37.57	20.97	40.10	4458	0.95	38.09	21.26	40.65	4519	0.96		
				-6	1.30	31.10	21.56	46.04	5137	0.90	31.51	21.84	46.65	5205	0.91		
	C			-2	1.22	19.40	22.18	57.20	6270	1.03	19.64	22.45	57.91	6348	1.04		
					1.24	19.16	24.02	55.58	6288	1.03	19.40	24J2	56.28	6367	1.04		
					0.97	20.03	25.63	53.37	6241	0.96	20.23	25.88	53.89	6302	0.97		
	I N C I R H A R M A N I H S A N I Y E		B DAMAR	0		-2	0.90	18.97	24.96	55.17	6250	1.12	19.14	25.19	55.67	6307	1.13
						*	0.87	34.55	22.03	42.55	4746	0.78	34.85	22.22	42.93	4788	0.79
						-6	0.87	26.00	21.79	51.34	5594	0.83	26.23	21.98	51.79	5643	0.84
		D			-2	1.30	16.71	23.94	58.05	6477	1.01	16.93	24.26	58.81	6562	1.02	
						1.20	14.91	25.08	38.81	6627	0.90	15.09	25.38	59.53	6708	0.91	
					-6	1.13	19.4	22.10	57.37	6199	0.83	19.62	22.35	58.03	6270	0.84	
		ACILIK	D		•2	0.94	5.81	27.20	66.05	7553	1.01	5.87	27.46	66.67	7625	1.02	
					-4	0.91	5.10	26.01	67.98	7613	1.12	5.15	26.25	68.06	7683	1.13	
					*	0.44	19.42	25.29	54.85	6250	0.99	19.51	25.40	55.09	6278	1.00	
			A			1.32	15.35	27.69	55.64	6583	1.09	15.56	28.06	56.38	6671	1.10	
						1.15	13.45	27.63	57.77	6831	0.82	13.61	27.95	58.44	6911	0.83	
					•6	1.01	12.50	27.93	58.56	6918	0.89	12.63	28.22	59.15	6989	0.90	
B			-2	1.44	36.81	27.71	34.04	4446	1.18	37.35	28.11	34.54	4511	1.19			
				1.79	37.57	21.81	38.83	4366	0.93	38.25	22.21	39.54	4446	0.94			
			•6	1.69	48.92	19.56	29.83	3358	0.74	49.76	19.90	30.34	4416	0.75			
C				1.26	22.26	26.74	49.74	5957	1.36	22.54	27.08	50.38	6033	1.37			
				1.14	26.67	26.29	45.90	5522	1.25	26.98	26.59	46.63	5586	1.26			
				-6	1.11	27.08	26.34	45.47	5422	0.81	27.38	26.64	45.98	5483	0.82		
B KILIÇ		A			1.50	39.56	22.10	36.84	4243	1.70	40.16	22.44	37.40	4308	1.71		
					1.29	31.15	25.93	41.63	5067	1.76	31.56	26.27	42.17	5133	1.77		
				-6	1.12	26.83	26.16	45.89	5466	1.07	27.13	26.46	46.41	5528	1.08		
		B			1.53	32.04	25.20	41.23	4978	1.32	32.54	25.59	41.87	5056	1.33		
					1.42	27.38	25.93	45.27	3376	1.30	27.77	26.30	45.93	5453	1.31		
				-6	1.20	21.85	27.49	49.46	6002	1.02	22.12	27.82	50.06	6075	1.03		
		C			1.1J	3.12	30.04	65.69	7801	1.04	3.16	30.39	0.75	7392	1.05		
					-4	1.85	2.02	31.25	64.88	7834	0.56	2.06	31.84	66.10	7982	0.57	
					-6	1.59	2.16	31.12	65.13	7844	0.74	2.19	31.62	66.19	7971	0.75	
		B DAMAR	A			1.72	2.15	29.72	66.41	6921	0.81	2.19	30.24	67.57	7042	0.82	
						1.72	8.33	31.7	58.25	6476	1.16	8.48	32.25	59.27	6589	1.17	
					•6	1.71	9.01	30.24	59.04	6428	1.12	9.17	30.77	60.06	6540	1.13	
B					1.54	9.06	31.71	57.69	6437	0.86	9.2	32.21	51.59	6538	0.87		
					-4	1.42	7.18	32.69	58.71	6581	0.67	7.28	33.16	59.56	6676	0.68	
					-6	1.28	6.11	32.94	59.67	6667	0.71	6.19	33.37	60.44	6754	0.72	
C					1.82	4.89	31.68	61.61	6716	0.61	4.98	32.27	62.75	6841	0.62		
					-4	1.68	4.39	31.65	62.28	6762	0.57	4.47	32.19	63J4	6878	0.58	
					-6	1.57	5.03	32.48	60.92	6725	0.65	5.11	33.00	61.89	6832	0.66	

A Asal; Bası, B Ayıl Ortası, C. Aval Dibi, O Taban Hazırlık

Çizelge 1. (devamı).

İSLETME ADI	DAMAR ADI	ÖRNEK ALIM YERİ VE TANE BOYUTU (mm)	ORJINAL KÖMLER						KURU KÖMÜR					
			Nem	Kül %	Uçucu Madde %	Sabit Karbon %	Kalori kcal/mol	Toplam Kükürt %	Kül V.	Leucu Madde %	Sabit Karbon V.	Kalori kcal/mol	Toplam Kükürt %	
UZULMEZ	NASIF-OĞLU	A	-2	1.5	21.69	20.36	49.37	5300	0.64	29.15	20.69	50.16	5385	0.65
			-1	1.4	29.22	23.55	45.79	5270	0.34	29.65	23.89	46.46	5347	0.35
			-6	1.33	25.16	24.92	48.59	5697	0.96	25.5	25.26	49.24	5774	0.97
		B	-2	1.42	29.6	23.26	45.69	5239	0.94	30.06	23.59	46.35	5315	0.95
			-4	1.32	28.13	24.06	46.49	5361	0.66	28.51	24.38	47.11	5433	0.67
			*6	1.29	36.10	23.08	39.53	4665	0.57	36.57	23.18	40.05	4726	0.58
		C	-2	1.43	21.02	27.57	49.98	6127	1.01	21.32	27.97	50.71	6216	1.09
			-4	1.42	17.97	28.17	52.44	6368	1.10	18.23	21.58	53.19	6460	1.10
			-6	0.58	32.45	26.77	40.20	5057	0.68	32.64	26.93	40.43	5086	0.69
	ÇAY	A	2	1.33	29.19	22.67	46.81	5281	0.39	29.58	22.98	47.44	5352	0.40
			-4	0.16	27.43	23.03	49.38	5612	0.36	27.47	23.07	49.46	5621	0.36
			-6	0.96	34.57	21.17	43.30	4802	0.39	34.91	21.38	43.71	4849	0.40
		B	*2	0.15	22.35	24.39	53.11	6074	0.69	22.38	24.43	53.19	6083	0.70
			-1	1.11	25.94	22.72	50.23	5654	0.49	26.23	22.98	50.79	5717	0.50
			-6	0.97	23.17	23.32	52.54	5917	0.34	23.4	23.55	53.05	5975	0.35
		C	*2	1.22	24.32	23.86	50.60	5771	0.43	24.62	24.15	51.23	5842	0.44
			-4	1.08	24.19	25.24	49.49	5792	0.74	24.45	25.03	25.52	5855	0.75
			-6	0.96	23.04	23.76	52.24	5890	0.76	23.26	23.99	52.75	5947	0.77
	TASBACA	A	-2	1.57	17.86	27.17	53.40	6365	1.17	18.14	27.60	54.26	6467	1.18
			-4	1.30	17.07	28.18	48.06	6490	1.10	17.29	28.55	48.74	6575	1.11
			-6	1.25	16.99	28.18	55.76	6500	1.17	17.2	28.54	56.51	6583	1.18
		B	-2	1.39	22.81	27.74	43.44	5950	1.14	23.13	28.13	43.96	6034	1.15
			-1	1.31	20.25	20.25	26.86	6191	1.11	20.53	27.24	52.23	6278	1.12
			6	1.33	17.27	25.64	55.76	6512	1.23	17.5	25.99	56.51	6600	1.24
		C	*2	1.44	30.92	24.31	43.44	5107	1.13	31.37	24.67	43.96	5182	1.12
			*4	1.33	20.17	26.16	52.23	6201	1.06	20.44	26.51	53.05	6285	1.07
			-6	1.29	20.27	27.05	51.35	6197	0.64	20.53	27.40	52.07	6278	0.65
	SULU	A	2	1.44	21.58	24.71	52.42	6004	0.95	21.90	25.07	53.03	6092	0.96
			-4	1.42	18.45	26.51	53.60	6370	0.56	18.72	26.89	54.39	6462	0.57
			*6	1.36	24.37	25.32	48.95	5756	0.97	24.71	25.67	49.62	5835	0.98
		B	2	1.50	39.63	19.91	38.96	4297	0.52	40.23	20.21	39.56	4363	0.53
			-1	1.33	45.20	18.96	34.51	3796	0.64	45.81	19.22	34.97	3847	0.65
			6	1.24	41.11	19.54	38.11	4179	0.58	41.63	19.79	38.58	4232	0.59
		C	2	1.69	44.59	18.74	34.98	3813	0.37	45.36	19.06	35.58	3879	0.38
			-1	1.49	43.80	18.32	36.39	3884	0.62	44.46	18.60	36.94	3943	0.63
			-6	1.48	43.87	18.54	36.11	3580	0.62	44.53	18.82	36.65	3938	0.63

A Ayak Başı, B Ayak Ortası, C Ayak Dibi

Ayrıca biriketlerin presleme işlemleri için ZKÜ ZEDEM Laboratuvar'larında hidrolik pres kullanılmıştır.

Tarafımızdan geliştirilen katkısız biriketleme deney seti ısıtma kabı, termocouple, karıştırıcı, azot gaz tüpü, biriket kalıbı ve hidrolik presten oluşmaktadır.

Biriketleme çalışmaları sırasında ısıtma kabının sıcaklığı 200 ile 250 °C arasında değişik bazlarda tutulmuştur. Hidrolik preste biriket kalıplarına sırası ile 1559, 2078, 2598, 3118, 3638 ve 4157 kg/cm<sup>2</sup>lik basınçlar uygulanmıştır. Elde edilen ilk biriketlerde 3118 kg/cm<sup>2</sup> ve daha yukarı basınçlarda biriketlerin deformasyonlara uğradıkları görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında üretilen 1620 adet biriket örneğinin karakteristik özelliklerinin ortalamaları Çizelge 2'de verilmektedir. Üretilen biriketlerde sağlamlık testleri olarak shatter indeksi ile kırılma sağlamlığı deneyleri yapılmıştır (Şekil 1, 2, 3, 4). Biriketler su içerisinde 1 saat, 1 gün ve 10 günlük periyotlarda bekletilmiştir. Bu zaman aralıklarında biriketlerde fiziksel bir bozulma ve dağılma meydana gelmemiştir.

Zonguldak Taşkömür Havzası kömürlerinin katkısız olarak biriketlenmesi üzerine yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

Asma-Dilaver İşletmesindeki kömür damarlarından alınan örneklerden yapılan biriketlerde, nem % 0.37 ile % 1.42, kül % 21.93 ile % 43.03, uçucu madde % 13.83 ile % 27.76, sabit karbon % 21.14 ile % 57.07, toplam kükürt % 0.18 ile % 0.58, kalori 4557 ile 6307 kcal/mol arasında değişmektedir. Minimum Kırılma sağlamlığı değeri,

Çizelge 2. Katkı maddesiz olarak elde edilen biriketlerin karakteristik özellikleri.

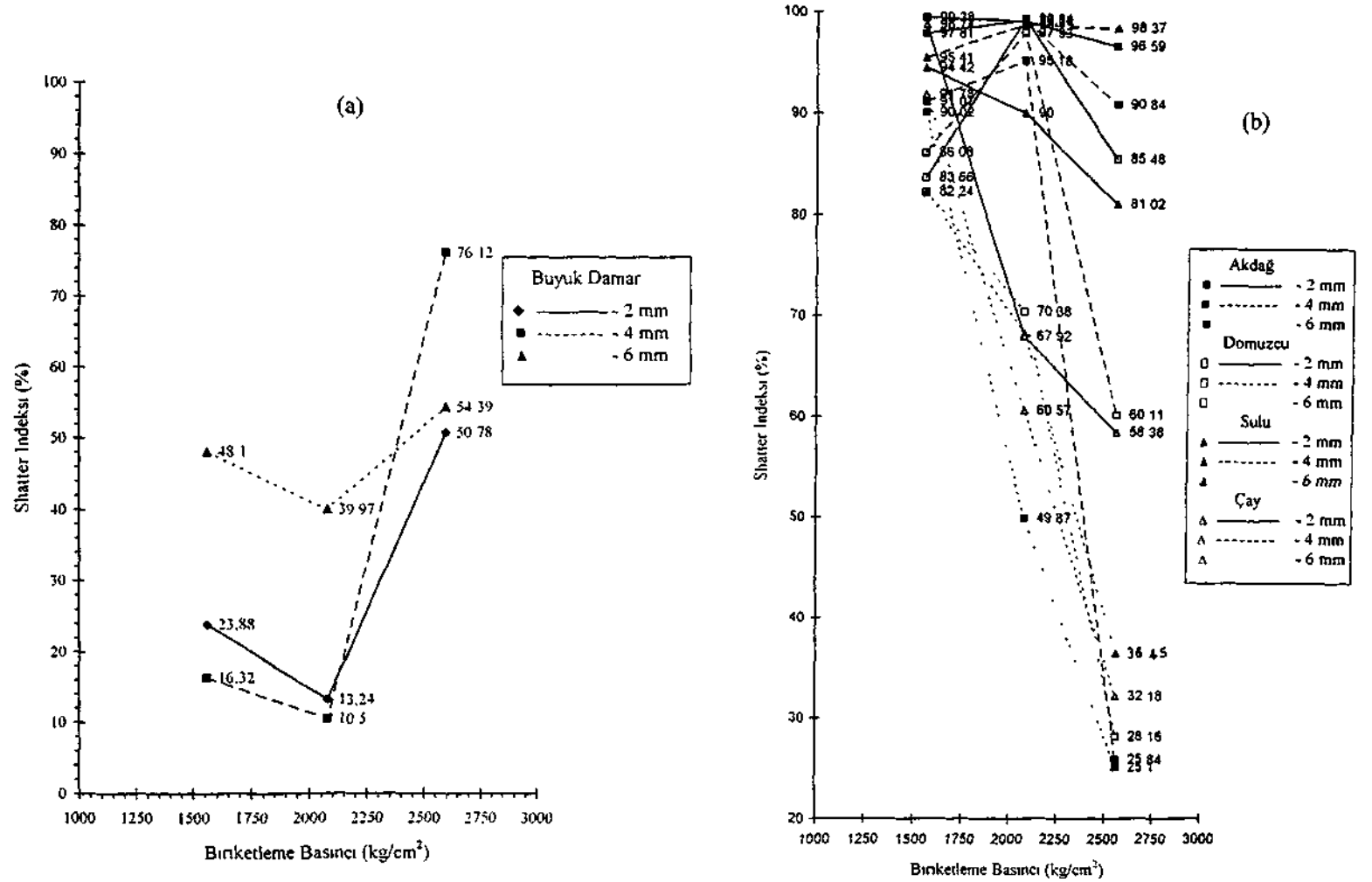
İŞLETME ADI	DAMAR ADI	TANE BOYU (mm)	Orjinal Kdmilr						kum KÖmar					
			Nun v.	kül %	Uçucu Madde v.	Sabll Karbon %	Kalori kcat/mol	Toplam kMOrl (V.)	Kül %	Uçucu Madde V.	Sabll karbon V.	Kalori kcal/mol	Toplam Küllirt (V.)	
». 1 L 1 M L 1 0 E L 1 K	ÇAY	-2	0 61	24 06	21 26	54 06	6373	0 41	24 21	2140	54 39	6412	0 42	
		-4	0 73	45 35	21 75	32 16	4583	0 40	45 68	21 91	32 40	4617	0 41	
		-6	0 50	39 36	20 15	40 00	5109	0 31	39 56	20 25	40 20	5115	0 32	
	SULU	-2	0 79	31 1	20 79	47 32	5760	0 42	3135	20 95	47 70	5806	0 43	
		-4	0 84	36 92	1951	42 73	5287	0 67	37 23	20 67	42 09	5332	0 68	
		-6	0 78	45 05	18 34	35 83	4605	0 41	45 40	18 48	36 12	4641	0 42	
	DOMUZCU	2	132	28 94	26 71	42 83	5912	0 51	29 38	27 13	43 50	6003	0 52	
		-4	105	33 59	25 16	4125	5556	0 67	3194	25 43	40 62	5615	0 68	
		6	0 67	36 40	22 5	40 35	5322	0 54	36 65	22 73	40 62	5358	0 55	
	AJ.DAC	-2	1 15	36 17	23 58	39 10	5287	0 43	36 59	23 86	39 55	5349	0 44	
		-1	0 98	33 89	20 60	44 60	5490	0 49	34 18	20 79	45 03	5544	0 50	
		6	0 67	10 81	24 52	64 00	3826	0 50	3102	24 68	44 29	5863	0 51	
	1 N C 1 R H A R M A N 1 1 H S A N 1 Y E	B DAMAR	-2	0 75	34 01	22 63	42 60	5525	0 55	34 27	22 81	42 92	5567	0 56
			-4	0 82	29 14	22 98	47 05	5952	0 39	29 39	2117	47 43	6001	0 40
			-6	0 75	33 06	17 59	48 59	5595	0 41	23 32	1773	48 98	5637	0 42
SULU		-2	0 76	19 58	18 54	61 12	6771	0 50	19 73	18 69	61 58	6823	0 51	
		-4	0 82	31 60	20 66	4691	5743	0 49	31 88	20 84	47 29	5790	0 50	
		-6	0 57	26 26	17 46	55 71	6212	0 41	26 39	17 55	56 06	6248	0 42	
ACILIK		-2	1 23	16 73	18 08	63 96	6978	0 50	16 94	1831	64 75	7065	0 51	
		-4	0 81	16 37	28 01	57 79	7037	0 55	1651	25 22	58 27	7096	0 56	
		6	0 77	16 86	23 20	39 19	6999	0 49	1699	23 38	59 63	7051	0 50	
ÇAY		-2	0 99	40 53	2143	37 04	4926	0 46	40 94	21 65	37 41	4975	0 47	
		-4	0 89	43 03	17 70	38 38	4750	0 40	43 42	17 86	38 72	4793	0 41	
		-6	0 94	36 10	1761	45 35	5325	0 57	36 45	17 78	45 77	5376	0 58	
B KILIÇ		-2	100	33 41	17 26	48 32	5658	0 75	32 76	1744	49 81	5715	0 76	
		-4	0 86	34 52	2185	45 77	5748	0 60	31 79	22 03	46 18	5798	0 61	
		-6	0 98	3179	18 46	48 77	5701	0 39	32 10	1864	49 26	5750	0 40	

Çizelge 2. (devamı)

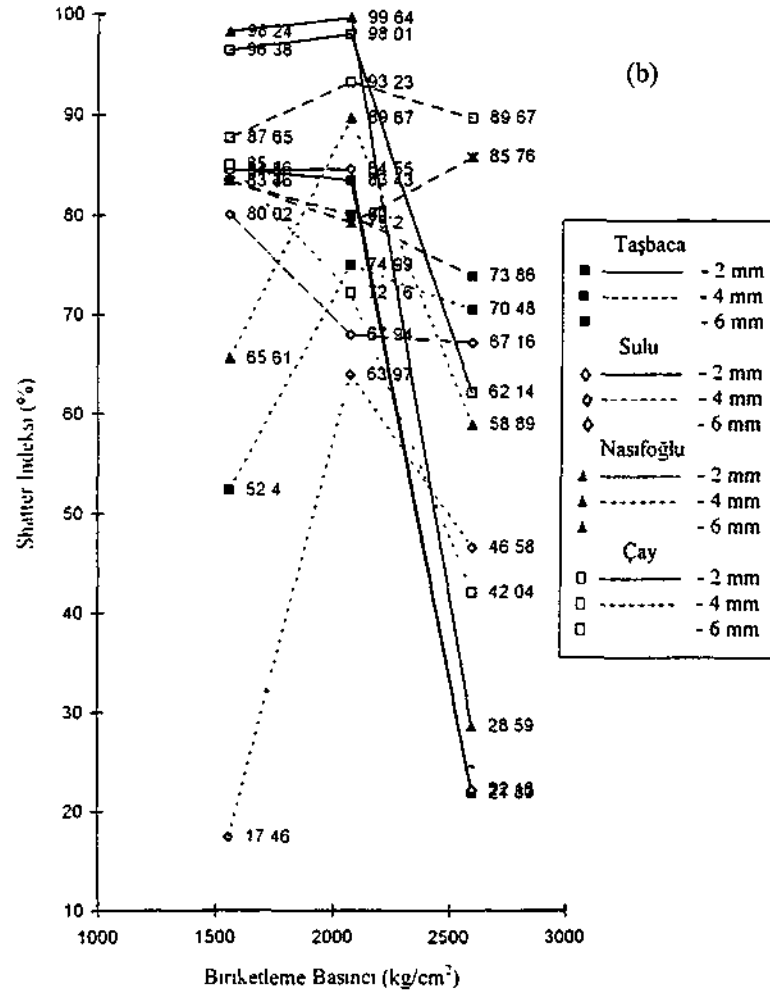
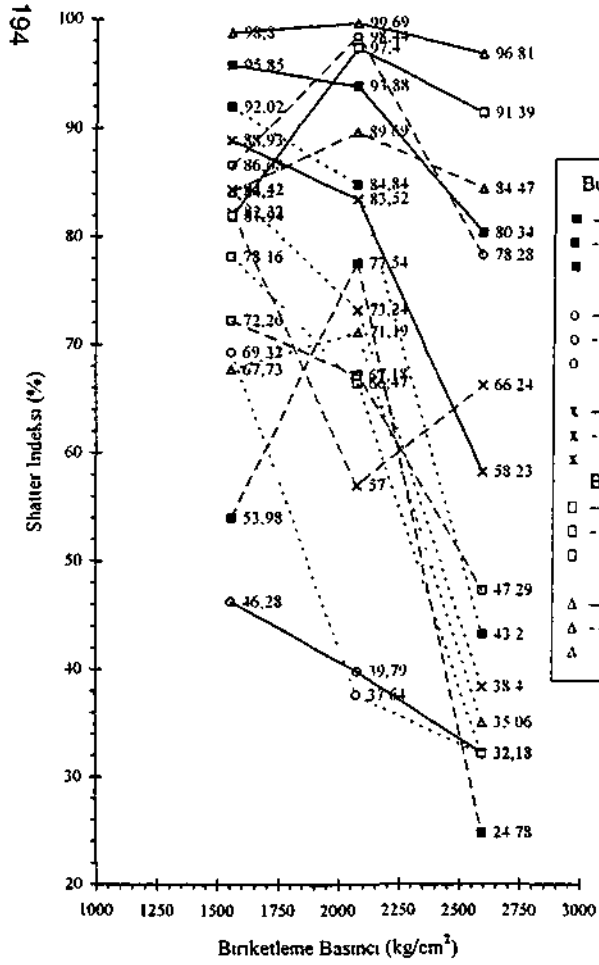
İŞLFTMF ADI	İ>\M\R Anı	T A M BOM (mm)	Orjinal KnntDr						Kuru Komnr				
			Nem	KOI V,	İcuf+ M.ilde	Sahil Kartına %	Kalori kcal/mol	Tonlum KnİUrri (°Al)	K9I V,	İrtieu Müçile %	Sübn Karbon %	Kalori kcal/mml	Toplam KBUlirri(%)
A R M U T Ç U K	B DAMAR	2	0 40	37 11	10 06	12 41	5297	0 51	17 28	10 18	12 54	5118	0 52
		-4	0 65	34 25	30 00	1 < 10	5501	0 37	34 47	10 20	35 31	5517	0 38
		6	0 61	39 16	26 47	33 69	5097	0 30	39 43	26 65	3192	5132	0 31
U Z Ü L M E Z	NASIF OÜLU	2	1 16	24 61	2144	52 80	6307	0 32	24 90	2169	53 42	6381	0 33
		-1	0 82	32 99	1906	47 19	5616	0 41	3127	19 26	44 47	5662	0 41
		6	0 90	33 90	20 23	45 39	5550	0 41	14 18	20 37	44 75	5595	0 46
	ÇAV	2	1 01	2193	19 92	57 07	6515	0 18	22 16	20 14	57 69	6606	0 19
		-4	0 89	43 01	17 70	3138	4746	0 25	43 42	1716	38 72	4789	0 26
		6	0 94	36 10	1761	45 35	5336	0 32	36 45	17 78	45 77	5387	0 33
	TAŞB\CA	2	142	43 85	2106	30 66	4557	0 57	44 48	2135	34 18	4623	0 58
		-4	0 85	3- 91	27 76	35 49	5345	0 58	16 22	27 66	16 12	5191	0 59
		-6	0 *	29 27	25 42	44 94	5954	0 46	29 38	25 51	45 M	5976	0 47
	SULU	2	0 91	31 21	13 83	54 06	5780	0 41	11 50	1196	54 55	5813	0 42
		-4	0 81	29 00	21 14	49 05	5979	0 29	29 24	2131	49 44	6028	0 30
		6	0 77	39 64	15 69	42 40	5065	0 26	39 95	1581	44 25	5104	0 27

Nasifoğlu damarının -2 mm tane boyutunda 1559 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 10.12 kg/cm<sup>2</sup>, maksimum kırılma sağlamlığı değeri ise, Çay damarında, -2 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 68.46 kg/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Kırılma Sağlamlığı değeri -4 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum değerlerini göstermektedir. Minimum Shatter İndeks değeri Sulu damarının -6 mm tane boyutunda % 17.46, maksimum Shatter İndeks değeri ise, Nasifoğlu damarında, -2 mm tane boyutunda % 99.64 olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Shatter İndeks değerleri -2 ve -6 mm tane boyutunda ve 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum değerlerini göstermektedir. Bölgedeki Nasifoğlu damarında, -2 mm tane boyutunda elde edilen biriketlerin Kırılma Sağlamlığı değeri 1559 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte minimum 16.12 kg/cm<sup>2</sup> değerde iken, Shatter İndeks değeri 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum % 99.64 değerine ulaşmaktadır. Aynı damarın -4 mm tane boyutunda Kırılma Sağlamlığı 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte minimum 38.23 kg/cm<sup>2</sup>, Shatter İndeksi ise 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum % 85.76 değerine ulaşmaktadır. Sulu damarında, -2 mm tane boyutunda Kırılma Sağlamlığı değeri Biriketleme Basıncı arttıkça lineer bir artış göstermektedir. Asma-Dilaver İşletmesindeki kömür damarlarından alınan örneklerden yapılan analizlerde kömür karakteristikleri, nem % 0.15 ile % 1.58, kül % 16.99 ile % 44.59, uçucu madde % 18.32 ile % 28.18, sabit karbon % 26.86 ile % 55.76, toplam kükürt % 0.34 ile % 1.23, kalori 3813 ile 6500 kcal/mol arasında değişmektedir.

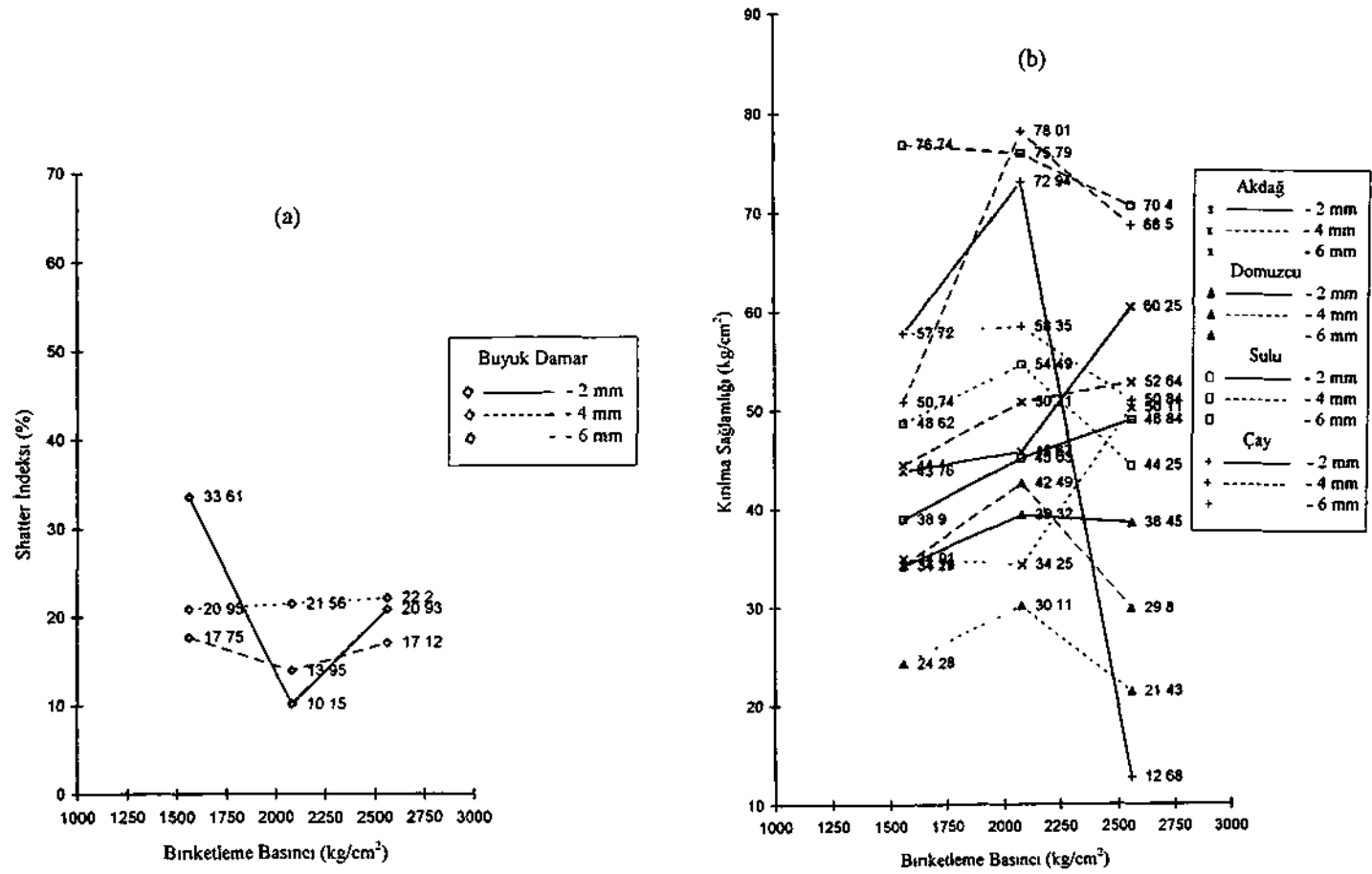




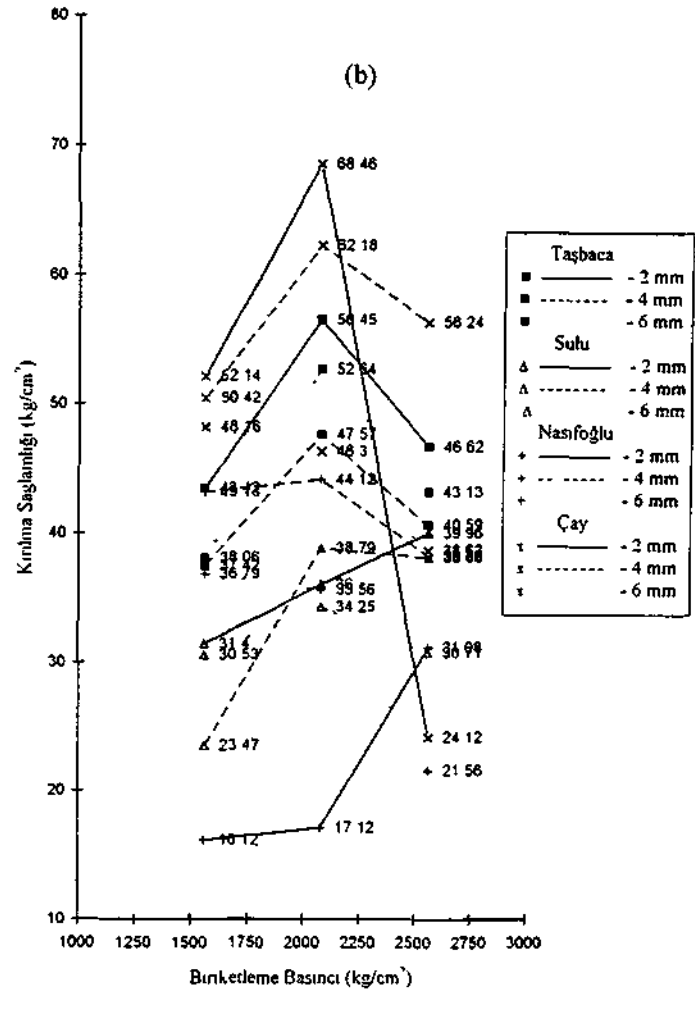
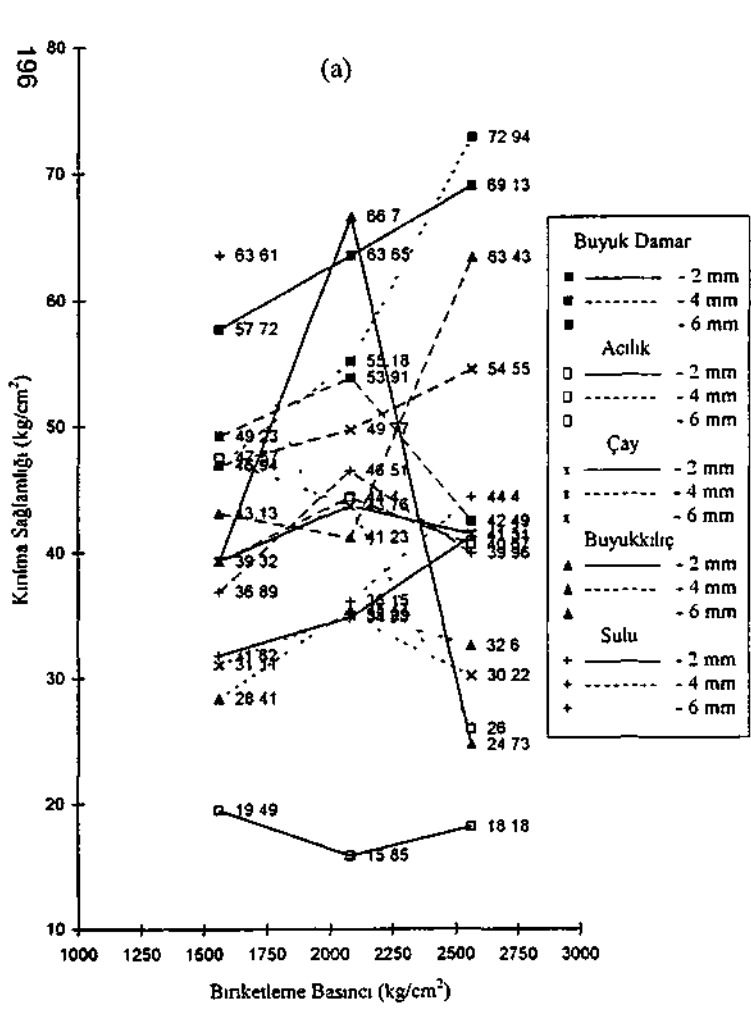
Şekil 1. Armutçuk İşletmesi (a) ve Kilimli-Gelik işletmesi (b) kömür damarlarının shatter indeksi ile biriketleme basıncı arasındaki ilişki.



Şekil 2. İncirharmanı İşletmesi (a) ve Asma-Dilaver işletmesi (b) kömür damarlarının shatter indeksi ile biriktleme basıncı arasındaki ilişki



Şekil 3. Armutçuk işletmesi (a) ve Kilimli-Gelik işletmesi (b) kömür damarlarının kırılma sağlamlığı ile biriktirme basıncı arasındaki ilişki.



Şekil 4. Incirharmanı işletmesi (a) ve Asma-Dilaver işletmesi (b) kömür damarlarının kırılma sağlamlığı ile bırketleme basıncı arasındaki ilişki.

İncirharmani-İhsaniye İşletmesi kömür damarlarından alınan kömür örneklerinde yapılan biriketlerde, nem % 0,57 ile % 1.23, kül % 16.37 ile % 43.03, uçucu madde % 17.26 ile % 28.01, sabit karbon % 37.04 ile % 63.96, toplam kükürt % 0.39 ile % 0.75, kalori 4750 ile 7037 kcal/mol arasında değişmektedir. Maksimum Kırılma Sağlamlığı Büyük Damar'da, -6 mm tane boyutunda 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 72.94 kg/cm<sup>2</sup>, minimum Kırılma Sağlamlığı Acılık damarında -2 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 15.85 kg/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Kırılma Sağlamlığı değerleri -4 ve -6 mm tane boyutlarında 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum değere ulaşmaktadır. Minimum Shatter İndeks değeri Büyük Damar'da -4 mm tane boyutunda % 24.78, maksimum Shatter indeks değeri ise, Sulu damarında -2 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte % 99.69 olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Shatter İndeks değerleri ise -2 ve -4 mm tane boyutunda ve 1559 ve 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yüklerde maksimum değerine ulaşmaktadır. Büyük Damar'm -2 mm tane boyutunda biriketleme basıncı arttıkça kırılma sağlamlığında da lineer bir artış gözlenmektedir. Acılık damarının -2 mm tane boyutunda, biriketleme basıncı arttıkça Shatter İndeks değeri lineer olarak düşmekte, Kırılma Sağlamlığı değeri ise biriketleme basıncı arttıkça değişkenlik göstermektedir. İncirharmani-İhsaniye İşletmesindeki kömür damarlarından alınan örneklerden yapılan analizlerde kömür karakteristikleri, nem % 0.87 ile % 1.79, kül % 5.81 ile % 48.92, uçucu madde % 21.79 ile % 27.93, sabit karbon % 38.83 ile % 67.98, toplam kükürt %0.74 ile % 1.36, kalori 3358 ile 7613 kcal/mol arasında değişmektedir.

Kilimli-Gelik İşletmesi kömür damarlarından alınan örneklerden elde edilen biriketlerde, nem % 0.50 ile % 1.52, kül % 24.06 ile % 45.35, uçucu madde % 18.54 ile % 26.71, sabit karbon % 32.16 ile % 64.00, toplam kükürt % 0.31 ile % 0.67, kalori 4583 ile 6373 kcal/mol arasında değişmektedir. Minimum Kırılma sağlamlığı Çay damarının -2 mm tane boyutunda, 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 12.68 kg/cm<sup>2</sup>, maksimum kırılma sağlamlığı Çay damarında, -4 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 78.01 kg/cm<sup>2</sup>, olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Kırılma Sağlamlığı -2 ve -6 mm tane boyutlarında 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum değerlere ulaşmaktadır. Minimum Shatter indeks değeri -6 mm tane boyutunda, 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte % 25.10, maksimum shatter indeks değeri Sulu damarında, -4 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte % 98.75 olarak belirlenmiştir. Bölgenin genelinde Shatter indeks değeri -2 ve -4 mm tane boyutlarında 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte maksimum olmaktadır. Kilimli-Gelik İşletmesindeki kömür damarlarından alınan örneklerden yapılan analizlerde kömür karakteristikleri, nem %0.67 ile % 1.72, kül % 4.87 ile % 47.81, uçucu madde % 17.20 ile % 28.46, sabit karbon % 32.33 ile % 68.16, toplam kükürt % 0.55 ile % 1.53, kalori 3511 ile 7700 kcal/mol arasında değişmektedir.

Armutçuk İşletmesi kömür damarlarından alınan örneklerden elde edilen biriketlerde, nem % 0.40 ile % 0.68, kül % 34.25 ile % 39.16, uçucu madde % 26.47 ile % 30.06, sabit karbon % 32.41 ile % 35.10, toplam kükürt % 0.30 ile % 0.51, kalori 3511 ile 7700 kcal/mol arasında değişmektedir. Minimum Kırılma sağlamlığı değeri ise Armutçuk Büyük Damar -2 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 10.15 kg/cm<sup>2</sup>, maksimum kırılma sağlamlığı Armutçuk Büyük Damar -2 mm tane boyutunda 1559 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte 33.61 kg/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Minimum Shatter indeks değeri ise -4 mm tane boyutunda 2078 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte % 10.50, maksimum shatter indeks değeri ise -4 mm tane boyutunda 2598 kg/cm<sup>2</sup>lik yükte % 76.12 olarak belirlenmiştir. Armutçuk Büyük Damar -6 mm tane boyutunda, biriketleme basıncı arttıkça kırılma sağlamlığının lineer olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Nem % 1.28 ile % 1.72, kül %

2.15 ile % 9.06, uçucu madde % 29.72 ile % 32.94, sabit karbon % 57.69 ile % 66.41, toplam kükürt % 0.57 ile % 1.16, kalori 6428 ile 6921 kcal/mol arasında değişmektedir.

## 6. SONUÇLAR

Zonguldak Taşkömürü Havzası kömürlerinin katkısız biriketlenmesi çalışmalarında kullanılan kömür örneklerinde; nem % 0.15 ile % 1.92, kül % 4.39 ile % 48.92, uçucu madde % 17.20 ile % 32.69, sabit karbon % 26.86 ile % 67.98, toplam kükürt % 0.34 ile % 1.53, kalori 3358 ile 7844 kcal/mol arasında değişmektedir.

Katkısız birikeltme sonucu elde edilen biriketlerde; nem % 0.37 ile % 1.52, kül % 16.37 ile % 45.35, uçucu madde % 13.83 ile % 30.06, sabit karbon % 32.16 ile % 64.00, toplam kükürt % 0.18 ile % 0.75, kalori 4557 ile 7037 kcal/mol, kırılma sağlamlığı değeri 10.12 kg/cm<sup>2</sup> ile 78.01 kg/cm<sup>2</sup>, shatter indeks değeri % 10.50 ile % 99.69 arasında değişmektedir.

## KAYNAKLAR

**Akgün, II.** (1987) Konya-Ermenek Kömürlerinin Biriketlenmesi, Yüksek Müh. Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

**Buzkan, İ.** (1990) Zonguldak - Karadon bölgesinde Kozlu Formasyonu kömürlerinin Petrolojisi ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 134 s

Çetck, N. (1978) Kömürün Ekonomideki Yeri ve Zonguldak Taşkömürü Havzası, *Türkiye 1. Kömür Kongresi 'ne sunulan tebliğ*, Zonguldak.

**Ergun, H.** (1972) Türk Linyitlerinin Katkısız Olarak Biriketlenmesine Dair Bir Metod, *Madencilik*, Cilt XI, Sayı 2, s.21-25.

Gencer, Z. (1983) Tunçbilek Kömürünün Basit Harmanlama ve Biriket Şarj Yöntemleri ile Metalurjik Kok Üretiminde Kullanımı, *MTA Enstitüsü Teknoloji Dairesi Başkanlığı Yakıt Teknolojisi Servisi Raporu*, Ankara, s. 1-49

Gencer, Z. (1986) Bağlayıcısız Birikeltme Teknolojisinde Kömürün Petrografik Yapısının ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin Etkisi, *MTA Enstitüsü Maden Analizleri ve Teknolojisi Servisi Raporu*, Ankara.

Kaya, B. (1986) Konya - Ilgın Linyitlerinin Katkı Maddesiz ve Katkı Maddeli Olarak Biriketlenmesi, Bitirme Ödevi, *İTÜ Maden Fakültesi Maden İşletme Anabilim Dalı*, İstanbul.

**Kemal, M.** (1990) Agglomerasyon, *Dokuz Eylül üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayını*, İzmir.

**Kural, O.** (1988) *Kömür Kitabı*, Kurtiş Matbaası, Güven Ciltevi, 1988 İstanbul.

**Kural, O.** (1991) *Kömür*, Kurtiş Matbaası, Güven Ciltevi, 1991 İstanbul.

**T.S. 2942** Kömür Damarlarından Numune Alma, *T.S.E. Yayınları*, 1978 Ankara.

**Yücel, F.M.** (1983) Birikeltme Teknolojisi ve Türkiye için Önemi, Yüksek ve Düşük Küllü İki Kömür Örneğinin Melas ve Değişik Bağlayıcılarla Biriketlenmeleri ve Biriketlerin Sobada Yakılmaları, *MTA Enstitüsü Teknoloji Dairesi Başkanlığı Yakıt Teknolojisi Servisi Araştırması*, Ankara.