
AMPIİRİK METAN ADSORPSİYON EŞİTLİKLERİNİN DENEYSEL SONUÇLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Ercüment YALÇIN (*)

Şevket DURUCAN (**)

ÖZET

Bu çalışmada, değişik gaz basınçlarında, Zonguldak havzası, Kozlu bölgesindeki dört değişik damardan alınan numunelerin değişik gaz basıncı altında adsorbe ettiği metan miktarı araştırılmış ve damarların ortalama adsorpsiyon değerleri kullanılarak çizilen izoterm-leri karşılaştırılmıştır.

Araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ampirik ve teorik metan adsorpsiyon eşitliklerinden elde edilen sonuçlar, deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve Langmuir eşitliğinin en yaklaşık sonuçları verdiği görülmüştür

ABSTRACT

This paper discusses the research aimed to find the methane adsorption capacities of coal samples taken from four different seams in Kozlu district, Zonguldak coalfield. The mean adsorption isotherms of four seams were compared.

Some empirical and theoretical methane adsorption equations suggested by several investigators were tested with the obtained experimental results and it was found that Langmuir's equation would give the best results.

* Araştırma Görevlisi Maden Yük. Müh. Maden Müh. Böl., ODTÜ, ANKARA

** Dr., Nottingham Üniversitesi, İNGİLTERE

1. GİRİŞ

Kömür madenlerinde metan gazının yarattığı tehlikenin önemj bugün çok iyi bilinmektedir. Metan gazının ortama yayılması üretimi etkileyen önemli bir faktördür, hatta üretim tamamen durmasına neden olabilmektedir.

Kömür üretimi sırasında, açığa çıkan metan gazının oluşturacağı tehlikenin önlenmesi için çalışılan kömür damarının gaz içeriğinin bilinmesinde büyük fayda vardır. Kömür damarından serbest hale geçerek ocak havasına karışabilecek metan miktarı, laboratuvar da yapılan metan adsorpsiyon deneyleriyle belirlenebilmektedir. Laboratuvar olanaklarının sağlanamadığı durumlarda, kömür damarının metan içeriği, kömürün analiz sonuçlarına, gaz basıncına ve sıcaklığına bağlı olarak birtakım ampirik eşitlikler kullanılarak hesaplanabilmektedir.

2. SORPSİYON TEORİSİ

Su buharı ve gazların katı tarafından tutulması "sorpsiyon", bunun tersi ise "desorpsiyon" olarak adlandırılmaktadır. Sorpsiyon kendi içerisinde, adsorpsiyon ve absorpsiyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Adsorpsiyonda gaz veya su molekülleri katının yüzeyine tutunur. Absorpsiyonda ise moleküller katının bünyesine nüfuz eder (1).

Adsorbe edilen gazın miktarı genellikle gaz basıncına ve sıcaklığa bağlıdır. Kömürün sabit sıcaklıkta adsorbe ettiği metan miktarı ile gaz basıncı arasındaki ilişki "adsorpsiyon izotermi" olarak ifade edilmektedir. Yapılan araştırmalar, adsorbe edilen metan miktarının gaz basıncı ile arttığını, yüksek basınçlarda adsorbe edilen metan miktarındaki artış oranının düştüğünü, ve sonuçta sabit bir değere ulaştığını göstermiştir (1) (2). Kömürün adsorbe ettiği metan miktarı düşük ranklı kömürlerden Antrasite doğru gidildikçe artmaktadır (3). Joubert ve arkadaşları (4) tarafından yapılan araştırmalar kömürün metan adsorpsiyonunun artan nem miktarı ile azaldığını göstermiştir. Sıcaklıkta, metan adsorpsiyonunu etkileyen faktörlerden birisidir. Sıcaklık arttıkça metan adsorpsiyonu azalmaktadır.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Laboratuvar ölçümlerinde kullanılan numuneler Zonguldak-Kozlu bölgesindeki Çay, Acılık, Civelek ve Büyük Kılıç damarlarından alınmıştır ve proximate analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılmıştır, (Çizelge 1).

Çizelge 1 — Kömür numunelerinin nem, kill, uçucu madde ve sabit karbon yüzdeleri

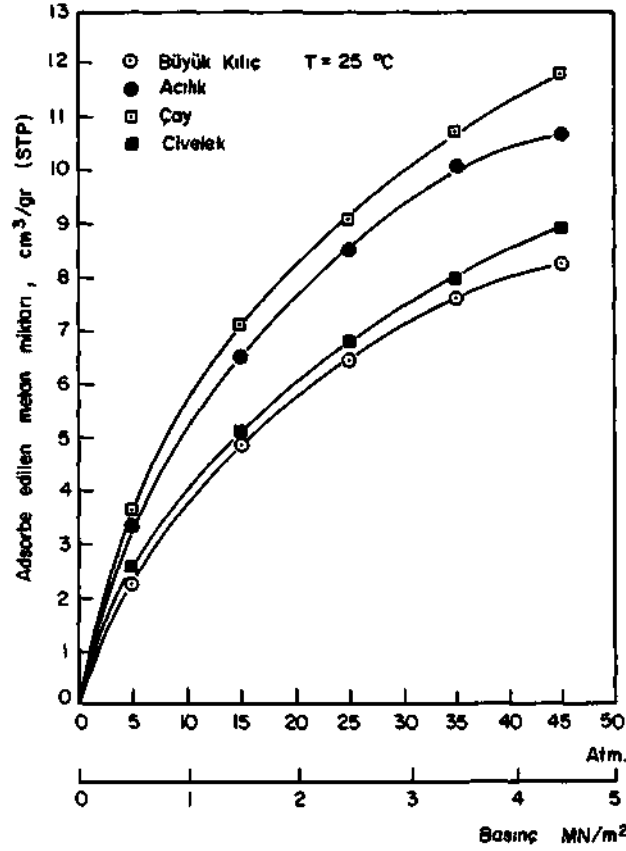
Numune	Nem,%	Uçucu Madde _t %	Kül,%	Sabit Karbon,%
Çay	1.10	26.03	6.33	66.54
Acılık	1.04	28.57	7.44	62.95
Civelek:	1.33	27.03	8.69	62.95
B.Kılıç	0.76	21.91	15.13	62.20

Adsorpsiyon ölçümlerinde indirek adsorpsiyon ölçüm metodu kullanılmıştır. Sabit sıcaklık kabininde, 25°C sıcaklıkta, her damardan alınan üç değişik numune üzerinde 5, 15, 25, 35 ve 45 atm. basınçlarda ölçüm yapılmıştır (5). Her basınçta üç numuneden elde edilen sonuçların Çizelge 2'de görüldüğü gibi ortalaması alınarak o damar için adsorpsiyon izotermi çizilmiştir ve diğer damarların izotermleriyle karşılaştırılmıştır, (Şekil 1).

Çizelge 2 — Çay, Acılık, Civelek ve Büyük Kılıç damarları numunelerinin değişik basınçlarda adsorbe ettiği metan miktarları.

Damar	Gaz basıncı atm.	Metan Adsorpsiyonu (cm ³ /gr. kömür)			
		Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Çay	5	3.46	3.99	3.42	3.62
	15	7.17	7.17	7.13	7.16
	25	9.32	9.06	9.08	9.15
	35	10.89	10.72	10.79	10.80
	45	11.99	11.64	12.11	11.91
Acılık	5	3.06	3.27	3.66	3.33
	15	6.33	6.61	6.71	6.55
	25	8.54	8.62	8.54	8.57
	35	9.85	10.11	10.45	10.14
	45	10.83	10.91	10.66	10.80
Civelek	5	2.77	2.07	2.77	2.54
	15	5.14	5.10	5.14	5.13
	25	6.77	6.79	6.79	6.78
	35	8.16	8.09	7.89	8.05
	45	9.01	9.06	9.04	9.03
B.Kılıç	5	2.28	2.03	2.52	2.28
	15	5.00	4.94	4.85	4.93
	25	6.52	6.29	6.76	6.52
	35	7.65	7.45	8.02	7.71
	45	8.20	8.33	8.55	8.36

Şekil 1'de de görüldüğü gibi, metan adsorpsiyon kapasitesi, Çay damarı numunelerinde en yüksektir. Sonra sırasıyla Acılık, Civelek ve Büyük Kılıç damarları gelmektedir.



Şekil 1 — Çay, Acılık, Civelek ve Büyük Kılıç damarları numunelerinin ortalama metan adsorpsiyon izotermleri

4 DENEYSEL SONUÇLARLA AMPİRİK EŞİTLİKLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Kömür damarının metan kapasitesini laboratuvarında, ocak şartlarına uygun bir ortam yaratarak araştırma olanağı olmayabilir. Bu durumda damarın metan kapasitesini bulabilmek için, araştırmacılar tarafından bazı ampirik eşitlikler geliştirilmiştir. Bu eşitliklerde

kömürün analiz sonuçları, gaz basıncı, sıcaklığı gibi bazı özellikler kullanılmaktadır.

Bu ampirik eşitliklerde kullanılan sabitlerin ve eşitliklerden elde edilen sonuçların güvenilirliğini araştırmak için, deney sonuçlarıyla ampirik eşitliklerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4.1. Ettinger'in Ampirik Eşitliği

Sovyet bilim adamı Ettinger ve arkadaşları (6) tarafından, kömürlerin analiz sonuçlarına bağlı olarak metan adsorpsiyon kapasitelerini bulmak için aşağıdaki eşitlik geliştirilmiştir:

$$V = \frac{65.5}{a} \cdot \frac{1}{(-0.000146)^{en}} \cdot \frac{(100-A-W)}{100} \cdot \frac{1}{1+0.31W} \quad (1)$$

Burada V: adsorbe edilen metan miktarı, ma/ton

Vm: kuru-külsüz kömürde uçucu madde miktarı, %

a ve C: sabit

P: metan basıncı, atm.

e: 2.71828

$$n = \text{sıcaklık faktörü} : = \frac{0.02 t}{0.993 + 0.007P} \quad (2)$$

t: sıcaklık, °C

W: kömürün yerinde nem içeriği, %

A: kömürün yerinde kül içeriği, %

Yukarıda verilen eşitlik, nem içeriği %3'ün altında olan kömürlerin metan adsorpsiyon kapasitelerinin bulunması için geçerlidir. Ettinger'e göre, deneysel ve teorik sonuçlar arasındaki fark % 20-30'u geçmemektedir. Çizelge 3 ve 4, 1 numaralı eşitlikte kullanılan sabitlerin değerlerini göstermektedir.

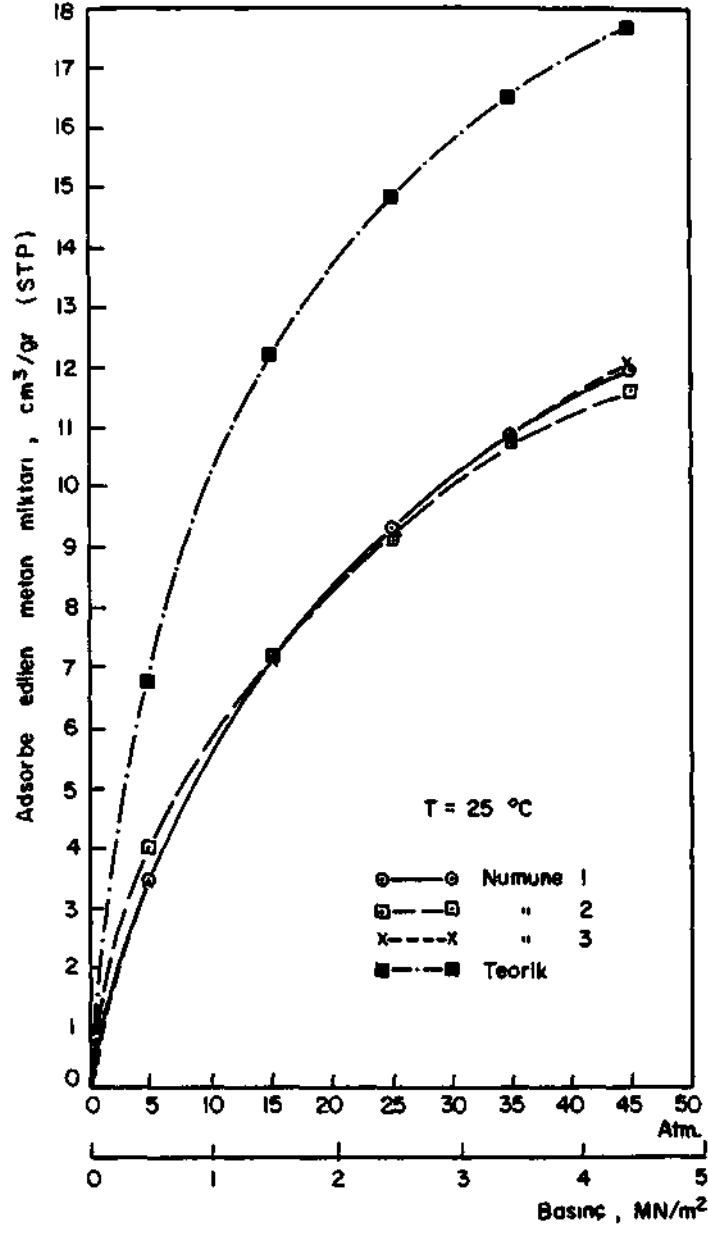
Test edilen kömürlerin analiz sonuçlarını ve yukarıdaki eşitliği kullanarak her kömür damarı için teorik adsorpsiyon değerleri araştırılmış ve elde edilen değerlerin, deneysel adsorpsiyon değerlerinden çok yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 3 — Kömürlerin metan adsorpsiyon kapasitelerinin bulunması için Ettinger tarafından geliştirilen eşitlikte kullanılan sabitlerin değerleri (Ettinger (6)).

$V_m, \%$	$\frac{65.5}{V^{0.146}}$	a	c	$V, m^3/ton$ $t = 0^\circ C$ $P = 1 atm.$
1	55.5	2.61	0.996	18.2
2	59.0	2.82	0.992	15.5
3	55.3	3.03	0.988	13.8
4	53.5	3.24	0.984	12.6
5	51.8	3.45	0.980	11.7
6	50.5	3.66	0.976	10.9
7	49.4	3.87	0.972	10.2
8	48.4	4.08	0.968	9.60
9	47.6	4.29	0.946	9.06
10	46.8	4.50	0.960	8.57
11	46.1	4.71	0.956	8.14
12	45.5	4.92	0.952	7.75
13	45.0	5.13	0.948	7.40
14	44.6	5.34	0.944	7.08
15	44.1	5.55	0.940	6.78
16	43.7	5.76	0.936	6.50
17	43.3	5.97	0.952	6.25
18	42.9	6.18	0.928	6.02
19	42.6	6.39	0.924	5.81
20	42.3	6.60	0.920	5.61
21	42.0	6.81	0.916	5.42
22	41.7	7.02	0.912	5.24
23	41.4	7.23	0.908	5.07
24	41.4	7.44	0.904	4.92
25	40.9	7.65	0.900	4.78
26	40.7	7.86	0.896	4.64
27	40.5	8.07	0.892	4.52
28	40.3	8.28	0.888	4.39
29	40.1	8.49	0.884	4.27
30	39.9	8.70	0.880	4.16
31	39.7	8.91	0.876	4.05
32	39.5	9.12	0.872	3.95
33	39.3	9.33	0.868	3.85
34	39.1	9.54	0.864	3.76
35	38.9	9.75	0.860	3.67
36	38.7	9.96	0.856	3.58
37	33.6	10.17	0.852	3.50
38	38.4	10.38	0.848	3.42
39	55.3	10.59	0.844	3.35
40	58.1	10.80	0.840	3.28

Çizelge 4 — Değişik sıcaklık ve basınçlarda 1/e" sabitinin değerleri (Ettinger (6)).

Basınç, at m.	Sıcaklık, ~C					
	10	20	25	30	35	40
1	0.819	0.670	0.607	0.549	0.497	0.449
2	0.820	0.672	0.609	0.551	0.500	0.452
4	0.822	0.676	0.613	0.555	0.504	0.457
6	0.824	0.680	0.617	0.560	0.509	0.462
8	0.826	0.683	0.621	0.564	0.513	0.467
10	0.828	0.687	0.625	0.569	0.518	0.471
12	0.830	0.690	0.629	0.573	0.522	0.476
14	0.832	0.693	0.633	0.577	0.527	0.481
16	0.834	0.696	0.636	0.581	0.531	0.485
18	0.836	0.700	0.640	0.585	0.535	0.490
20	0.838	0.703	0.643	0.589	0.5*0	0.494
22	0.840	0.706	0.647	0.593	0.544	0.498
24	0.842	0.709	0.650	0.596	0.5*8	0.502
26	0.844	0.712	0.654	0.600	0.552	0.506
28	0.845	0.714	0.656	0.604	0.555	0.510
50	0.847	0.717	0.660	0.607	0.559	0.514
31	0.848	0.719	0.662	0.609	0.561	0.517
32	0.849	0.720	0.663	0.611	0.563	0.519
33	0.850	0.721	0.665	0.613	0.565	0.521
3*	0.850	0.723	0.666	0.614	0.567	0.523
35	0.851	0.724	0.668	0.616	0.569	0.525
36	0.852	0.725	0.670	0.618	0.571	0.527
37	0.853	0.727	0.671	0.619	0.572	0.528
38	0.853	0.723	0.672	0.621	0.573	0.530
39	0.854	0.729	0.674	0.622	0.575	0.552
40	0.855	0.731	0.676	0.624	0.577	0.534
41	0.856	0.732	0.677	0.626	0.579	0.535
42	0.856	0.733	0.678	0.627	0.580	0.537
43	0.857	0.734	0.680	0.629	0.582	0.539
44	0.857	0.736	0.681	0.631	0.58*	0.541
45	0.858	0.737	0.682	0.632	0.586	0.543
46	0.859	0.738	0.684	0.634	0.557	0.545
4?	0.860	0.739	0.685	0.635	0.589	0.5*7
48	0.860	0.740	0.687	0.636	0.590	0.5*8
49	0.861	0.742	0.688	0.638	0.592	0.550
50	0.862	0.743	0.689	0.640	0.5 ⁰ 4	0.522
51	0.862	0.744	0.691	0.641	0.596	0.553
52	0.863	0.745	0.6 ⁰ 2	0.6*3	0.597	0.555
53	0.864	0.7*6	0.69"	0.6*4	0.599	0.557
5*	0.864	0.747	0.695	0.645	0.600	0.558
55	0.865	0.7*8	0.696	0.647	0.602	0.560
56	0.866	0.7*9	0.697	0.649	0.6C4	0.562
57	0.866	0.751	0.698	0.650	0.605	0.563
58	0.867	0.752	0.699	0.651	0.6C7	0.565
59	0.863	0.753	0.700	0.652	0.6CS	0.566
60	0.868	0.754	0.702	0.654	0.610	0.568



Şekil 2 — Çay kömür numuneleri için deneysel ve teorik adsorpsiyon izotermelerinin karşılaştırılması

Çay kömür numunesinin 25 °C'de teorik ve deneysel değerleriyle adsorpsiyon izotermi Çizelge 5 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. C, a, $1/e^n$ ve $V^{0.14G}$ sabitleri, Çizelge 3 ve 4'den alınmıştır- Çay kömürü için; Vm: 28.12 %, A:6.33 %, W: 1.1 %, $65/Vm^{0.14}$: 40.3, a: 8.28 ve C: 0.888'dir.

Çizelge 5 — Çay kömür numuneleri için deneysel ve teorik adsorpsiyon değerlerinin karşılaştırılması

Gaz basıncı atm.	$\frac{1}{e^n}$	Adsorbe Edilen Metan Miktarı, (STP) (cm ³ /gr. kömür)			
		Deneysel			Teorik
		Numune 1	Numune 2	Numune 3	
5	0.615	3.46	3.99	3.42	6.73
15	0.635	7.17	7.17	7.13	12.27
25	0.652	9.32	9.06	9.08	14.88
35	0.668	10.89	10.72	10.79	16.52
45	0.682	11.99	11.84	12.11	17.70

4.2. Kim'in Ampirik Eşitliği

Kim (3), Amerikan kömürleri üzerinde yaptığı birçok araştırmadan sonra genel bir adsorpsiyon eşitliği geliştirmiştir:

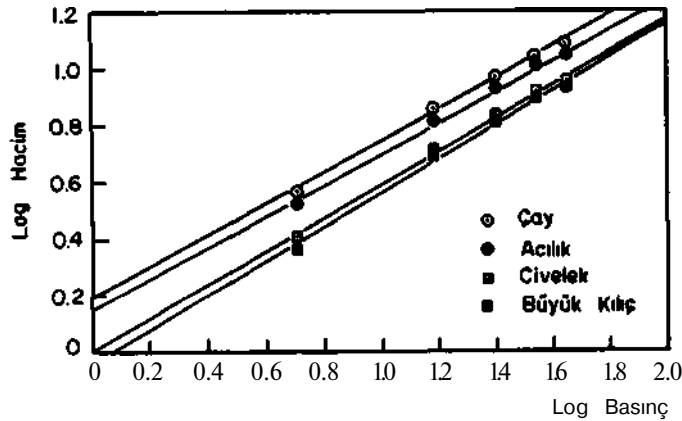
$$V = k P^n \quad (3)$$

Burada V: kuru-külsüz kömürde adsorbe edilen metan miktarı, cmVgr.

P- basınç, atm.

n: sabit

Ortalama deneysel adsorpsiyon değerlerini kullanarak Log V'ye karşılık Log P çizilirse doğru çizgiler elde edilir. Burada (n) doğrunun eğimi, Log k ise basıncın sıfır olduğu andaki Log V değeridir. Her kömür damarı için, 25°C'de k ve n sabitleri çizilen doğrulardan bulunmuştur. Şekil 3. Bu sabitler kullanılarak çizelge 6'da görüldüğü



Şekil 3 — Adsorbe edilen metana karşılık basıncın log-log kağıda çizimi

gibi deneysel adsorpsiyon değerleri ile teorik değerler karşılaştırılmıştır. Deneysel ve teorik değerler birbirlerine oldukça yakın olmakta ve aradaki maksimum fark 0.81 cmVgr. geçmemektedir. Ayrıca kömürlerin gaz kapasitesi artarken k sabitinin değeri de artmakta, buna karşılık n sabitinin değeri azalmaktadır.

Yukarıdaki adsorpsiyon eşitliğindeki k ve n sabitlerinin değeri sıcaklıkla değişmektedir. Bu sabitlerin değerini her sıcaklık için araştırmak yerine, Kim, genel adsorpsiyon eşitliğini, sıcaklığın etkisini de içine alacak şekilde aşağıdaki gibi geliştirmiştir

$$V = k \cdot p^0 - bT \quad (4)$$

Burada, k ve n sabitlerinin değeri baz olarak alınan bir sıcaklık için bulunmaktadır (bu çalışmada 0  C alınmıştır) b, ısı sabiti, cm³/gr  C ve T, sıcaklıktır,  C.

Çizelge 6 — Deneysel ve teorik adsorpsiyon değerlerinin karşılaştırılması

Damır İsmi	Gaz basıncı (atm.)	k ₂₅	n ₂₅	Adsorbe Edilen Metan Miktarı (STP) (cm ³ /gr. kömür)			
				Deneysel			Teorik
				Numune 1	Numune 2	Numune 3	
ay	5	1.551	0.546	3.46	3.99	3.42	3.73
	15			7.17	7.17	7.13	6.80
	25			9.32	9.06	9.08	8.99
	35			10.89	10.72	10.79	10.81
	45			11.99	11.64	12.11	12.40
Acılık	5	1.424	0.548	3.06	3.27	3.66	3.43
	15			6.33	6.61	6.71	6.28
	25			8.54	8.62	8.54	8.31
	35			9.85	10.11	10.45	9.92
	45			10.83	10.91	10.66	11.47
Civelek	5	1.023	0.581	2.77	2.07	2.77	2.61
	15			5.14	5.10	5.14	4.93
	25			6.77	6.79	6.79	6.64
	35			8.16	8.09	7.89	8.07
	45			9.01	9.06	9.04	9.34
Büyük Kılıç	5	0.906	0.601	2.28	2.03	2.52	2.38
	15			5.00	4.94	4.85	4.61
	25			6.52	6.29	6.76	6.27
	35			7.65	7.45	8.02	7.68
	45			8.20	8.33	8.55	8.93

Eşitlikte kullanılan k₀ ve n₀ sabitlerinin değerleri kömürün rancına bağlıdır ve kuru - k lsuz kömürün sabit karbon (FC) ve uçucu madde (VM) yüzdeleri kullanılarak bulunabilir:

$$k_0 = 0.8 \text{ FC/VM} + 5.6 \quad (5)$$

$$\text{ve } n_0 = 0.315 - 0.01 \text{ FC/VM} \quad (6)$$

$$\text{veya } n_0 = 0.39 - 0.013 k_0 \quad (7)$$

Kim, ısı sabiti olan b'nin değerinin kömürün rankıyla değişmediğini, ± 2 % standart sapma ile b sabitinin değerinin $0.14 \text{ cm}^3/\text{gr. } ^\circ\text{C}$ olduğunu bulmuştur (3).

Eşitlik 4'de 1 gram kuru - külsüz kömürün adsorbe ettiği gaz miktarı bulunmaktadır. Kömürün yerinde gaz içeriğini bulabilmek için eşitlik 4 aşağıdaki hale getirilmiştir:

$$V = (k_0 P^n - bT) \cdot \left(\frac{100-W-A}{100} \right) \cdot \frac{V_u}{V_d} \quad (8)$$

Burada V: adsorbe edilen metan miktarı, cm^3/gr

P: basınç, atm.

T: sıcaklık, $^\circ\text{C}$

W: kömürün yerinde nem içeriği, %

A: kömürün yerinde kül içeriği, %

V_u : kömürün yerinde adsorbe ettiği metan miktarı, cm^3/gr

V_d : kuru kömürün adsorbe ettiği metan miktarı, cm^3/gr

b: kuru kömürün adsorbe ettiği metan miktarı, $\text{cm}^3/\text{gr. } ^\circ\text{C}$

k ve n: sabit

ve $V_u/V_d = 0.75$

Büyük Kılıç numuneleri için, yukarıdaki eşitlikleri kullanarak 0°C 'de k ve n sabitlerinin değeri bulunmuştur, burada VM: 26.04 % ve FC: 73.96 %'dir.

$$k_0 = 0.8 (73.96/26.04)^{0.56} = 7.87$$

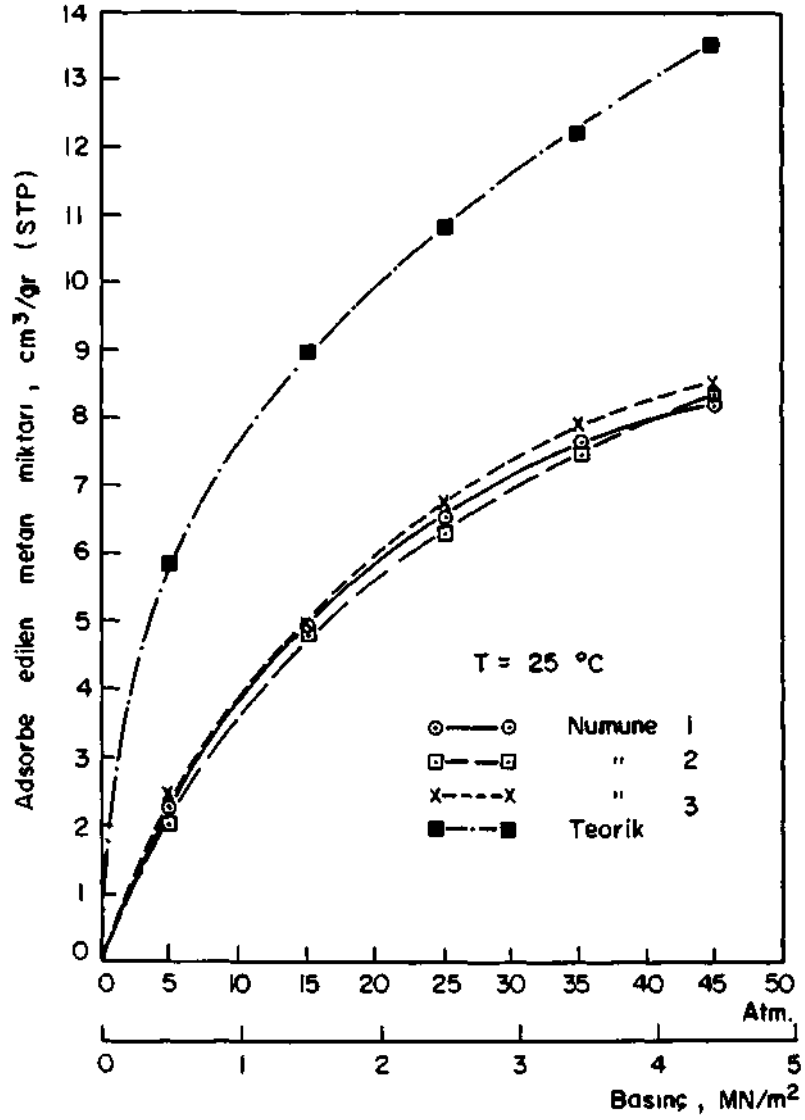
$$n = 0.39 - 0.013 (7.87) = 0.3$$

Yukarıdaki ampirik eşitlik kullanılarak, Büyük Kılıç damarı için 25°C 'deki adsorpsiyon değerleri hesaplanmıştır. Ettinger'in ampirik eşitliğinde olduğu gibi, teorik adsorpsiyon değerlerinin, deneysel adsorpsiyon değerlerinden çok yüksek olduğu görülmüştür. Çizelge 7 ve Şekil 4, elde edilen değerleri ve adsorpsiyon izotermlerini göstermektedir

Gaz Basıncı (atm.)	Adsorbe Edilen Metan Miktarı, (STP) ($\text{cm}^3/\text{gr. kömür}$)			
	Deneysel			Teorik
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	
5	2.28	2.03	2.52	5.84
15	5.00	4.94	4.85	8.98
25	6.52	6.29	6.76	10.83
35	7.65	7.45	8.02	12.22
45	8.20	8.33	8.55	13.35

Şekil 4 — Büyük kılıç numuneleri için deneysel ve teorik adsorpsiyon izotermlerinin karşılaştırılması

Çizelge 7 — Büyük Kılıç numuneleri için deneysel ve teorik adsorpsiyon değerlerinin karşılaştırılması



Aynı hesaplamalar diğer uç kcmur damarı içinde yapılmış ve hepsinde deneysel adsorpsiyon değerlerinin teorik değerlerden çok farklı olduğu görülmüştür

4.3. Langmuir'in Ampirik Eşitliği

Kömürün adsorbe ettiği maksimum gaz miktarı biliniyorsa, herhangi bir gaz basıncında kömürün adsorbe ettiği gaz miktarını bulabilmek için, Langmuir (D (2) aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir:

$$V = \frac{V_m b P}{1 + b P} \quad (9)$$

Eurada V: adsorbe edilen gaz miktarı, cmVgr

P : gaz basıncı, atm.

V_m; adsorbe edilen maksimum gaz miktarı, cmVgr.

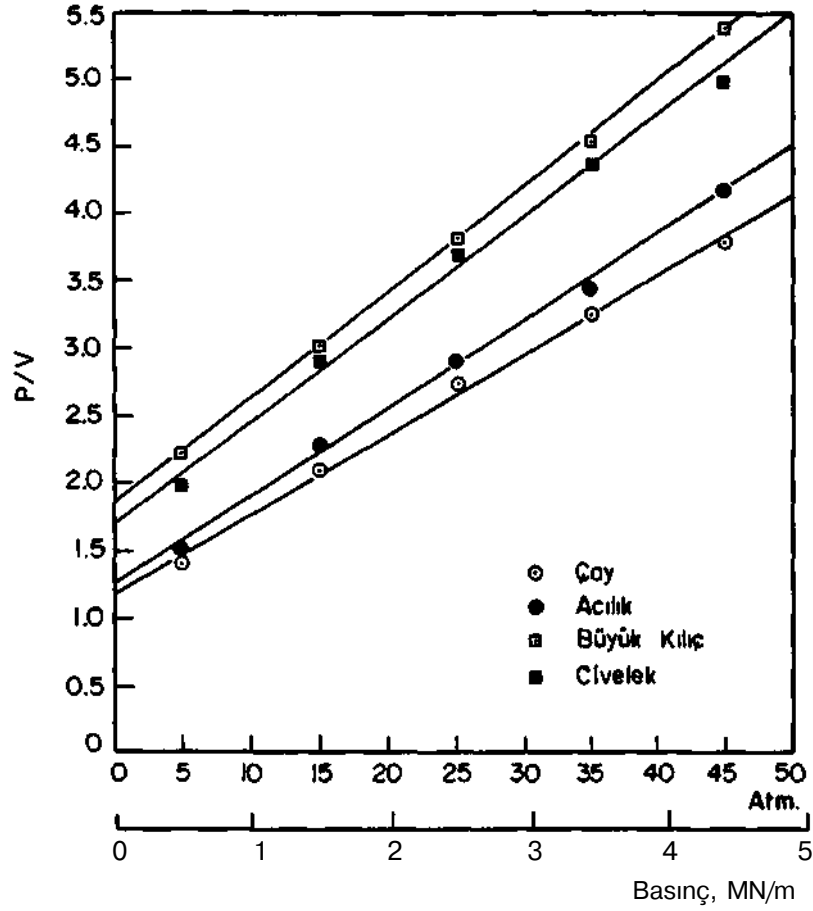
b: sabit

Langmuir eşitliğinin sonuçlarını deneysel sonuçlarla karşılaştırmak için, eşitlik 9 aşağıdaki şekle getirilmiştir:

$$\frac{P}{V} = \frac{P}{V_m} + \frac{1}{b V_m} \quad (10)$$

Eğer P/V oranına karşılık P grafiği çizilirse, doğru bir çizgi elde edilmektedir. Burada 1/V_m, doğrunun eğimi, bV_m ise basıncın sıfır olduğu andaki P/V değeridir

Her damar için V_m ve b sabitlerinin değerlerini bulmak için, ortalama adsorpsiyon değerlerim kullanarak, P/V oranına karşılık P grafikleri çizilmiş ve elde edilen doğrulardan yukarıdaki sabitlerin değerleri bulunmuştur, (Şekil 5).



Şekil 5 — Kömür numuneleri için P/V oranına karşılık P'nin çizimi

Şekil 5'den elde edilen değerler eşitlik 9'da kullanarak teorik adsorpsiyon değerleri hesaplanmış ve deneysel değerlerle karşılaştırılmıştır, (Çizelge 8)

Görüldüğü gibi deneysel ve teorik değerler arasındaki maksimum fark 0.56 cmVgr. geçmemektedir. Kömürün metan adsorplama kapasitesi azalırken, V_s sabitinin değeri de azalmaktadır. Teorik ve deneysel adsorpsiyon değerlerinin analizi göstermiştir ki, Langmuir'in ampirik eşitliği oldukça güvenilir sonuçlar vermektedir.

Çizelge 8 — Deneysel ve teorik adsorpsiyon değerlerinin karşılaştırılması

Damar İsmi	Gaz Basıncı (atm.)	b	V _m	Adsorbe Edilen Metan Miktarı, (STP) (cm ³ /gr. kömür)			
				Deneysel			Teorik
				Numune 1	Numune 2	Numune 3	
Çay	5	0.051	16.86	3.46	3.99	3.42	3.43
	15			7.17	7.17	7.13	7.32
	25			9.32	9.06	9.08	9.46
	35			10.89	10.72	10.79	10.82
	45			11.99	11.64	12.11	11.76
Acılık	5	0.052	15.50	3.06	3.27	3.66	3.20
	15			6.33	6.61	6.71	6.79
	25			8.54	8.62	8.54	8.76
	35			9.85	10.11	10.45	10.00
	45			10.83	10.91	10.66	10.85
Civelek	5	0.043	13.44	2.77	2.07	2.77	2.39
	15			5.14	5.10	5.14	5.29
	25			6.77	6.79	6.79	6.99
	35			8.16	8.09	7.89	8.10
	45			9.01	9.06	9.04	8.88
Büyük Kılıç	5	0.043	12.70	2.28	2.03	2.52	2.25
	15			5.00	4.94	4.85	4.98
	25			6.52	6.29	6.76	6.58
	35			7.65	7.45	8.02	7.63
	45			8.20	8.33	8.55	8.37

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan adsorpsiyon deneyleri sonunda, metan basıncındaki artmanın gaz kapasitesini direk olarak etkilediği görülmüştür. Dört kömür damarı arasında en yüksek gaz kapasitesine Çay damarı sahiptir. Sonra sırasıyla' Acılık, Civelek ve Büyük Kılıç gelmektedir.

Araştırmacılar tarafından bulunmuş olan sabit değerleri ampirik eşitliklerde kullanarak elde edilen adsorpsiyon izotermleriyle, deneysel sonuçlardan elde edilen izotermeler arasında çok büyük fark olduğu görülmüştür. Eğer yukarıda verilen ampirik eşitliklerde kullanılan sabit değerler, o kömür damarı için yapılan deneylerden bulunmamışsa, elde edilen sonuçlar güvenilir değildir. Başka bir deyişle, kömürün analiz sonuçlarını kullanarak bulunan sabitlerin adsorpsiyon eşitliklerinde kullanılması büyük hatalara yol açacaktır.

Ampirik eşitliklerde kullanılan V_m, b, k ve n sabitlerinin değerleri, her kömür damarı için yapılan adsorpsiyon deneyleri sonuçlarından bulunduğu taktirde, Kim ve Langmuir tarafından geliştirilen ampirik eşitliklerin güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür.

Zonguldak kömür havzasında, kömür üretimi yapılan damarların gaz içeriklerinin ve metan emisyon karakterlerinin bilinmesi, sorunların önceden tahmin edilmesi ve önlenmesi açısından çok önemlidir. Bu amaçla, her kömür damarının yerinde metan basıncının ve yukarıda adı geçen sabitlerin değerlerinin belirlenebilmesi için havzada ayrı bir araştırmanın başlatılmasında büyük fayda vardır

KAYNAKLAR

1. JOLLY, D.C., MORRIS, L.H. and HINSLEY. F.B., An investigation into the Relationship Between the Methane Capacity of Coal and Gas Pressure, Trans Inst. Mm. Engrs.. Vol. 127, 1967-68, pp. 539-548
2. RUPPEL, T.C., GREIN, C.T. and BIENSTOCK, D., Adsorption of Methane on Dry Coal at Elevated Pressure, Fuel, Vol. 53, 1974, pp. 151-161
3. KIM, A G., Estimating Methane Content of Bituminous Coalbeds from Adsorption Data, US Bureau of Mines, Report of Investigation. 1977, RI 8245
4. JOUBERT. J.I., GREIN. C.T. and BIENSTOCK, D., Sorption of Methane in Moist Coal, Fuel, Vol. 52. 1973, pp. 181-185
5. YALÇIN, E., An Investigation into the Desorbable Methane Capacities of Zonguldak Coals and the Factors Affecting Methane Adsorption, M Sc. Thesis, Middle East Thechnical University, 1983
6. ETTINGER, I.L., LIDIN, G.D., DIMITRIEV, A.M. and ZHUPAKHINA, E.S., Systematic Handbook for the Determination of the Methane Content of Coal Seams from the Seam Pressure of the Gas and the Methane Capacity of the Coal, Moscow. National Coal Board Trans., No. A1606/SEH., 1958