

AVUSTRALYA'DA ODA - TOPUK SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

N.I. AZIZ(*)
A.S. ATKINS(**)
Çeviri: Mehmet LEKİLİ(***)

ÖZET

Bu tebliğ Avustralya'daki kömür üretiminin mevcut durumu ile birlikte kömür üretim miktarlarını ve kullanımını gözden geçirmektedir. Tarihsel olarak, oda-topuk sistemi kalınlığı 1,5 metreyi geçen düz damarların işletilme şekli idi ve halâ en çok kullanılan sistemdir.

Oda-Topuk sistemi ile madencilik, ocağın genel durumuna etki eden unsurlar ile birlikte anlatılmıştır. 450 metreden daha derinlerdeki topukların alınmasının dizaynında tabaka kontrolünün yeri vurgulanmıştır. Topuk ve pano alma sistemlerinin tipleri, tahkimat, teçhizat tipleri ve insangücü ve makina kullanımı tartışılmıştır. Oda ve Topuk madenciliğinin mekanize edilmesi, üretim kapasitesi sınırlarına yaklaşmaktır ve uzunayak sistemlerine doğru geçiş eğilimi de ayrıca belirtilmiştir.

ABSTRACT

This paper reviews the output and market utilization together with current trends of coal production in Australia. Historically bord and pillar extraction was the main underground system for exploiting tabular coal deposits in seams thicker than 1.5 metres and this is still the dominant system.

The system of bord and pillar mining are described together with factors affecting the mine layout. Particular emphasis has been placed on ground control in the designs of various pillar extraction systems in relation to competent roof formation at depths in excess of 450 metres. Types of pillar and panel extraction systems, support requirements, types of equipment, manpower and machine utilisation are discussed for a number of mines. The mechanised system of bord and pillar mining is approaching the limit of production capacity and the present trend of adopting longwall systems are also outlined.

(*) Department of Civil and Mining Engineering. The University of Wollongong, N.S.W. 2500, Australia.

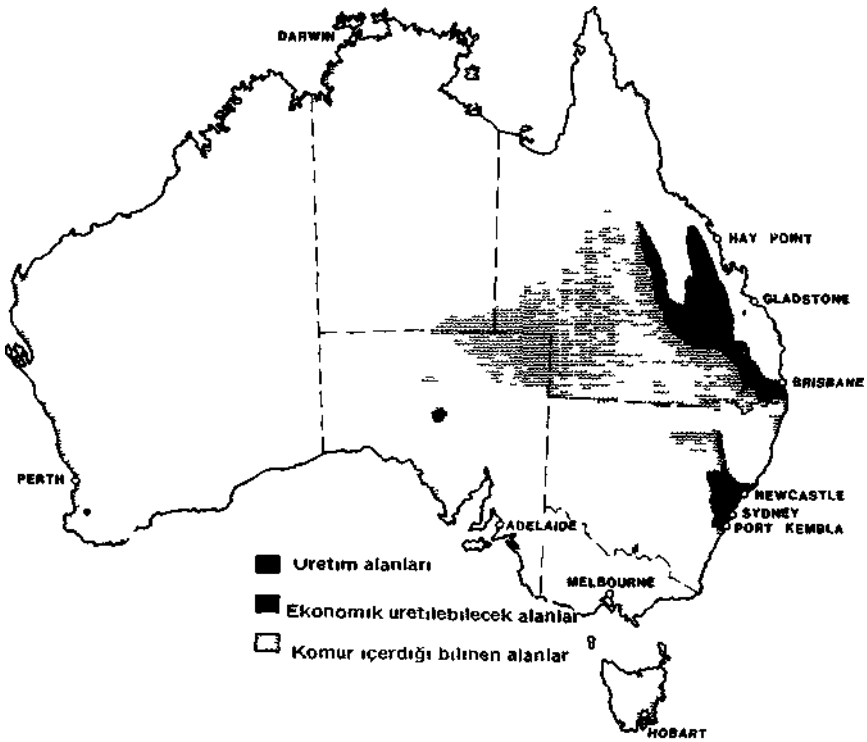
(**) Department of Mining Engineering, North Staffordshire Polytechnic, Stoke-on-Trent, England

(***) Dr., Maden Y. Mühendisi, TTK Genel Müdürlüğü, ZONGULDAK.

1. GİRİŞ

1982 yılında Avustralya'da satılabilir taşkömürü üretimi 91,08 milyon ton ve Victoria Latrobe Vadisi açık ocaklarından yapılan linyit üretimi 35,53 milyon tondur (12,7 milyon ton taşkömür eşdeğeri). Üretilen linyit oldukça yüksek miktarda nem kapsadığı için ekonomik olarak nakledilememekte ve bu nedenle de esas olarak elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Linyitlerin % 89'u bu amaçla ya doğrudan yakılmakta ya da dolaylı olarak, briketlenerek, havzadaki termik santrallerin ana girdisini oluşturmaktadır. Bu da Victoria'da üretilen elektrik enerjisinin % 82'sini karşılamaktadır.

Avustralya'da ticari değeri olan taşkömür yatakları Şekil Vde gösterilmiştir. En geniş ve yüksek kaliteli taşkömür yatakları ülkenin doğusunda New South Wales (M.S.W. Yeni Güney Galler) ve Queensland eyaletlerinde oluşmuştur. En büyük kömür havzaları N.S.W. (Yeni Güney Galler) de Sydney, Queensland'da Bowen havzası ve Queensland - N.S.W sınırında Clarence Moreton havzasıdır.



Şekil 1. Avustralya Taşkömür Yatakları (3)

Çizelge 1—Avustralya'da EyaleÜere Göre, Taşkömürü Ocak Sayısı, Üretimi, Madencilik Yöntemi ve Randımanları
(1981 -1982)

E y a l e t	Ocak Sayısı		Üretim (mily on ton)				Madencilik Yöntemi						Elandıman-Adam vardiyada (Satılabilir kömür)		
			Tuvönan		Satılabilir		Açık İşletme (Tuvönan)		Yeraltı 1 (Tuvönan)				A * * k ocak	Yeraltı * " * ocakla	
	Açık	Yeraltı	mt	%	mt	%	mt	%	mt	%	mt	%	t	t	t
Yeni Güney Galler	19	72	59,818	54.2	51,701	56.8	15.288	25.6	25.7	44.530	74.4	88.0	23.44	9.29	10.90
Queensland	24	19	45.138	41.0	34.276	37.6	40.148	88.9	67.4	4.990	11.1	9.8	21.14	6.06	16.93
Batı Avustralya	3	1	3.415	3.1	3.415	3.8	2.708	79.3	4.5	0.707	20.7	1.4	19.96	8.01	15.25
Güney Avustralya	1	-	1.436	1.3	1.436	1.5	1.436	100	2.4	-	0		10.90	-	10.90
Tasmanya		2	0.390	0.4	0.249	0.3	-	0		0.390	100	0.8	-	7.07	7.07
Victoria		-	-		-		-	-		-	-		-	-	-
Avustralya	47	94	110.197		91.077	-	59.580	-	54	50.617	-	46	21.02	8.88	12.72

Avustralya'da kömür ilk defa 1796 yılında, Sydney'in kuzeyinde, bugün N.S.W'in kuzey havzası olarak bilinen Newcastle yakınındaki bir mostrada bulunmuştur. Bir sene sonra da Sydney'in 70 km güneyinde N.S.W'in güney havzasında, Coal Cliff de, kömür bulunmuştur. İlk kömür ocağı N.S.W'in kuzey havzasında 1831'de ve ilk geniş kapsamlı kömür ocağı da N.S.W. 'in güney havzasında Wollongong'un batısında 1849'da açılmıştır ve bu Kemire ocağı bugün günlük 3261 ton üretimle halen çalışmaktadır.

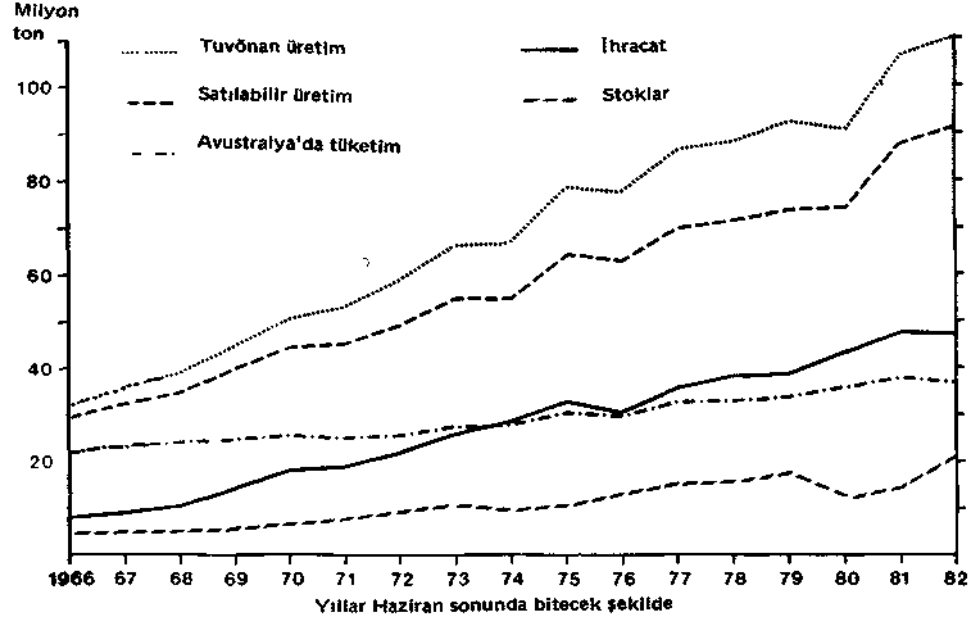
Çizelge 1, Avustralya'da hem devlet hem-de eyaletler olarak ocak sayısını, üretimi, madencilik metodunu ve taşkömür üretim randımanlarını göstermektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi toplam satılabilir taşkömürünün % 57'sini sağlayan N.S.W. (Yeni Güney Galler) en çok üretim yapılan eyalettir. Bu eyaletin yeraltı üretimi, toplam üretimin % 74'ü olup bu miktar bütün Avustralya yeraltı kömür üretiminin % 88'ini oluşturur.

Çizelge 2, 1982'de Avustralya'daki 20 büyük kömür ocağını göstermektedir. Günümüzde en büyük yeraltı ocakları N.S.W'de olup en büyüğünün yıllık üretimi 2 milyon tona yaklaşmaktadır. Ancak, Avustralya'da en büyük açık işletmeler Queensland'da olup bazılarının yıllık üretimi 6 milyon tona yaklaşmakta ve bu miktar ülkedeki bütün açık işletme üretiminin % 67'sini oluşturmaktadır.

Çizelge 2-Avustralya'da En Büyük 20 Kömür Ocağı, 1981 - 1982.

Ocak	Şirket		Tivönan üretim (ton)
Peak Dowfis	Central Queensland Coal Association	Old	5 950 800
• Norwich Park	Central Queensland Coal Association	Old	5 365 900
Blackwater.	Utah Development Co.	Old	5 210 200
Goonyella	Central Queensland Coal Association	Old	5 195 200
Saraji	Central Queensland Coal Association	Old	4 368 900
Ravensworth No 2	Electricity Commission of New South Wales	N.S.W.	3 678 600
Gregory.	BHP Minerals Ltd	Old	3 151 800
Moura	Thiess Dampier Mitsui Coal Ltd.	Old	2 878 000
Callide.	Thiess Bros Pty. Ltd.	Old	2 316 000
Hunter Valley No 1.	Coal and Allied Industries Ltd.	N.S.W.	2 066 400
South Bulli	The Ballambi Coal Co Ltd.	N.S.W.	1 995 200
Muja	Griffin Coal Mining Company Ltd.	W.A.	1 831 000
Coal Cliff	Kembla Coal and Coke Pty Ltd.	N.S.W.	1 824 100
Buchanan Lemington.	Buchanan Borehole Collieries Pty Ltd.	N.S.W.	1 756 700
Clarence.	Clarence Colliery Pty. Ltd.	N.S.W.	1 738 200
Howich.	Clutha Development Pty.Ltd.	N.S.W.	1 706 300

Avustralya'da taşkömür madenciliğinde 31 294 kişi çalışmaktadır (21 274 yeraltı, 10 020 açık işletme). Satılabilir toplam üretim randımanı vardiyada kişi başına 12.72 tondur. (8.88 ton yeraltı, 21.02 ton açık işletme). Ortalama satılabilir kömür fiyatı ocakta 27,53 Avustralya dolarıdır. Şekil 2, Avustralya'da taşkömür endüstrisinin büyümesini, Çizelge 3, mevcut ihracat pazarlarını göstermektedir.



Şekil 2. Avustralya'da kömür endüstrisinin büyümesi (3)

Çizelge 3 T-Avustralya İhraç Pazarı, 1981 -1982
(Satılabilir, Milyon ton)

ülke	Milyon Ton	Yüzde
Japonya	32,204	63,3
Avrupa		
— İngiltere	2,248	4,8
— Diğerleri	5,328	11,3
Diğer ülkeler		
— Kore	3,694	7,8
— Taiwan	1,620	3,4
— Diğerleri	2,058	4,4

Oda topuk sistemi Avustralya'da uygulanan başlıca yeraltı kömür üretim sistemidir. Çizelge 4, N.S.W'de oda-topuk sistemi ile yapılan ortalama tüvenan üretimini göstermektedir. Bu üretim toplam üretimin % 92'sine ulaşmaktadır.

Bu bildiriye oda-topuk sistemleri ile N.S.W'de uygulanmakta olan sistemler açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu eyalet Avustralya yeraltı kömür üretiminin % 90'ını sağlamaktadır. Diğer eyaletlerde topuğun alınmasında N.S.W'deki uygulamalara benzer teknikler uygulanmaktadır, ancak her eyaletin Kömür Madenciliği Yönetmeliklerine göre oda ve topuk bo-
yutlarında bazı değişiklikler vardır.

Çizelge 4-N.S.W.'de Günlük Yeraltı Üretimi ve Randımanı -
Tüvenan Kömür, Mayıs 1982.

Yeraltı Madencilik Sistemi	ünitede üretim vartiya/ton ortalama	Tüvenan kömür, 1000 ton	Yüzde
Birinci – Oda	270	112,3	51.1
İkinci - Topuk alma Tipleri			91.8
o Wongawilli	411	28.3	40.7
o Old Ben		6.4	
o Geleneksel		54.8	
- Uzunayak		18.0	8.2
Toplam	319	219.8	

2. ODA-TOPUKMADENCİLİK SİSTEMLERİ

2.1. İlk Çalışmalar (Hazırlık Tabanları)

Oda topuk sisteminde ocak planlaması topukların alınma yöntemine göre yapılmaktadır. İlk çalışma olarak bilinen hazırlık aşamasında, kömür kare veya dikdörtgen topuklar ve/veya panolar şeklinde bloklara ayrılır. Bunlar genellikle dönümlü olarak bazı durumlarda da ilerleme sırasında alınır. Hazırlık odalarının sayısı standart olmayıp, kesme, delme, ateşleme, yükleme, tahkimat ve ray döşeme gibi işlerin yapılmasına uygun yeterli çalışma alanı ihtiyacına göre belirlenir. Ellili yıllarda sürekli kazı makinalarının ocaklara girişi, bütün üretimin bir tek yerden yapılmasını sağlamış ve çok sayı-

da yerde çalışma gerekliliğini ortadan kaldırmıştır. Hazırlık odalarının sayısı iki ile sekiz arasında değişmektedir ve esas olarak ikinci çalışma yöntemi ile birlikte aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

- o Ocağın kapasitesi
- o Topuk ve/veya topuk ve pano sistemleri
 - Derinlik
 - Üretim
 - Randıman
 - Pano alma sistemi — Wongavilli, Old ben
 - Uzunayak
- o Çalışan sürekli kazı makinalarının sayısı
- o Bant konveyör sayısı ve bunların hareketlerinin sıklığı (frekansı)
- o Kazılan kömürü alma sistemi
- o İnsan ve malzeme nakli
- o Havalandırma gereksinimi

Odalar birbirlerine daha önceden saptanan aralıklarla topuk blokları bırakılarak rekuplar vasıtasıyla irtibatlandırılır. N.S.W'de odaların genişlikleri talimatlarla belirlenmiş olup 5,5 m'ite sınırlandırılmıştır, ancak bazı şartlarda özel izinler verilebilir ve bazı ocaklarda yol genişliği 6-6,5 m olmaktadır. Queensland'de oda genişliği ile ilgili özel bir talimat yoktur ve bazı ocaklarda 7 m genişliğinde yollar bulunmaktadır.

N.S.W'deki Kömür Madenleri Talimatları kazı kalınlığını da saptamıştır ve kazılacak damarın kalınlığı 5 m'yi geçtiği zaman özel izin alınmadığı takdirde kazı kalınlığı 4 m ile sınırlandırılmıştır. N.S.W'de damar kalınlıkları 1-12 m arasında değişmektedir ve Çizelge 5, damar kalınlığına göre üretimin yüzde oranlarını göstermektedir.

Çizelge 5-N.S.W. Yeraltı Ocaklarında Üretimin Damar Kalınlıklarına Göre Yüzde Oranları, 1982.

Damar Kalınlığı (m)	Üretim Yüzdesi
< 1.0	0
1 – 1.99	5,0
2 – 2.99	53,6
3 – 3.99	24,0
4 – 4.99	2,2
> 5.0	15,2

(Çalışılan en kalın damar 6 m)

Hazırlık odalarının bloklara ayrılmasında ortaya çıkacak topukların boyutları talimatlarla belirlenmiştir ve derinliğe bağlıdır. Çizelge 6, N.S.W. Kömür Madenleri Talimatlarına göre derinliklere bağlı olarak topuk boyutlarını göstermektedir.

Çizelge 6-N.S.W. Kömür Madenleri Talimatlarına Göre Topuk Boyutlarının örtü Tabakası Kalınlığıyla İlişkisi

örtünün Derinliği	Odaların hazırlanması ve diğer çalışmalar sırasında topuk olarak bırakılacak kömürün yüzdesi	Topuğun Genişliği (m)
0 - 60	50 'den aşağı değil	> 8
60 - 150	50 - 60	> 11
150 - 300	60 - 70	> 17
300 - 600	70 - 85	> 24

2.2. İkinci Çalışma - Topuk ve Panoların Alınması

Avustralya'da topuk ve panoların alınması için iki genel yöntem uygulanmaktadır. Bunlar "Geleneksel" ve "Pano ve Topuk" yöntemleridir. Geleneksel sistem, esas olarak derin olmayan damarlarda kullanılır (< 300 m).

Çizelge 1, üretimin % 70'inin 300 m'den daha az derinlikten yapıldığını göstermektedir ve bu durum Çizelge 4 tarafından da teyit edildiği gibi geleneksel yöntemin yaygınlığını göstermektedir.

Çizelge 7-N5.W. Yeraltı Ocaklarında Üretimin Damar Derinliklerine Göre Yüzde Oranları (3).

Derinlik	üretim Yüzdesi
0 - 100	18,5
100 - 199	32,5
200 - 299	19,6
300 - 399	9,6
400 - 499	17,0
> 500	2,8

2.2.1. Geleneksel Yöntemler

N.S.W.'de geleneksel yöntem damarı uzunluğuna yarıp kaldırmayı içermektedir. Bu yöntem bölgelere göre bazı değişik uygulamaları ile birlikte topukların alınmasında en çok kullanılan yöntemdir. Ancak bu yöntemin bölgeden bölgeye değişik uygulamaları bazen diğer geleneksel yöntemlerle karıştırılmaktadır. Şekil 3, yarma ve kaldırma yöntemi ile topuk alınmasını göstermektedir. Topuklar genellikle kare ya da dikdörtgen olup, boyutları derinliğe bağlı olarak 30 x 30 m'den 30 x 45 m'ye kadar değişebilir.

Bu yöntem, topuk içine uzunluğuna yarmalar açıp alınacak kömür bloğunu bırakmaktan ibarettir. Alınacak kömürün genişliği, sürekli kazı makinasının uzunluğuna, tavan koşullarına ve her ocağın kendine göre uyguladığı tahkimat yöntemlerine göre tayin edilir. Yarmalar; tavan saplamaları, çoğunlukla da, ağaç direk ve kamalarla desteklenen oluklu (W) çelik plakalarla birlikte kullanılan tavan saplamaları ile tahkim edilir. Kömür bloğunu kaldırma çalışmaları genellikle göçük tarafına doğru yapılır. Ancak bazı ocaklarda tavan koşulları uygun ise yarmanın her iki tarafından kaldırma işlemi yapılabilir. Şekil 4 topuk kaldırma işlemi sırasını göstermektedir.

Küçük bir kömür bloğu (minimum 2,5 m) göçük kontrolü için topuk olarak bırakılır. Üç tarafı göçükle çevrili son topuğun alınması durumunda özel tahkimat kuralları uygulanır ve Şekil 5'te gösterildiği gibi kömür kısmen alınır.

2.2.2. Pano ve Topuk Sistemleri

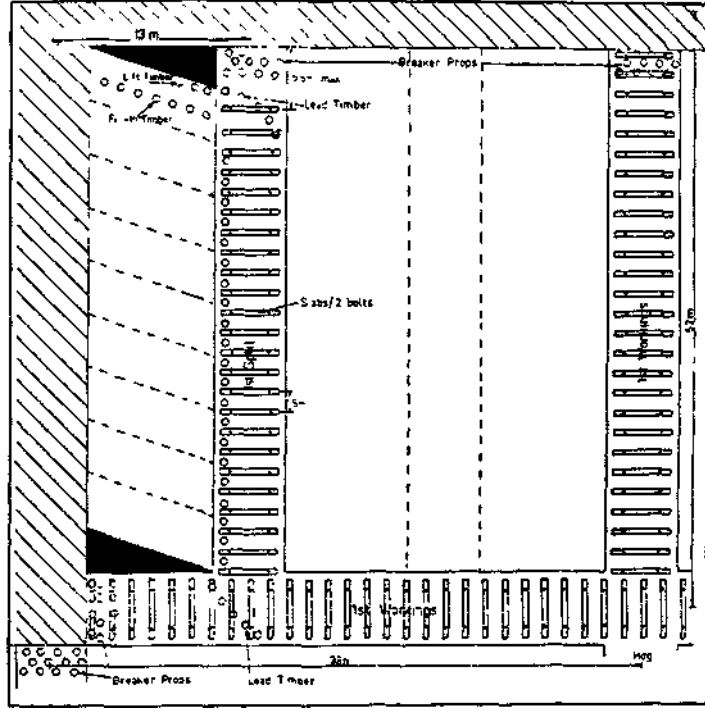
Bu sistemler, kömürün 300 metreden daha derindeki damarlardan alınması amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistemler, daha zor tavan koşulları olan yerlerde topukların alınmış sistemlerle alınması işleminin yeterli olabildiği yerlerde uygulanmaktadır. Topukların alınma sırasının, esas basınç eğrisinin rahatlamış zonu içerisinde kalacak şekilde yapılmasının sağlanması amacıyla, kaya mekaniği tabaka kontrol esasları uygulanmaktadır. Bu sistem ayrıca, üretimi ve verimliliği etkileyen ilk hazırlık odaları sayısını da en aza indirir.

Bugün Avustralya'da iki sistem kullanılmaktadır. Bunlar:

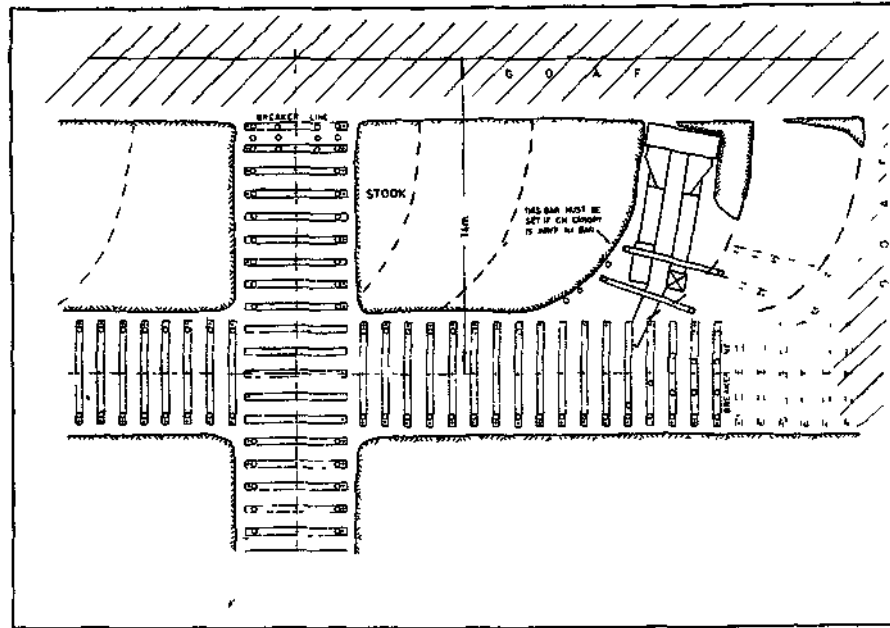
- Geliştirilmiş Old Ben ve
- Wongawilli sistemi'dir.

2.2.2.1. Geliştirilmiş Old Ben Yöntemi

Bu yöntem Amerikan Old Ben pano ve topuk alma sisteminin geliştirilmiş bir şeklidir. Bu yöntemde bir kömür bloğu belirli sayıda —genellikle üç— pano tabanyoğu ile daha önceden belirlenmiş bir alana kadar delinir ve bir yanda 100-120 metre genişlikte bir blok diğer yanda daha küçük, 50 metre genişlikte bir blok bırakılır. Geniş olan blok pano hazırlık topukları ile birlikte, küçük olan blok ise dönümlü olarak alınır. Topuk alma işlemi Şekil 6'da gösterilmiştir. Numaralar bu işlemin sırasını göstermektedir. Konikleştirilmiş topuklar yolların sağlamlığını artırmak için dizayn edilmiştir.

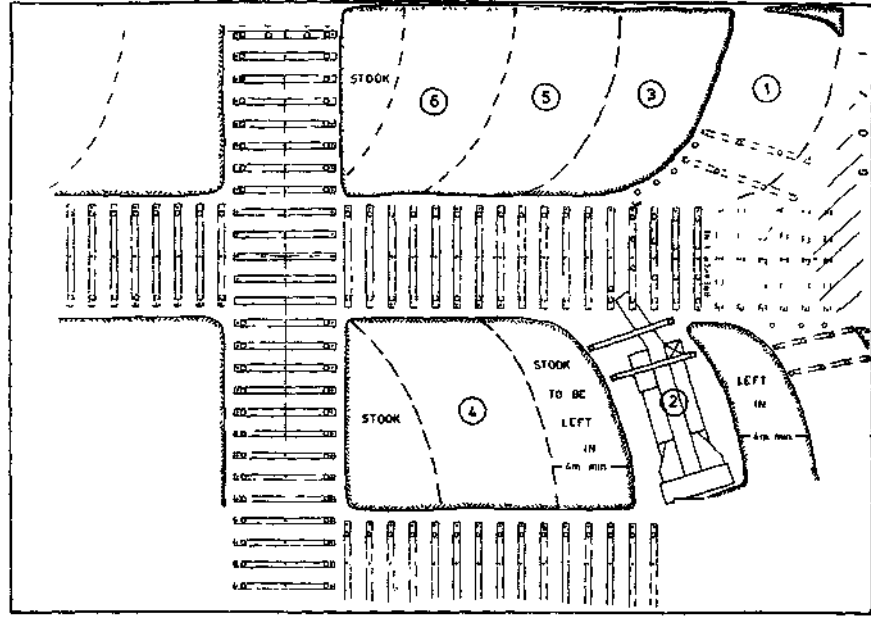


(a)

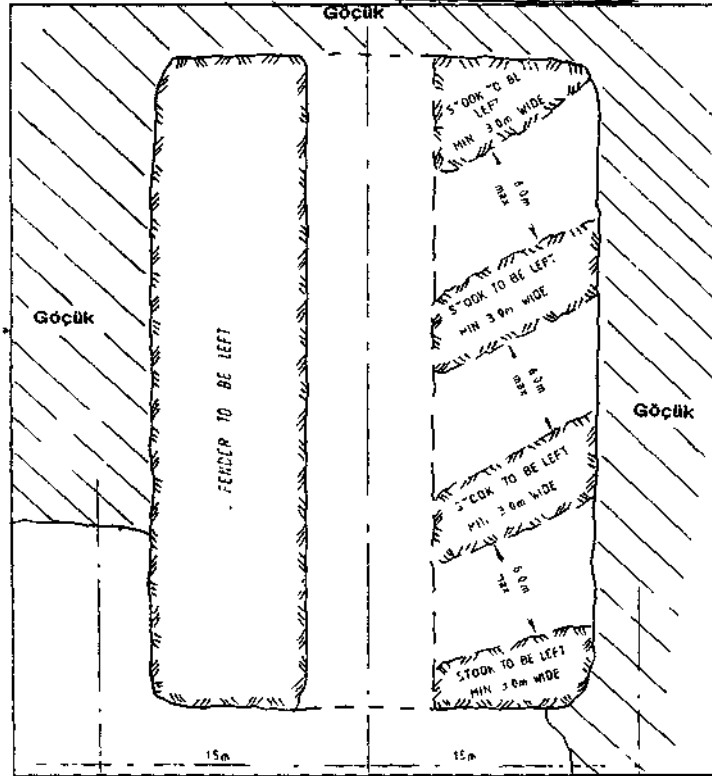


(b)

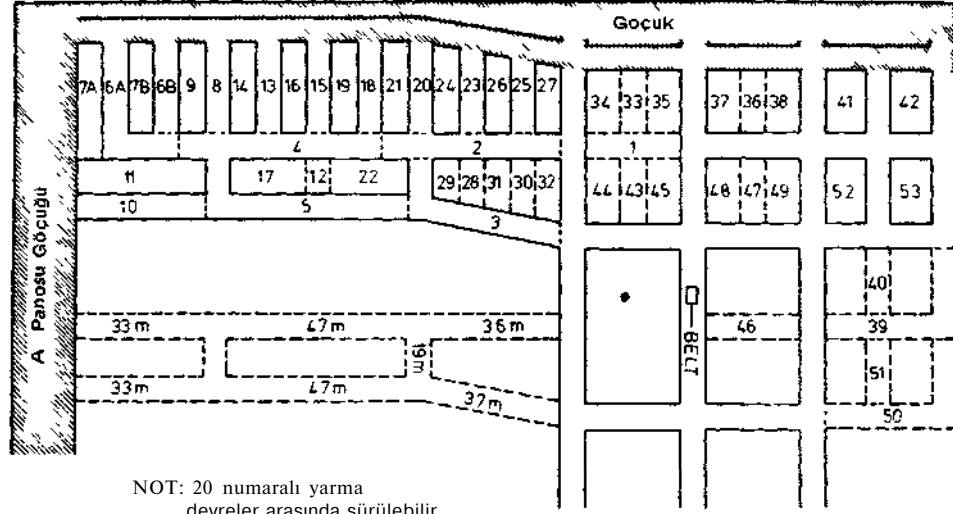
Şekil 3. Tipik bir "yarma ve kaldırma" topuk alma yöntemi.



Şekil 4. Yarma ve kaldırma yönteminde topukların alınma sırası.



Şekil 5. üç tarafı göçükle çevrili bir topuğun alınmasında özel tahkimat kuralları (bırakılan topuklar).



Şekü 6. Geliştirilmiş "Old Ben" sistemi.

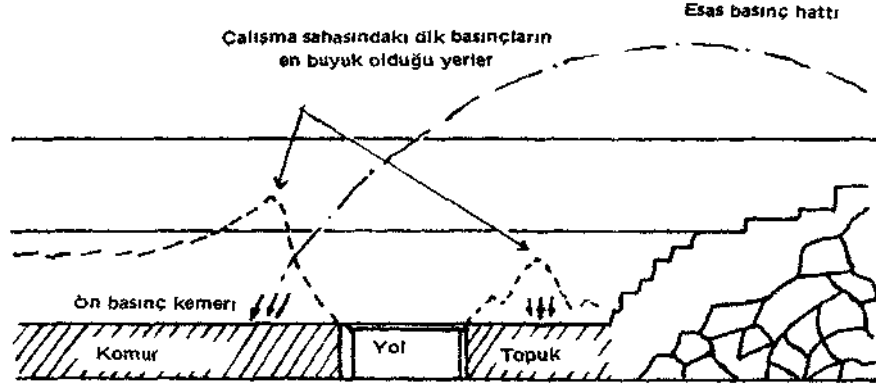
Bu sistemin geleneksel topuk alma tekniğine göre birçok avantajları vardır. Bu avantajlar aşağıda özetlenmiştir.

- Bırakılan topukların genişliği en fazla 7 metrede tutularak kazı makinası operatörünün taban yolu ile kazılan yarmanın köşesinden daha ileriye gitme gereksinimi ortadan kaldırılır ve böylece insan çalışmayan kısımlar için tahkimat yapılmayarak tahkimat işlemi en aza indirilir.
- Çoğunlukla zayıf zonların oluşmasına neden olan dört yol ağzlarının sayısı en aza indirilir.
- Pano alınması, tavan göçüklerinin en az olduğu rahatlamış zonda yapılır.

2.2.2.2. Wongawilli Sistemi

Wongawilli sistemi geleneksel yarma ve kaldırma tekniği ile kömür alma işleminin Şekil 7'de gösterilen basınç zonu içerisinde yapılmasını kılan, tabaka kontrol esasları daha da ilerletilmiş, Geliştirilmiş Old Ben sisteminin bir kombinasyonudur. Bu sistem bugün 500. m derinlikteki damarların alınması amacıyla başarıyla kullanılmakta ve 600 metre derinliklerde uygulanması beklenmektedir.

Wongawilli tekniğinin, 430 metre derinlikte, masif bir kumtaş t tabakasından tavanı olan 2,8 m'lik Bulli damarı çalışan bir ocaktaki uygulaması, daha önceki sistemde görülen aşağıdaki sorunların üstesinden gelinmesini sağlamıştır.



Şekil 7. Wongawilli Sisteminde basınç dağılımı

- Çalışma yerlerine ve malzeme ikmal noktalarına girişi sağlamak için tabanın aşırı şekilde oyulması,
- Bantların tavan esnemesiyle sıkışması,
- Taş kesme nedeniyle teçhizatın sık sık arıza yapması.

Wongawilli sisteminde, Şekil 8'de görüldüğü gibi kömür blokları 30 - 40 metre aralıkla sürülen 2-3 hazırlık tabanı ile oluşturulur ve hazırlık bloklarına komşu olan kısımda yaklaşık 100 m genişlikte pano bırakılır. Pano genişliğini havalandırma ve mekik arabaların kablo makaralarının kapasitesi etkiler.

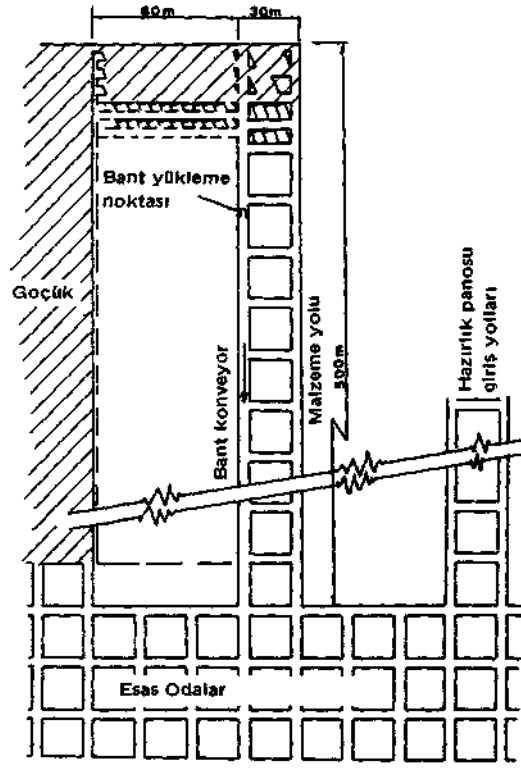
Kömür alma işlemi, tabanlar arasındaki pano ve topukları yarararak 6 - 9 metrelik kömür topukları bırakıp bunları daha sonra alarak yapılır. Şekil 9'de kullanılan bir çeşit Wongawilli sistemini göstermektedir.

Panolar genellikle dönümüü olarak alınır ancak bazı ocaklarda üretim hazırlıkla birlikte ilerletimli olarak yapılmaktadır (7).

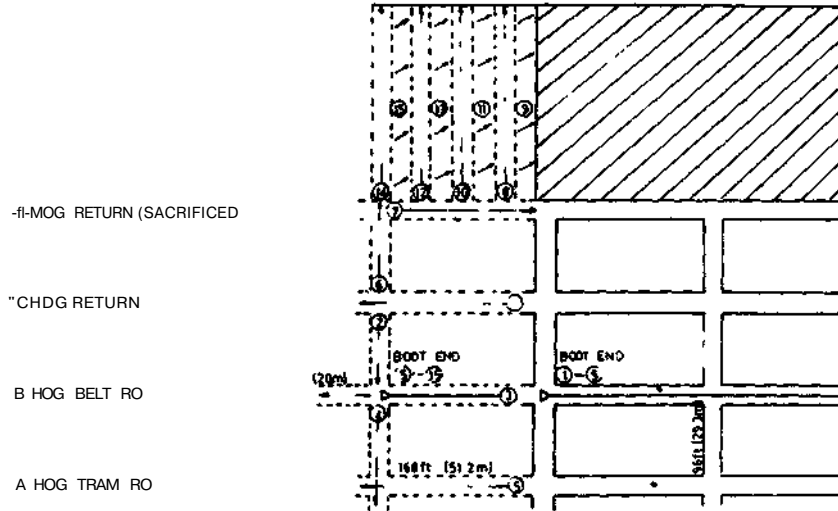
Panoların dönümüü alınması ilerleme hızını artırır, tahkimat masraflarını azaltarak daha yüksek oranlarda üretim yapılabilmesini sağlar.

2.2.3. Tahkimat Sistemleri

Ocakların çoğunda kullanılmakta olan standart tahkimat sistemleri, U-şeklinde olan W-oluklu çelik tabakalar ve ağaç direklerdir. Damar feesöllerini taşıyan olarak bu tahkimatlar ağaç kalaslar, çelik hasır ve çelik bağlar ile takviye edilir.



Şekil 8. Wongawilli sistemi (sürekli kazı makinası ile hazırlık ve kazı)



Şekil 9. N.S.W.'de kullanıldığı şekliyle Wongawilli sisteminin değişik şekli.

W—tabakalar adından da anlaşıldığı gibi, değişik boyutlarda profil kesiti W şeklinde "oluklu çelik sac"lardır. Tipik boyutu 5200 mm x 280 mm x 3 mm'dir. Bu sac yerine —tavana— 3 ya da 5 adet reçineli tavan saplama ile tutturulur (Tavan saplama 24 mm çapta ve 1,8 - 2,4 metre uzunluktadır). Sacların her iki ucuna birer ağaç direk sıkıştırılarak takviye edilir. Bu direkler tahkimata yardımcı olduğu gibi, topuklardan kömürün aktarılmasını da önler ve havalandırmayı yönlendiren sacları da dayanak olur.

3. TEÇHİZAT TİPLERİ

Bugün N.S.W'de bütün yeraltı üretimi, Çizelge 8'de gösterildiği gibi, mekanizedir(3).

Çizelge 8—Üretim Ünitelerine Göre Günlük Yeraltı Üretimi.
Mayıs 1982N.S.W. (1000 ton tuvönan kömür)

UNİTE	N.S.W (x 10001)	%
Sürekli Kazı Makinaları	200.5	91.2
Kömür Kesiciler	—	—
Uzunayak	18.0	8.2
Kısa Ayak	—	—
Diğerleri	1.3	0.6

Bugün 305 sürekli kazı makinası çalışmakta olup, bunlar ana yol bant konveyörüne yükleme yapan mekik arabalar ile birlikte kullanılırlar. Oda-topuk madenciliğinde kullanılan teçhizat ve makinalar aşağıdakilerdir.

- Sürekli Kazı Makinaları
- Mekik arabalar
- Kömür besleyiciler
- Tavan saplama delme makinaları

3.1. Sürekli Kazı Makinası

Sürekli kazı makinası, 1950 başlarında, mevcut olan alışılmış madencilik sistemini mekanize etmek amacıyla ocaklara sokulmuştur. N.S.W'deki makinaların hepsi paletli olup elektrik tahriklidir (1000 Volt). Makina boyutları kazılan damar kalınlığı ile birlikte hazırlık odalarının ve hazırlık tabanyollarının boyutlarına bağlıdır. Bunlar çıkarılacak kömür miktarını ve performansını etkileyen faktörlerdir. Çizelge 9, Avustralya'da kullanılan bu makinaların tipleri ile bunların özelliklerini göstermektedir.

Çizelge 9-Oda ve Topuk işlemlerinde kullanılan Sürekli Kazı Makinaları

Üretici ve Tipi	Uzunluk	Makina Boyutları (m)		Kazı Yüksekliği (m)	Yerden Yükseklik (m)	Makinanın Ağırlığı (t)	Makinanın Zemine Yaptığı Basınç (kPa)	Ore tim Kapasitesi (t/dak)	Hareket Hızı (m/dak)	(esiciler)	Elektrik Motorları (<kw)				Toplam Güç	Oreticinin pazardaki payı, %
		Genişlik	Yükseklik								Tulumbalar	Kuyruk	Hareket Tahriği			
Joy 12 cm 3	8.38	3.30	1.52	3.1	0.23	41	172	8-12	0-16.8	2 130	1 37	1 50	2 26DC	400	37	
Joy 12 HM	10.4	3.5	1.7	4.0	0.33	59	186	5-10	0-15.2	2 130	1 37	1 49	2 26DC	400		
Lee Norse HH 546-2	10.6	2.9	1.7	3.5	0.28	43	213	10-15	0-21.3	2 112	1 112	2 19		373	27	
Lee Norse LN800	10.3	2.8	1.3	4.0	0.30	41	151	9-13.6	0-17.7	2 120	1 30	2 26	2 49	420		
Jeffrey 120 H-2 Helimner	10.1	2.6	1.3	3.7	0.20	50	217		0-26.4					447	26	
Jeffrey 122 M Helimner	10.1	3.3	1.1	2.6	0.18	45.5	186		0-18.0					0		
Fox - Marietta 5012-56	10.1	5.4		3.7	0.23	45	176	10-15	0-21.6	2 149	1 37	2 19	2 22	417	9	
Voest • Alpna	7.5	3.0	1.65	4.0	0.10	24	130	—	0-0.6	110	1 12	—	2 12	170	1	

3.2. Mekik Arabalar

Mekik arabalar kazı makinalarının kazdığı kömürü alıp, doğrudan ya da kömür besleyicilerle anayol konveyörüne aktarmak üzere taşıyan araçlardır. Taşıma mesafeleri kısa olup, kablo makaralarının alabildiği kablunun uzunluğuna bağlıdır (Genellikle 150 - 280 m). Avustralya'da ocak arabaları genellikle elektrik tahrikli olup hidrolik direksiyon ve disk frenler ile teçhiz edilmiştir. 4 tekerlek ayrı ayrı tahriklidir. Kablo makarası arabanın ileri ve geri gidişinde kabloyu verir ve sarar. Makaralar sürücünün ters tarafına yerleştirilmiştir. Bir panoda genellikle iki araba vardır. Birinin makarası sol tarafta diğerinin ise sağ taraftadır. Normal bir yolda arabalar arasındaki genişliğin yeterli olmasına dikkat edilir. Birden fazla hazırlık odaları bulunması halinde arabalar topuklar etrafından dolaştırılarak kabloların dolaşması önlenir. Arabaların kapasiteleri 5-15 ton arasında değişmektedir ve bu kapasiteler arabaların kenarlarına ilave parçalar konularak artırılabilir. Tamamen dolu bir arabanın ortalama hızı saatte 6,5 km'ye kadar çıkabilir ve boşaltma süresi 48 saniyedir.

Mekik arabaların kablo makarasının tercih edilen kapasitesi 150 m civarındadır. Bundan daha büyük kapasiteler aşağıdaki sorunların doğmasına neden olur.

- Bant konveyöre kadar taşıma zamanı artar
- Ağır hizmetlerde çalışırken makara sarıldığında kablolar aşırı ısınır
- Kablo kazalarında artma olur.

Mekik arabaları 450 ya da 1000 volt tahrik gücü ile çalışır ancak bugünkü eğilim arasındaki elektrik sistemini standartlaştırarak 1000 voltluk enerji kullanmak ve bakımı basitleştirip verimliliği artırmak amacıyla bütün doğru akım motorlarını alternatif akım sistemleriyle değiştirmektedir. Çizelge 10, işletmelerde kullanılan mekik arabaları ile birlikte bunların özelliklerini göstermektedir.

3.3. Kömür Besleyiciler

Kömür besleyicinin işlevi mekik arabalarının getirdiği kömürü ana yol konveyörüne boşaltılmasını düzenlemektir (Dakikada 2-7 ton). Böylece konveyör sabit bir hızla yüklenir ve yükleme - taşıma - boşaltma işlemleri devresinde mekik arabanın boşaltılma süresi minimumda tutulur. En yaygın besleyici tipi Hanford'tur. Bu makina iri kömür parçalarını 125 mm'den küçük boyuta düşüren çekiçli bir kırıcı ile teçhiz edilmiştir. Palet ya da tekerlek üzerine monte edilebildiği gibi sabit tesis şeklinde de kullanılabilir. Hareketli olanlar iki tip olup 2,58 m ya da 2,30 m genişliktedir.

3.4. Tavan Saplama Delme Makinaları

Tavan saplama makinaları Avustralya'da uygulanan tahkimat sisteminin ana parçasıdır. Delme makinaları, basınçlı hava ile çalışan sulu yıkama tertibatlı hafif makinalardır (yaklaşık 50 kg). En yaygın tipleri, Wombat, Vernier ve Atlas Copco'dur. Saplama delme-işlemi, elde kullanılan, sehpalı, kazı makinası üzerine monte edilmiş ya da özel araçlara takılmış deliciler ile yapılmaktadır. Çizelge 11, tipik bir delicinin özelliklerini göstermektedir.

Çizelge 10- Avustralya'da Kullanılan Mekik Arabaların Özellikleri

	Boyutlar (m)			Yerden yükseklik (m)	Ağırlık (Boş) (t)	Makinaların Kapasitesi (m ³)		Kablo Makarası Kapasitesi (m)	En fazla kapasite t	Hız (m/s)		Konveyör Hızı	Motorlar	Pazar Payı %
	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik			Yan plakasız	Yan plakalı			Boş	Doğu			
Joy 10 SC 22-40/48/56/64A	8.16	2.44-3.05	1.02	0.25	13.8-14.50	4.0-6.0	5.5-8.0	128-189	12.24	2.24	2.01	0.5	İki 15-25 KW (DC) İki 30 KW (AC)	85.2
Joy 10 SC 22-40/48/56/64B	8.16	2.44-3.05	1.27	0.25	14.50-15.20	6.5-9.5	8.2-11.6	155-256	12.24	2.24	2.01	0.5	İki 15-22 KW (DC) İki 30-37 KW (AC)	
Joy 10 SC 22-40/48/56/64C	8.16	2.44-3.05	1.33	0.32	15-15.66	6.5-9.5	8.2-11.6	155-256	12.24	2.24	2.01	0.5	İki 22-26 KW (DC) İki 30-37 KW (AC)	
Noyes Bros - NSC 1250 E	8.4	2.8	1.25	0.25	—	10.88	14.58	—	—	7.04	—	0.43	İki 30 KW (AC)	13.3
Noyes Bros - NSC 1500 E	8.4	2.8	1.50	0.30	—	13.96	16.38	—	—	6.84	—	—	İki 30 KW (AC)	
Noyes Bros - Hydrocar 10/50	8.08	2.77	1.27	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	Bir 74.6 KW (AC)	
Fox National 48B-48/49/55-48	8.5	2.64-2.95	1.22	0.25	14.35	6.4-7.8	8.1-9.9	—	—	2.22	2.0	0.42-0.63	Bir 56 AC Bir 30 AC Bir 12 AC	1.5
Jeffrey Dresser 4015	8.51	2.92	1.42	0.356	18.14	10.76	12.60	—	6.0 16.3	0.0 7.4	—	—	İki 45 KW (AC)	

Çizelge 11—Tavan Saplaması Delgi Makinasının Özellikleri

Tip-Wombat 1200
Yükseklik —1310 mm (kapalı) — 3410 mm (açılmış)
Çalışma Hava Basıncı — 551 — 620 kPa
Hava tüketimi — 4.528 m³ /dakika
Çalışma Su Basıncı — 27.4 — 44.8 kPa
Tork-217.6 Nm
Dönme — (Serbest hız) 150 d/dk
Sehpa baskısı - 4.27 kN - 585 kPa'da
Hava Girişi —19 mm
Su girişi —12.7 mm
Ortalama delme hızı —1,18 m — 40 saniyede

3.5. İnsangücü ve Makina Kullanımı

Kömür Ocakları Sahipleri ile Maden İşçileri Federasyonu arasındaki anlaşmaya göre sürekli kazı makinası için gerekli insangücü aşağıda gösterilen şekildedir.

- Makina operatörü, 1 kişi
 - Mekik araba operatörü, 2 kişi
 - Arın tahkimatı yapan ve havalandırma sistemini hareket ettiren personel 3 ya da 4 kişi
 - Nezaretçi, 1 kişi
 - Elektrikçi, 1 kişi
 - Borucu, 1 kişi
- Federasyondan
gelen

Toplam insan gücü 9-10 kişi olup bazı ocaklarda bölgesel anlaşmalara göre yalnız federasyondan gelen 4 kişi ile çalışılır.

Oda-Topuk çalışmalarında vardiyada ünite - grup başına üretilen (bir makina ve ekibi tarafından) tuvönan kömür miktarı işletmenin yapısına bağlıdır. N.S.W'de tuvönan üretimi hazırlık odaları için 61-416 ton, topuk alınması için 276-562 ton'dur. Oda hazırlığı ile topuk alınması arasındaki üretim farkı topuk alınma işleminde tahkimat işlerinin daha az olmasından gelmektedir.

N.S.W'de vardiyada kişi başına düşen tuvönan arasında 33.46 ton, yerüstünde 15.29 ton'dur. Kişi başına genel tuvönan üretimi 10.59 ton adam vardiyadır. Satılabilir kömür üretimi ise 8.32 ton adam vardiyadır.

Sürekli kazı makinasının normal olarak çıkarabileceği tuvönan, mekik arabaları ile nakliyat, tavan tahkimatı, havalandırma, bakım gibi işlemlerin yapılması sırasında ortaya çıkan gecikmelerden dolayı sınırlanmaktadır.

Tipik bir ocak üretim devresi — 26 dakika
Damar - Wongawilli, Kalınlık 10 m., 3 m. lik taban kazısı.
Kesme İşlemi — % 16.6
Gecikmeler — Mekik Arabayı bekleme — % 42.2
Tahkimat, havalandırma, vb. - % 41.1

Yukarıda da görüldüğü gibi gerçek kesme işlemi toplam devrenin sadece % 16.6'sı olup bu ise saatte 100 ton'a tekabül etmektedir. Bugün tuvönan nakliyatı için en verimli yol mekik arabaların yerine uzayıp kısalabilen köprü konveyörlerini kazı makinası ile ana konveyörlerin arasında kullanmak olmaktadır. Bu sistem kullanıldığı takdirde hazırlık işleri sırasında çıkarılan *tuvönan* vardiyada 1800 - 2500 tona yükseltilecek çok düşük bir yatırım masrafiyaya uzunayak üretimiyle rekabet edebilen bir çalışmaya geçilebilir (Kazı makinası ile çalışmada 1.5 Av. Doları/Metrede, Uzunayak çalışması 9-11 Av. Doları/metrede). Sürekli kazı makinalarının geliştirilmesi, kazı sırasında tavan saplamalarının yerleştirilmesini sağlamakta ve önde direklerle tahmin edilmemiş 1 m lik bir kısmın açık tutulmasını sağlamaktadır. Prototip bir makinanın N.S.W'de bir ocakta 1985 yılında deneme çalışmalarına başlayacağı tahmin edilmektedir.

Kömürün çıkarılması için çalışma derinliklerinin artması topuk ve pano düzenlemelerinin iyi seçilmesini gerektirmektedir. Panoların alınması için hidrolik tahkimatla birlikte sürekli kazı makinaları kullanılarak kısa ayak madenciliği uygulanmıştır. Ancak bu sistem aşağıdaki nedenlerle başarılı olamamıştır.

f

- Mekik arabaların yol değiştirmeleri sırasında tabanda bozulmalar oluşarak arın tahkimatının sağlam durmaması.
- Kömür kesme işleminin doğal devre karakteri.

Doğal olarak pano düzenlemeleri bunların uzunayak sistemi ile alınmasına elverişlidir ve bu sistem 1960'lı yılların başlarında sınırlı bir başarı ile uygulanmıştır. Bunun nedeni kullanılan teçhizat ve makinanın Avrupa'daki yumuşak tabaka koşullarına uygun olarak dizayn edilmesidir. Ancak tahkimat tekniğindeki son gelişmeler bu sınırlamaları yenmiş ve bugün 11 adet ocakta topuk alınması için dönümlü uzunayak sistemi uygulanmaktadır. Yıllık tuvönan üretimi 10 milyon ton olup bu üretim 10 kişinin çalıştığı 4 vardiyada çıkarılmaktadır. Sistem yüksek üretim yanında (6000 ton/gün) rezervlerin optimum olacak değerlendirilmesi, randıman (vardiyada kişi başına tüvenan 30 t), emniyet ve özellikle derindeki çalışmalarda tabaka kontrolünün daha iyi yapılması bakımından avantajlara sahiptir.

4. SONUÇ

Bu bildiri Avustralya'da kömür üretimindeki genel yöntemleri özetleyerek oda-topuk sisteminin katkılarını incelemiştir. Mevcut durumda sürekli kazı makinaları üretim potansiyellerinin en üst seviyesine ulaşmışlardır. Açık ocak işletmeciliğinin üretkenliğinin ve verimliliğinin artması, yeraltı ocaklarının çalışabilir durumda kala-

bilmeleri için daha etkin madencilik sistemleri uygulamalarını gerektirmektedir. Bu nedenle topukların alınması için, sürekli kazı makinasının 1200-2000 ton/günlük üretiminden daha fazla üretim sağlanabilen (6000 ton/gün'den fazla) uzunayak uygulamasına geçilmiş ve ayrıca bu şekilde üretkenlik ve emniyet artırılmıştır.

Topuk ve pano hazırlanmasında geleneksel çok - yollu sistemin kullanılmasının Avrupa'da geçerli olan tek-giriş yollu uygulamayla karşılaştırılması da bazı şüphelere neden olmaktadır.

Gelecek hazırlıklarda daha geniş (10-15 m) olan tek-giriş yollarının kullanılması ciddi olarak ele alınmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Victoria's Energy Flows - Department of Minerals and Energy - Victoria, 1982.
2. Victorian Brown Coal Council, Fourth Annual Report 1982.
3. Black Coal in Australia, Joint Coal Board, 1981-82.
4. AZİZ, N.I., and UPFOLD R.W., Model Simulation of the Wangawilli System of Pillar Extraction at Laieham, No. 1 Colliery, Bowen Basin, Queensland, Report No. 1, Department of Civil and Mining Engineering, University of Wollongong, Wollongong, N.S.W., 1982.
5. Coal Mines Regulation Act, 1912, No. 37, N.S.W., 1983
6. HAMS A.H., Underground Black Coal Mining in New South Wales. Mining and Metallurgical Practices in Australasia, pp 797 - 804, 1980.
7. HAMMENT, J.D., Australian Journal of Coal Mining Technology and Research No. 3, pp. 25-36, 1983.

