

YERALTI KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE OTURMA ÖLÇÜMLERİ VE ANALİZİ

SUBSIDENCE MEASUREMENT AND ANALYSIS FOR UNDERGROUND COAL MINE

Ferhat Büyükbaş^{*}, Semih Safkan, Görkem Karakurt

Polyak Eynez Enerji Üretim Madencilik San ve Tic A.Ş., İzmir

ÖZET Yeraltı kömür madenciliğinde, tabaka (zemin) hareketlerinin oluşturduğu etki, yeraltında ve yerüstünde gözlemlenebilir sonuçlar ortaya çıkartır. Bu sonuçları matematiksel bir modele koyabilmek ve analizler yapabilmek madencilik faaliyetleri için önemlidir. Arkadan göçertmeli uzun ayak kömür üretim metodunun kullanıldığı madenlerde, tasman oluşumları gözlemlenmektedir. Üretim derinliği ve formasyon yapısı tasmanın karakteristiğini belirleyen en önemli faktörlerdir ve her ocak için farklılık gösterebilmektedir. Teorik olarak oluşacak tasman hesaplanabiliyor olsa da, gerçek tasman düzenli ölçümlerle takip edilmelidir. Bu çalışmada Polyak Eynez kömür işletmesinde üretimin tamamlandığı ve devam ettiği panolarda tasman ölçüm metodu ve ölçüme bağlı analizleri incelenmiştir.

ABSTRACT Effects of the formation movement are cause observable results on underground and above ground for underground coal mine. These results are important for mining activities in order to create scientific model and to analyze. Subsidence are occurred for longwall mining. Total depth and formation characteristic are most important factors for subsidence and it can be changes for all mine. Although theoreticaly subsidence is calculated, real subsidenceis observed by regular measurements. In this study, subsidence measurement method and subsidence analysis are examined for panels which are on progress and completedfor production in Polyak Eynez Coal Mine.

* ferhatbuyukbas@gmail.com

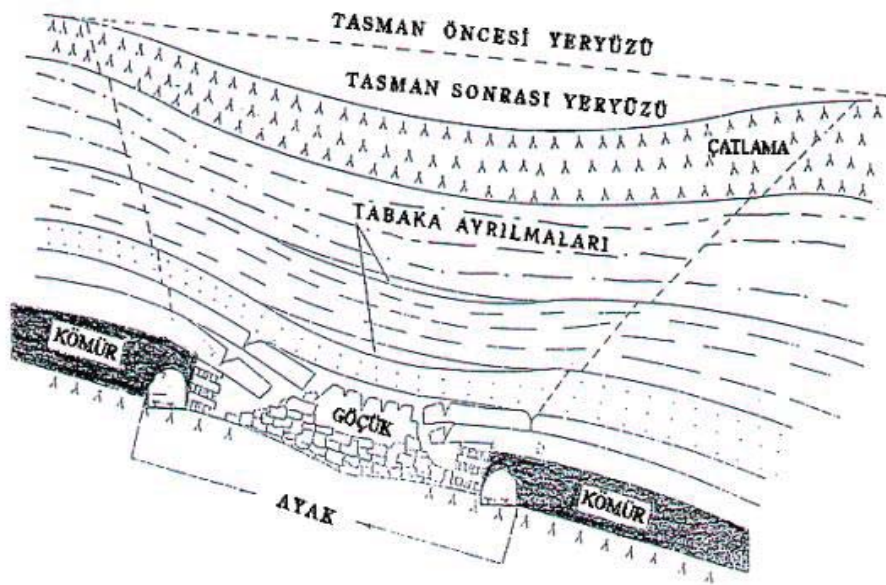
1. GİRİŞ

Yeraltında kömür üretimi yapılırken oluşan boşluklar, üst tabaka katmanlarının kırılmasıyla yer yüzeyine kadar varabilen çöküntü yapısı ortaya çıkartır. Oluşan bu durumun; kömür damar kalınlığı, üretimin derinliği, üretimin şekli ve hızı, tabaka katmanlarının jeolojik özelliklerine bağlı olarak yer yüzeyindeki ve zemindeki tüm tabakalara etkisi vardır. Bu etkiler sonucunda topoğrafyada oluşan yatay ve düşey yöndeki hareketler tasman olarak adlandırılır.

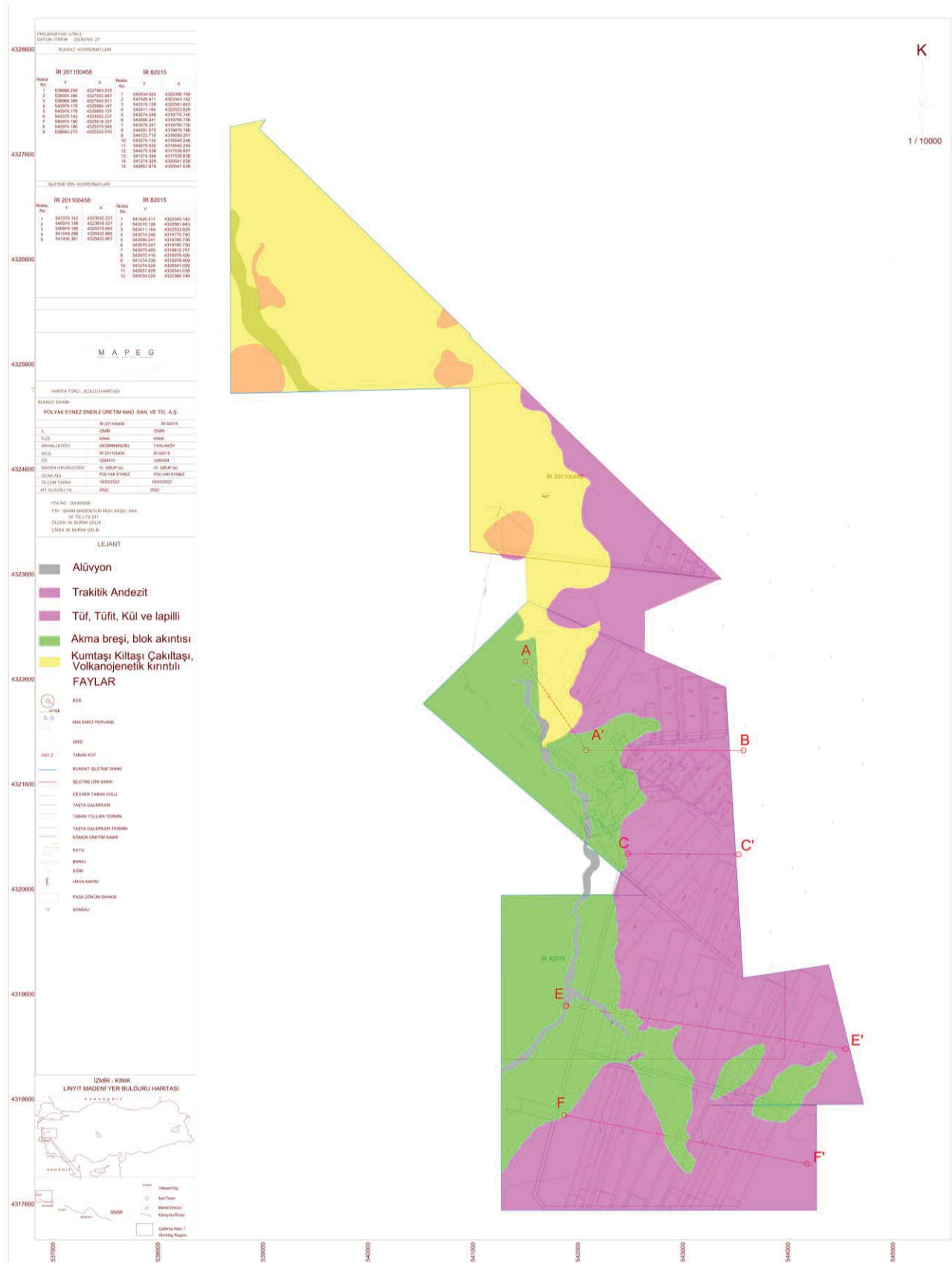
Göçertmeli uzun ayak üretim metodu ile, damar kalınlığının da fazla olmasıyla üretim sonrası büyük bir alanda boşluklar oluşur. Bu boşluklar önce kontrollü bir şekilde göçertilerek doldurulur, üst katmandaki tabakalarında göçmesi sonucuyla da zemine kadar etkisi ulaşabilir. Faylı bir üretim alanında bu boşluklar daha fazla ve bunun sonucunda da daha büyük göçme alanları meydana gelir (Şekil 1).

Oturma (Tasman), yer yüzeyinde çatlak, oturma, eğimli arazide kayma vb. şekillerde gözlemlenebilir. Oluşabilecek bu durumlarda, olumsuzluklarla karşılaşmamak için düzenli olarak takip edilmelidir. Topoğrafyanın ilk durumunu belirlemek amacıyla üretim başlamadan önce arazide kontrol ölçümleri yapılır. Üretim ilerlemesi devam ettikçe belli periyotlarla tasman kontrol ölçümleri yapılır.

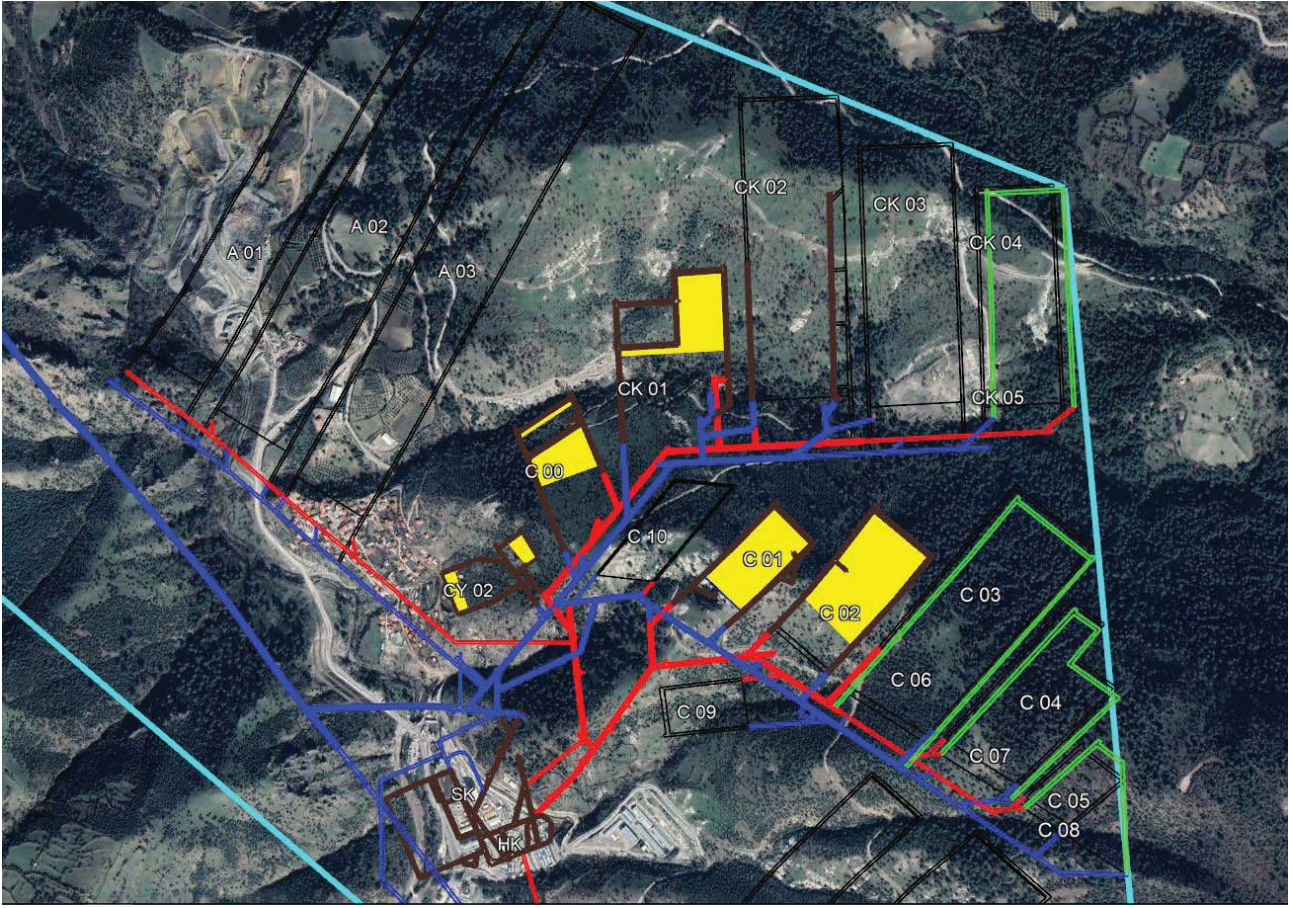
Yeraltındaki üretim sonucu ortaya çıkan tasman pek çok soruna sebep olmaktadır. Yerüstünde bulunan yapıların zarar görmesi, deformasyona uğraması. Yeryüzündeki doğal eğimin değişmesi ve bitki örtüsünün zarar görmesi sonucu heyelan, aşınma ve taşınma gibi olayların yaşanması. İşletmeci kuruluşlarla bu hareketlerden etkilenen kişi ve kuruluşlar arasında çeşitli hukuki ve sosyal içerikli sorunların doğmasına. Ulaşım, haberleşme ve iletişim sistemlerinin zarar görmesi vb. sorunlara neden olmaktadır. (Akçın ve Can 2010.)



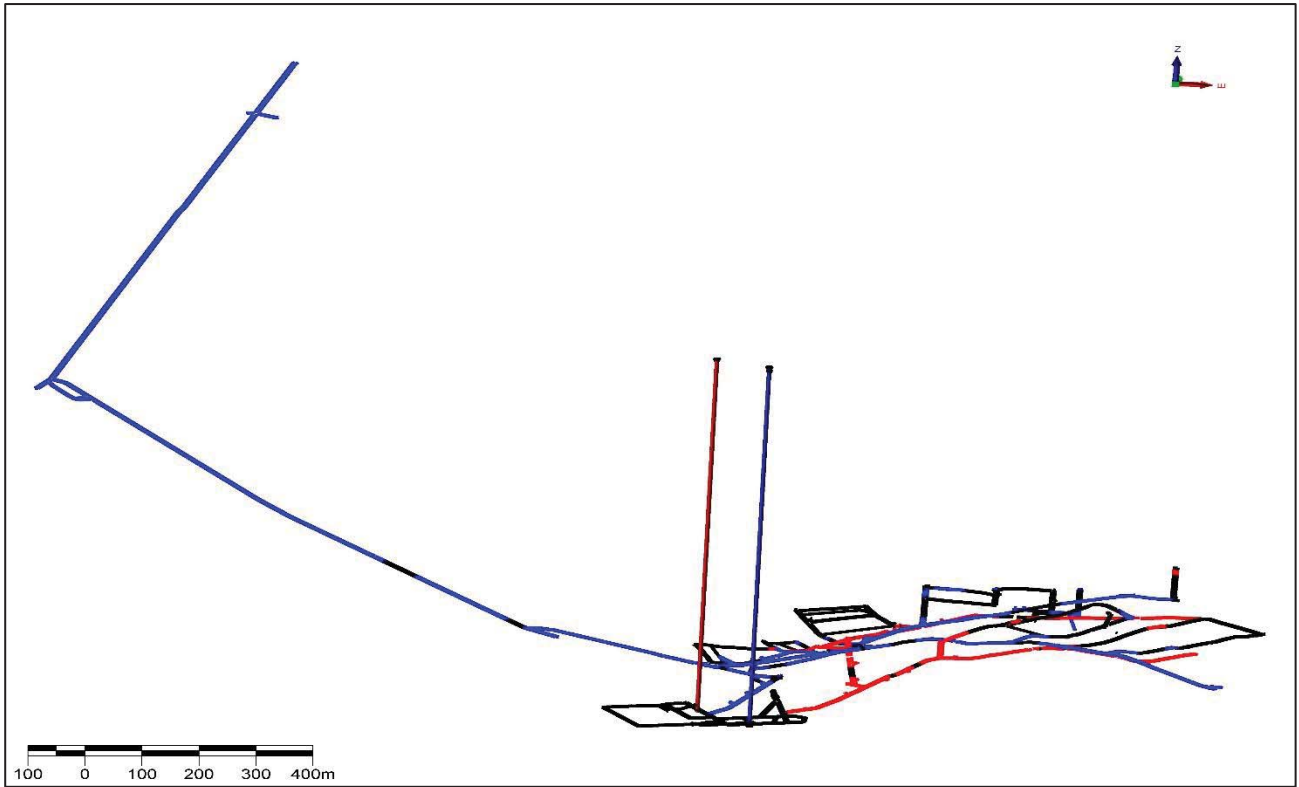
Şekil 1. Yeraltında üretim sonucu oluşan tasman (Kuşçu, 1983).



Şekil 3. Jeoloji haritası.



Şekil.4 Google Earth üstünde ocak plan izdüşümü görüntüsü.



Şekil 5. 3 boyutlu ocak plan görünümü.

3. RTK – GPS ile TASMAN ÖLÇMELERİ VE ANALİZLERİ

3.1. Tasman Ölçüm Metodu Belirlenmesi

Günümüzde harita ölçme teknikleri, teknolojiye paralel olarak, gelişme gösterdi. Uydu tabanlı cihazlar (GPS), elektromanyetik uzaklık ölçer cihazlar (total station) ve insansız hava araçları (İHA) ile koşul ve şartların durumlarına göre ölçümler yapılabilmektedir. Yerüstünde sabit olarak tesis edilen jeodezik ağ noktaları kullanılarak yer üstünde ve yeraltında; yörüngedeki haberleşme uyduları, fotoğraf çekebilen uydular ve kameralı İHA'lar ile yer üstünde mühendislik ölçmeleri yapılmaktadır (Şekil 6).

Polyak Eynez işletmesinde üretim panolarının, topoğrafyadaki plan görünümüne bakıldığında engebeli, dik sırt yamaçlı ve bitki örtüsü yoğunluğu bakımından ölçüm yapımını zorlayıcı şartlar gözükmemektedir. Bu şartlar göz önünde bulundurulduğunda, uydu tabanlı konumlandırma sistemi (RTK, Real-Time-Kinematik) ile jeodezik ağ noktaları bir arada kullanılarak ölçüm metodu belirlenmiştir.



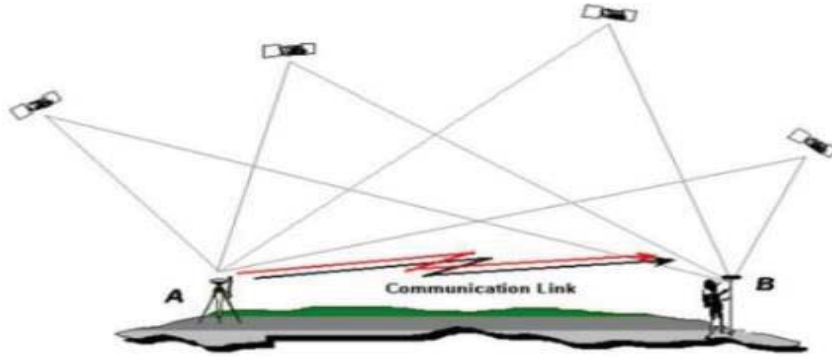
Şekil 6. GPS

İHA

Totalstation

3.2. RTK -GPS (Real Time Kinematik)

RTK – GPS (Real Time Kinematic – Global Position System) eş zamanlı ölçümlere olanak sağlayan ve bu amaçlar için kullanılmak üzere tasarlanmış bir ölçü yöntemidir. RTK yöntemi, ölçü yöntemi olarak DGPS (Differential GPS)' e benzer fakat bu yöntem DPGS 'den farklı olarak taşıyıcı dalga faz gözlemlerini kullanır ve daha hassas sonuçlar elde edilmesini sağlar. RTK ile arazinin koordinatlarını cm doğrulukla belirlemek mümkündür (Şekil 7). RTK uygulamalarında koordinatları bilinen bir noktada bir GPS alıcısı sürekli gözlem yaparken, bir veya daha fazla gezici GPS alıcısı da, hızlı bir şekilde konum çözümünü gerçekleştirir. Referans alıcı gözlemler esnasında bilinen koordinatlarıyla ölçme anında uydulardan hesapladığı koordinatlarını karşılaştırarak buradan hesapladığı farkları radyo modemlerle düzeltme olarak gezici alıcılara yayımlar. Düzeltmeleri alan gezici alıcılar referans alıcıya göre o andaki konumlarını hesaplarlar. (Richard B., 1998)

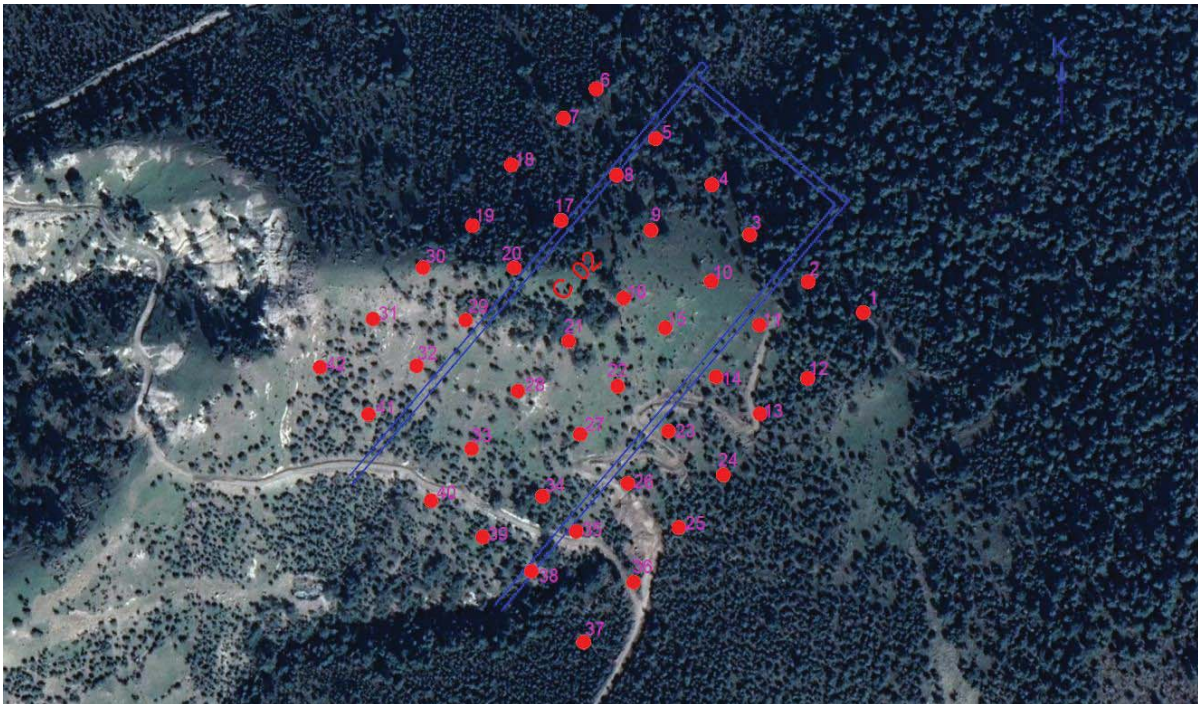


Şekil 7. RTK-GPS Çalışma Prensibi.

3.3. Tasman Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi

Ölçüm noktaları belirlenirken planlanan pano üretim genişliği ve uzunluğu göz önünde bulundurulmuştur. Pano üretim sınırlarının 50 metre dışı ilk noktaların yerleşimi olmuştur. Bu noktalardan pano içine doğru, ara mesafeleri 50 metre karelaj olacak şekilde jeodezik ağ oluşturulmuş ve nokta tesisi yapılmıştır. Bu noktalar topoğrafyada tesis edilirken bazı noktalar mevcut şartlara göre (bitki örtüsü yoğunluğu, dik sırt yamaçları vb) başka yöne doğru kaydırılmıştır (Şekil 8).

C01, C02 ve CK01 üretim panolarının yer yüzeyindeki izdüşümlerine yaklaşık 50 cm uzunluğunda demir kazıklar çakılmıştır, sert zeminlerde ise boya ile işaret koyularak ilk ölçümleri yapılmıştır. Sırasıyla 07.04.2021, 10.12.2021, 07.01.2022 tarihlerinde başlanmıştır.



Şekil 8. C02 panosu tasman nokta yerleri uydu resmi.

3.4. Tasmanın Teorik Metodlarla Hesaplanması

ETKİ FONKSİYONU METODU (Influence function): Bu metod 1970'lerden sonra geliştirilmiş olup pek çok ülkede tasman tahmininde kullanılmaktadır. Üretimden kaynaklanan zemin küveti, çan eğrisine benzetilmekte ve bu eğri için pek çok bilim adamının değişik fonksiyonlar ileri sürdükleri bilinmektedir. Zonguldak kömür havzasında tasman tahminlerinde STOCHASTİK INFLUENCE FUNCTION (Kz) denilen ve aşağıda verilen 1 numaralı formül kullanılmaktadır (Sezer vd.,1992).

$$Kz = \frac{1}{R} e^{-\pi r^2 / R^2}$$

$$Vz = a \cdot M \cdot \cos\theta \cdot \iint Kz \cdot dA$$

R: Etki yarıçapı

r: $0 \leq r \leq R$

Vz: Tasman

a: Tasman faktörü

dA: Üretim yapılan alan

M: Damar kalınlığı

3.5. Tasman Ölçüm Analizleri

C01, C02 ve CK01 panolarında yaklaşık -460 ve -520 kotları arasında ve topoğrafyanın eğimli olmasından kaynaklı 1000 metreleri bulan derinliklerde kömür üretimi yapılmaktadır.

Analizler; C01, C02, ve CK01 Üretim panolarında yapılan ölçümlerin (Çizelge 1). İlk ölçümdeki x, y, z koordinat değerlerinin bileşkesi ile ortaya çıkan farklar baz alınarak, toplam 3 boyutlu yer değiştirme miktarı hesaplanarak yapılmıştır (Çizelge 2).

Veriler sayısal olarak oluşturulurken ve veri miktarı arttıkça, analizler hakkında yaklaşımlar yapılmaya başlanmıştır. C01, C02, ve CK01 panolarında ölçümler yapılmıştır ve veriler analiz edilmiştir.

C01 panosunda 21.04.2021 ve 14.07.2022 tarihleri arasında belirli aralıklar ile 17 farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Son ölçümlerde, oluşturulan bazı noktaların kaybolduğu gözlemlenmiştir ve analiz edilememiştir. Yapılan analizler sonucu, ilk ölçüm ve son ölçüm arasında maksimum 3 boyutlu yer değiştirme miktarınının 32 cm olduğu tespit edilmiştir.

C02 panosunda 18.11.2021 ve 14.07.2022 tarihleri arasında belirli aralıklar ile 13 farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Son ölçümlerde, oluşturulan bazı noktaların kaybolduğu gözlemlenmiştir ve analiz

edilememiştir. Yapılan analizler sonucu, ilk ölçüm ve son ölçüm arasında maksimum 3 boyutlu yer değiştirme miktarının 30 cm olduğu tespit edilmiştir.

CK01 panosunda 07.01.2022 ve 14.07.2022 tarihleri arasında belirli aralıklar ile 9 farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Son ölçümlerde, oluşturulan bazı noktaların kaybolduğu gözlemlenmiştir ve analiz edilememiştir. Yapılan analizler sonucu, ilk ölçüm ve son ölçüm arasında maksimum 3 boyutlu yer değiştirme miktarının 15 cm olduğu tespit edilmiştir.

Ayak arkası göçertmeleri ile üretim bölgelerinde bulunan fayların etkisiyle yer altında bulunan poligon noktalarının aynı anda deformeye uğradığı gözlemlenmiştir. 18 Aralık 2021 tarihinde C02 panosunda gerçekleşen oturma sonucunda, CK01 Panosunun taban yolları galerilerinde poligonlarda, 30 cm'ye yakın deformasyonlar, yerüstü tasman ölçümlerinde yaklaşık 5 cm artı bir hareket gözlemlenmiştir.

Çizelge 1. C02 panosu 1. 2. ve son ölçüme ait koordinat değerleri.

18.11.2021				24.12.2021				14.07.2022			
N.N	Y	X	Z	N.N	Y	X	Z	N.N	Y	X	Z
1	543204,389	4321902,816	507,978	1	543204,362	4321902,890	508,025	1			
2	543164,691	4321925,081	501,421	2	543164,666	4321925,071	501,431	2			
3	543122,474	4321958,982	487,116	3	543122,456	4321958,990	487,084	3			
4	543095,086	4321995,260	475,413	4	543095,070	4321995,252	475,395	4	543094,986	4321995,197	475,221
5	543054,393	4322028,584	467,112	5	543054,389	4322028,584	467,119	5			
6	543011,473	4322064,460	457,515	6	543011,497	4322064,462	457,526	6	543011,421	4322064,390	457,297
7	542987,888	4322043,209	467,880	7	542987,903	4322043,187	467,851	7	542987,800	4322043,118	467,665
8	543026,159	4322002,022	482,441	8	543026,146	4322001,971	482,422	8			
9	543051,191	4321962,334	494,117	9	543051,198	4321962,326	494,135	9	543051,117	4321962,255	493,904
10	543094,518	4321925,443	496,978	10	543094,489	4321925,480	496,989	10	543094,437	4321925,449	496,795
11	543129,439	4321893,851	500,882	11	543129,395	4321893,843	500,899	11			
12	543164,326	4321855,206	510,398	12	543164,297	4321855,240	510,405	12	543164,185	4321855,242	510,228
13	543129,837	4321829,732	497,628	13	543129,814	4321829,708	497,626	13			
14	543098,172	4321856,225	492,541	14	543098,187	4321856,214	492,554	14			
15	543061,238	4321891,737	497,289	15	543061,220	4321891,730	497,306	15	543061,139	4321891,724	497,057
16	543031,323	4321913,317	506,322	16	543031,328	4321913,342	506,334	16			
17	542986,100	4321969,320	500,566	17	542986,097	4321969,333	500,562	17	542986,016	4321969,298	500,351
18	542950,091	4322009,590	480,541	18	542950,120	4322009,604	480,465	18			
19	542922,022	4321965,692	501,554	19	542922,012	4321965,700	501,504	19	542921,933	4321965,643	501,316
20	542952,169	4321935,171	516,154	20	542952,194	4321935,161	516,119	20	542952,109	4321935,122	515,878
21	542991,611	4321882,224	500,495	21	542991,642	4321882,177	500,503	21	542991,493	4321882,133	500,265
22	543026,931	4321849,521	490,692	22	543026,918	4321849,529	490,698	22	543026,851	4321849,525	490,482
23	543063,664	4321817,060	481,871	23	543063,672	4321817,003	481,897	23	543063,575	4321817,049	481,645
24	543103,349	4321785,410	485,844	24	543103,331	4321785,461	485,819	24	543103,254	4321785,468	485,624
25	543071,220	4321747,473	473,374	25	543071,176	4321747,463	473,397	25			
26	543034,259	4321779,445	469,686	26	543034,281	4321779,445	469,676	26			
27	542999,945	4321814,838	479,003	27	542999,934	4321814,836	479,017	27	542999,869	4321814,830	478,804
28	542954,990	4321846,168	481,184	28	542954,988	4321846,158	481,207	28	542954,929	4321846,148	480,956
29	542917,211	4321897,212	494,435	29	542917,210	4321897,249	494,392	29	542917,215	4321897,155	494,150
30	542886,311	4321935,240	505,940	30	542886,262	4321935,261	506,000	30	542886,253	4321935,187	505,760
31	542850,123	4321898,042	484,259	31	542850,120	4321898,019	484,238	31	542850,080	4321897,985	484,034
32	542881,810	4321864,474	473,158	32	542881,790	4321864,507	473,183	32	542881,775	4321864,453	472,938
33	542921,336	4321804,418	459,002	33	542921,359	4321804,410	458,995	33	542921,281	4321804,419	458,741
34	542972,652	4321770,045	459,599	34	542972,664	4321770,021	459,606	34	542972,557	4321770,080	459,357
35	542996,967	4321744,786	456,782	35	542996,916	4321744,779	456,773	35	542996,869	4321744,839	456,578
36	543038,525	4321707,971	460,562	36	543038,497	4321707,951	460,536	36	543038,443	4321708,037	460,419
37	543002,344	4321664,676	450,702	37	543002,327	4321664,707	450,721	37			
38	542964,705	4321715,827	438,173	38	542964,676	4321715,797	438,202	38			
39	542929,565	4321740,667	438,289	39	542929,558	4321740,616	438,302	39	542929,560	4321740,630	438,288
40	542892,245	4321766,802	437,724	40	542892,251	4321766,785	437,711	40			
41	542846,920	4321829,248	451,111	41	542846,901	4321829,231	451,091	41	542846,872	4321829,241	450,856
42	542811,942	4321863,213	462,872	42	542811,920	4321863,135	462,817	42	542811,933	4321863,180	462,576

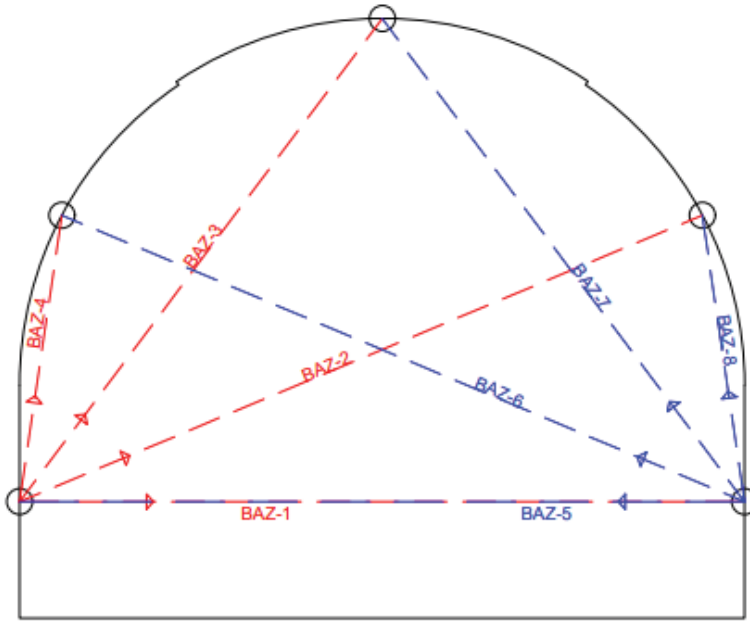
Çizelge 2. C02 panosuna ait 24.12.2021 tarihli 2.ölçüm ve 14.07.2022 tarihli son ölçümlerin ilk ölçüme göre olan farkları hesaplanmış ve grafiğe işlenmiş hali.

24.12.2021					14.07.2022				
N.N	dy	dx	dz	Δ S	N.N	dy	dx	dz	Δ S
1	-0,027	0,074	0,047	0,092	1				
2	-0,025	-0,010	0,010	0,029	2				
3	-0,018	0,008	-0,032	0,038	3				
4	-0,016	-0,008	-0,018	0,025	4	-0,100	-0,063	-0,192	0,225
5	-0,004	0,000	0,007	0,008	5				
6	0,024	0,002	0,011	0,026	6	-0,052	-0,070	-0,218	0,235
7	0,015	-0,022	-0,029	0,039	7				
8	-0,013	-0,051	-0,019	0,056	8				
9	0,007	-0,008	0,018	0,021	9	-0,074	-0,079	-0,213	0,239
10	-0,029	0,037	0,011	0,048	10	-0,081	0,006	-0,183	0,200
11	-0,044	-0,008	0,017	0,048	11				
12	-0,029	0,034	0,007	0,045	12	-0,141	0,036	-0,170	0,224
13	-0,023	-0,024	-0,002	0,033	13				
14	0,015	-0,011	0,013	0,023	14				
15	-0,018	-0,007	0,017	0,026	15	-0,099	-0,013	-0,232	0,253
16	0,005	0,025	0,012	0,028	16				
17	-0,003	0,013	-0,004	0,014	17	-0,084	-0,022	-0,215	0,232
18	0,029	0,014	-0,076	0,083	18				
19	-0,010	0,008	-0,050	0,052	19	-0,089	-0,049	-0,238	0,259
20	0,025	-0,010	-0,035	0,044	20	-0,060	-0,049	-0,276	0,287
21	0,031	-0,047	0,008	0,057	21	-0,118	-0,091	-0,230	0,274
22	-0,013	0,008	0,006	0,016	22	-0,080	0,004	-0,210	0,225
23	0,008	-0,057	0,026	0,063	23	-0,089	-0,011	-0,226	0,243
24	-0,018	0,051	-0,025	0,060	24	-0,095	0,058	-0,220	0,242
25	-0,044	-0,010	0,023	0,051	25				
26	0,022	0,000	-0,010	0,024	26				
27	-0,011	-0,002	0,014	0,018	27	-0,076	-0,008	-0,199	0,213
28	-0,002	-0,010	0,023	0,025	28	-0,061	-0,020	-0,228	0,232
29	-0,001	0,037	-0,043	0,057	29	0,004	-0,057	-0,285	0,291
30	-0,049	0,021	0,060	0,080	30	-0,058	-0,053	-0,180	0,196
31	-0,003	-0,023	-0,021	0,031	31	-0,043	-0,057	-0,225	0,236
32	-0,020	0,033	0,025	0,046	32	-0,035	-0,021	-0,220	0,224
33	0,023	-0,008	-0,007	0,025	33	-0,055	0,001	-0,261	0,267
34	0,012	-0,024	0,007	0,028	34	-0,095	0,035	-0,242	0,262
35	-0,051	-0,007	-0,009	0,052	35	-0,098	0,053	-0,204	0,232
36	-0,028	-0,020	-0,026	0,043	36	-0,082	0,066	-0,143	0,178
37	-0,017	0,031	0,019	0,040	37				
38	-0,029	-0,030	0,029	0,051	38				
39	-0,007	-0,051	0,013	0,053	39	-0,005	-0,037	-0,001	0,037
40	0,006	-0,017	-0,013	0,022	40				
41	-0,019	-0,017	-0,020	0,032	41	-0,048	-0,007	-0,255	0,260
42	-0,022	-0,078	-0,055	0,098	42	-0,009	-0,033	-0,296	0,298
Max				0,098	Max				0,298

4. KONVERJANS ÖLÇÜMLERİ

Konverjans ölçümleri yeraltı galerileri ve tünellerde oluşan deformasyonları mm hassasiyetinde ölçmek için, yapının kontrolü ve gözleminde kullanılmaktadır. Konverjans ölçümleri, galeri içindeki belirli kesitlere referans noktaları tesis edilip düzenli ölçümler ile referans noktaları arasındaki baz mesafeleri ölçülerek yapılmaktadır (Şekil 9). Yapılan düzenli ölçümler karşılaştırılarak iki konverjans noktası arasındaki göreceli hareket miktarı belirlenmektedir.

C01 ve C02 Üretim panolarında, taban yolu galerilerinde düzenli aralıklarla konverjans ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 9. Konverjans ölçümü için oluşturulan tip kesit.

Konverjans ölçümlerinin yapılmasının amacı, üretim hızının ve üretim ayağının tahkimatlara olan mesafesinin yaklaşması sonucunda tahkimatlar da oluşan deformasyonların incelenmesidir. Bu veriler sonucunda üretilen kömür kalınlığına bağlı olarak üretim ayağının 15-40 metre önünde deformasyonlar ölçülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tasman, üretimi yapılan madenin sadece yer altından çıkarılmasıyla işlemlerin bitmediğini gösteren, yeraltı madenciliğinin önemli sorunlarından biridir. Bu nedenle tasman başlamadan, ölçüm sürecini başlatmak ve tasman takibini; yeraltında ki üretim hızını ve fay hareketlerini göz önünde bulundurarak belirli periyotlarla bitene kadar yapılmalıdır.

Polyak Eynez kömür işletmesinde, yapılan tasman takibi ve analizlerinden anlaşılacağı üzere;

- C01 panosundaki üretimin 6 ay önce bitmiş olması sebebiyle artık tasman, C02 ve CK01 panolarındaki üretimlerden oluşmaktadır.
- Üretim boşluklarının henüz daha yeni oluşması ve linyitin yer yüzeyinden oldukça derinde (~1.000m) olması sebebiyle bu kadar kısa sürede oturmaların oluşması çok nadir rastlanan bir durum değildir. Üretim yapılan panolardaki bölgelerde tektonizma yoğunluğu ve arıza zonlarının etkisiyle tasman hareketi paralellik göstermektedir. Ayrıca 2017 yılından itibaren başlanıp akifer seviyelerinden halen yapılmakta olan 500 m³/saat ve yaklaşık 10.000.000m³ lük

su deşarjı ile de tabakalarda oluşan muhtemel boşlukların oturmayı/tasmanı hızlandırıcı etkisi olduğu tahmin edilmektedir.

- Üretimi yapılması planlanan panolar, halihazırda üretim yapılan ve sonlanmış panoların yanlarında olduğundan tasman tamamlanma süresi belirlenememiştir.

Üretim panolarının topoğrafyadan yaklaşık 1000 m aşağıda olması, yeryüzüne olan tasman etkisinin geniş bir alana yayılmasına sebep olmaktadır. Üretim panoları yan yana olduğundan analizler yorumlanırken tek bir panonun tasman etkisinden söz edilememektedir. Oluşan tasmanın C-CK panolarındaki üretimin tamamlanmasından sonra durması beklenmektedir.

Sonuç olarak, yoğun tektonizmaya uğramış bölgelerde yapılan arkadan göçertmeli uzun ayak kömür üretiminde oluşan kontrollü göçertmeler, fayların ve yoğun su deşarjının da etkisiyle yer altında deformasyonlara, yerüstünde de oturma/tasman oluşumuna sebep olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akçın, H. ve Aratoğlu, T., Ünal, T.1993 .Zonguldak Kozlu Bölgesi Yeraltı Kömür Üretimlerinden Kaynaklanan Tasman Hareketlerinin Jeodezik Analizi. Prof.Wolf Sempozyumu, YTÜ. İstanbul
- Can, E. ve AKÇIN,H., Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi 2010/2 Sayı 103
- Kuşçu, Ş., 1983, Zonguldak Taşkömür Havzasında Madencilikten Kaynaklanan Zemin Hareketlerinin Ölçülmesi ve İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, s. 7.
- Langley Richard B., (1998), “RTK GPS”, www.GPS world.com, September 1998
- Ocak, İ., 2005, Metro Tünellerinde Kayaç Özelliklerinin Tasman ve Konverjansa Etkilerinin Araştırılması, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C.18, S.1, 455
- Sezer, A.İ., Değirmenci, N., Aratoğlu, T., Uzunkavaklı, Y., 1998 Kozlu Bölgesinde 1974 -1979 Yılları Arasındaki Tasman Ölçümlerinin Etki Fonksiyonuyla Mukayesesi, Türkiye 8. Kömür Kongresi, syf 103.

YERALTI KÖMÜR MADENCİĞİNDE JEOLJİK DAYANIM İNDEKSİNDEN FAYDALANARAK TEHLİKE HARİTASI UYGULAMASI HAZARD MAP APPLICATION FOR UNDERGROUND COAL MINE BY USING GEOLOGICAL STRENGTH INDEX

Ferhat Büyükbaş*, Barış Dügencili, Onur Özyurt

Polyak Eynez Enerji Üretim Madencilik San. ve Tic. A.Ş., İzmir

ÖZET Yeraltı kömür madenciliğinde güvenli ve sürdürülebilir çalışma ortamının sağlanabilmesi için ortam koşullarının güvenliği çok önemlidir. Galerilerin ilk açıldığı andan üretimin sonuna kadar bozulmadan durması, çalışma alan güvenliğinin sağlanmasının yanı sıra iş gücünden de tasarruf sağlanmasına yardımcı olur. Galerileri açıklıklarının bozulmadan durabilmesi için kayaç yapısının iyi analiz edilerek alınan sonuçlara göre tahkimat tasarımı oluşturulmalıdır. Kayaç yapısının analiz edilmesi madencilik faaliyetleri süresince devam etmesi gereken bir eylemdir ve düzenli olarak kayıt altına alınmalıdır. Bu sayede ilerlemeler boyunca hangi formasyonların geçildiği, hangi tahkimat metodunun uygulandığı ve uygulanan tahkimatın geçilen formasyon için uygun olup olmadığı incelenebilir. Yapılan incelemeler sonucunda hangi tehlikelerle ne zaman karşılaşılacağına dair fikir sahibi olunabilir ve zamanında önlemlerle gerekli tedbirler alınabilir. Bu çalışmada, Polyak Eynez Kömür İşletmesinde jeolojik dayanım indeksinden faydalanarak yeraltını temsil edecek tehlike haritası hazırlanması ve değerlendirmesi incelenmiştir.

ABSTRACT Safe ambient conditions are very important for safe and sustainable work environment on the underground coal mine. Stable galleries provide saving man power beside safe ambient conditions from start of the first operations on galleries to end of production. For stable underground openings, rock formations are analyzed carefully and according to result, formed proper support system. Analyzing the rock formations must be continued during the mine life and these analyzes must be registered. In this way, along the gallery advance is observed that which rock formation is passed, which support system is used and whether correct support system is used according to rock formation or not. Result of the observations, there is an opinion about which/where dangerous situations will be occur and essential precautions are taken on time. In this study, preparation and evaluation of hazard map are examined in Polyak Eynez Coal Mine by using geological strength index.

* ferhatbuyukbas@gmail.com

1. GİRİŞ

Madencilikte diğer iş kollarında da olduğu gibi iş sağlığı, güvenliği ve işin sürekliliği önem arz etmektedir. Ancak madencilikte diğer iş kollarından farklı olarak çalışma ortamı sürekli değişiklik göstermektedir ve bu değişiklikler her zaman belirli bir plana göre ilerlememektedir. Yapılan mühendislik çalışmalarıyla, karşılaşılabilecek çalışma ortamları öngörülmeyle çalışılarak güvenli çalışma ortamları hazırlamak için gerekli tedbirler alınmaktadır. Bu amaçlı yapılan çalışmalardan biri kayaç duraylılığının sağlanmasıdır. Karot örnekleriyle başlayan bu süreç maden ilerlemesiyle devam etmekte ve maden faaliyetleri sonuna kadar sürmektedir. Gelişen teknoloji ile maden faaliyetleri başlamadan kayaç duraylılığına göre tahkimat tasarımları hazırlanabilmektedir. Maden alanının geneline göre yapılan bu tasarımlar, maden açıklıkları artıka yapılacak detay çalışmalarla özel amaçlı tasarımlara evrilir. Yapılan bu çalışmaların uygulanmasının takibi, hangi formasyonda hangi tahkimat sisteminin nasıl tepki verdiğini öğrenmek için önemlidir. Uygulamanın takibi ancak uygulanan tahkimatın ve kayaç yapısının düzenli kayıt altına alınmasıyla mümkün olabilir.

Kayaç yapısını takibi Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) ve Kaya Kütleli Puanı (RMR) ile yapılabilmektedir. Kayaç yapısının alacağı puanlarla oluşturulan bu takip sonucunda hangi bölgede kayaç yapısının tehlike oluşturduğu kayıt altına alınmış olur. Bu plan bize tehlikeli bölgeleri gösterdiği için tehlike haritası olarak adlandırılmaktadır. Tehlike haritası, maden ilerlemesiyle eş zamanlı olarak oluşturulmaktadır.

Yeraltı kömür madenciliğinde planlanan tahkimat tasarımının uygunluğunun kontrol edilmesinde tehlike haritasının önemli bir payı vardır. Kurulan tahkimatın, tasarlanan tahkimat tasarımına uygun olup olmadığının tespitinin istenmeyen göçükler ya da zamanla oluşan bozulmalar olmadan önce yapılması önemlidir. Bu gibi istenmeyen durumların ortaya çıkmaması için kurulan tahkimatların, tasarlanan tahkimat planı ile uygunluğu ve kayaç yapısı ile olan uygunluğu sürekli takip edilmelidir. Bu sayede istenmeyen durumlar ortaya çıkmadan önce müdahale edilebilir ve ileride karşılaşılabilecek tehlikelerin önüne geçilebilir.

Bu çalışmada Polyak Eynez Kömür İşletmesinde tehlike haritasının oluşturulması ve tahkimat planına etkisi incelenmiştir.

2. TEHLİKE HARİTASININ OLUŞTURULMASI

Tehlike haritası, maden ilerlemesi sırasında geçilen kayaç yapısının GSI türünden puanlanması ile yapılmaktadır. RMR türünden daha detaylı puanlandırma yapılabildiği için işletmemizde kayaçlar RMR türünde değerlendirildikten sonra GSI cinsinden haritaya işlenmektedir (1).

$$GSI = RMR - 5 \quad (1)$$

GSI: Jeolojik Dayanım İndeksi

RMR: Kaya Kütle Puanı

2.1. Veri Toplama Yöntemi

2.1.1. RMR Hesaplaması

RMR sınıflandırmasında;

- Kayanın basınç dayanımı,
- Kaya kalite belirteci (RQD),
- Süreksizlikler (açıklığı, durumu, yönelimleri)
- Yeraltı suyu durumuna bakılarak değerlendirme yapılır.

Kaya basınç dayanımı için düzenli ölçüm yapılamamaktadır. Bu sebepten ön araştırmalar ve analizler sırasında belirlenen ortalama dayanım değerleri esas alınmıştır.

- σ_c (kömür) = 18,79 MPa (RMR puanı = 2)
- σ_c (marn) = 59,4 MPa (RMR puanı = 4 – bozuk formasyon için)
- σ_c (marn) = 59,4 MPa (RMR puanı = 7 – sağlam formasyon için)
- σ_c (kilitaşı) = 18,08 MPa (RMR puanı = 2)

RQD değerinin tespiti için karot örneği alınmamaktadır. Karot örneği yerine arının durumuna bakarak RQD değer ataması yapılmaktadır (şekil 1). Arından karot örneği alır gibi bir arında bir hat belirlenir ve bu hatta 10cm üstünde kalacak sağlam kısımlar saptanır. Bu Sağlam kısımların arına göre ne kadarlık bir kısmı ifade ettiğine bakılır.

Süreksizlikler belirlenirken, süreksizliklerin açıklığına, uzunluğuna, pürüzlüğüne, dolgu malzemesinin olup olmadığına ve bozulmasına bakılır. Arın kesit boyutlarının belirli olmasından dolayı süreksizlik uzunlukları 20m üstünde kabul edilir ve puanlamada değer verilmez. Benzer şekilde arında kazı yapılır yapılmaz ölçüm yapılmasından dolayı süreksizliklerin bozulması yok kabul edilir. Süreksizlik açıklığı, dolgu ve pürüz durumları arın durumuna göre değerlendirilir. Şekil 1'deki örnekte dolgu malzemesi ve açıklık yoktur. Süreksizlik aralığı formasyondaki kırılmalara bakılarak 6cm'den düşük olarak değerlendirilir.



Şekil 1. Arında 10cm'den küçük kırıkları içerir alan.

Yeraltı su durumu çatlaklardan sızan suyun durumuna göre değerlendirilir. Şekil 1'deki örnekte arın kurudur. Arınlarda düzenli olarak yapılan bu çalışma :Çizelge 1'deki tablo doldurularak kayıt altına alınır.

Çizelge 1. RMR tablosunun doldurulması.

RMR	
UCS (Tek Eksenli Basma Dayanımı), MPa	18,08
Puanı	2
RQD (Kaya Kalite Belirteci)	25
Puanı	3
Süreksizlik Aralığı	<6 cm
Puanı	5
Süreksizliklerin Durumu Puanı	21
Yeraltı Suyu	Kuru
Puanı	15
Süreksizlik Yönelimine Göre Düzeltme Puanı	-5
	41

Süreksizliklerin Durumu	
Süreksizliklerin Uzunluğu	0
Ayrılma	6
Pürüzlülük	3
Dolgu	6
Bozulma	6
Toplam	21

2.1.2. Tahkimat Durumu Takibi

Tahkimat kontrolleri yapılırken ilk önce planlanan tahkimat tasarımında olması gereken verilerin kontrolü yapılır. Bunlar, bağ aralığı, halat saplama sayısı, püskürtme beton yapılıp yapılmadığı ve kullanılan hasır tel miktarıdır. Bu verilerin dışında arında hangi formasyonun görüldüğü, kayaçtaki bozulma durumu, metan seviyesi ve arında bozulmayı etkileyen diğer bilgilere yer verilir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Zemin şartları kontrol tablosu.

Zemin Şartları Kontrol Tablosu										
Tarih	3.07.2022			Metre	382,00		Lokasyon		CK 02 ATY	
Arın	Çelik Tahkimat	Kablo Saplama	P.B.*/ Tel Hasır	Küçük Dökülmeler	Yan Duvarlardan Akan Malzeme	Büyük Kamalar / Kavlaklar	Gerilme Göstergesi (Baskı, v.b)	Diğer (Su, gaz v.b.)	İlerlemede Yüksek Risk	
									E	H
KM22L	50 cm	3 adet	Yok / Tavan-da çift sıra, yanlar-da tek sıra	Var	Var	Yok	Var	Su: Kuru Metan: %0,08		Ha-yır
Risk Durumu:		X	<input type="checkbox"/> Çalışma için ilerleme güvenli				<input type="checkbox"/> Çalışma için ilerleme güvenli değil			
İzleme Gerekli mi?		X	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/>		Hayır <input type="checkbox"/>		Acil			
<u>Diğer tehlikeler veya notlar:</u>										
Arında K25B fay geçişi görülmüştür. Formasyonun yapısından kaynaklı dökülme görüldü. Sol duvarın üst kısmında yaklaşık 1-2m boşluk gözlemlendi. Sağ duvar üzerinde küçük boşluk görüldü.										
GSI	36	RMR		41	Hazırlayan		Onur Özyurt			

*P.B.: Püskürtme Beton

2.1.3. Tehlike Haritasının Oluşturulması

Her galeride haftada en az 3-4 inceleme yapılmaktadır. İnceleme sonucunda 100 üzerinden verilen GSI puanı 4 ayrı seviyeye indirgenir. Çizelge 3'te kusur seviyesinin GSI değerlerine göre dağılımı verilmektedir. Kusur seviyesi hazırlanırken formasyon ayrımı yapılmaksızın aynı GSI aralıkları için renk dağılımı kullanılmıştır. Bunun başlıca sebebi GSI sınıflandırmasının kayaç yapısını temsil etmesidir.

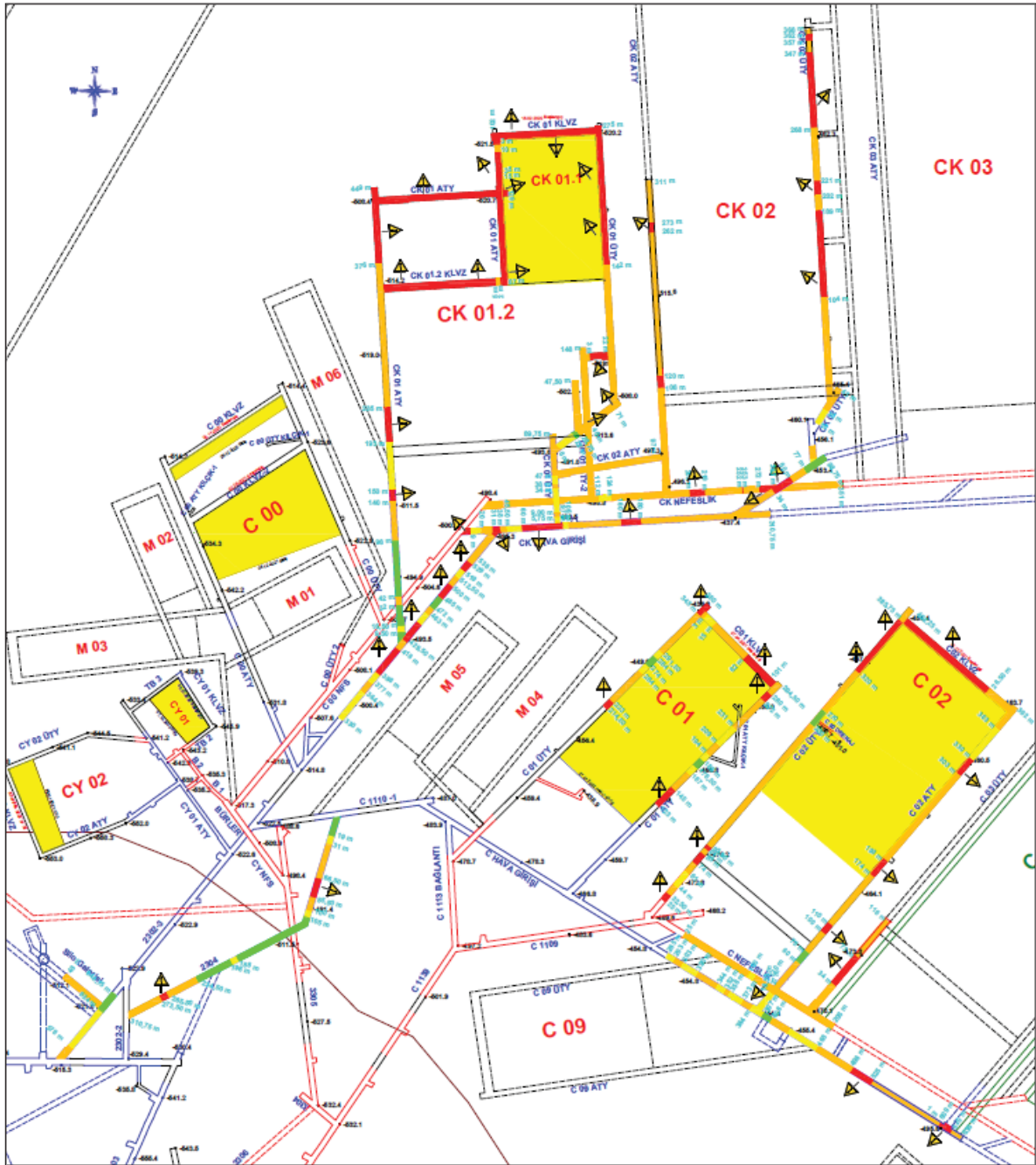
Çizelge 3. Kusur seviyesi ve GSI ilişkisi.

Kusur seviyesi	Şartlar
Yeşil seviye	$60 < \text{GSI}$
Sarı seviye	$50 < \text{GSI} < 60$
Turuncu seviye	$30 < \text{GSI} < 50$
Kırmızı seviye	$\text{GSI} < 30$

GSI değerleri kayaçların dayanım indekslerini belirtmektedir. Dolayısıyla yeşil seviyeden kırmızı seviyeye doğru indikçe kayaç yapısı bozulmaktadır. Düşük kusur seviyelerde, tasarlanan tahkimat modelinin ek desteklerle güçlendirilmesi gerekmektedir. Renklendirme; yeterli yapılmayan tahkimatların kırmızı ve turuncu seviyelerde ilerleme yapıldıkça bozulma ihtimalinin yüksek olduğunu simgelemektedir.

Saha çalışmaları sonucunda mühendislik ve yapısal jeoloji çalışmaları ile elde edilmiş olan sahaya ait tektonik fay haritası, hidrojeoloji ve gaz geliri tahmin planlarına dayalı olarak, planlamada gerçekleştirilmiş pano hazırlık ve pano içi galerilere ait hazırlık planında eldeki mevcut verilere dayalı kritik lokasyonların önceden kestirilmesi sonucu üretilmiş tabaka kontrolüne dayalı tehlike haritası oluşturulması gerekmektedir (Onargan, 2022).

İlerleme yapıldıkça kusur seviyeleri harita üzerine işlenerek plan üzerinde bozuk yapılar ve tehlike oluşturabilecek bölgeler belirlenir (Şekil 2). Oluşturulan bu bölgeler haftalık raporlamaya işlenir. Bölgelerin jeoteknik yönden değerlendirilmesi ve haftalık bazda incelenerek raporlaması yapılır.



Şekil 2. Tehlike haritası.

3. HAFTALIK RAPORLAMA

Arınlarda yapılan incelemelerin ardından toplanan bilgilerin derlenip tek bir raporda sunulması gerekmektedir. Rapor formatında, hafta içinde yapılan tahkimat çalışmalarının yeterli seviyede olup olmadığı incelenmektedir ve ardından gelecek ilerleme planında nelere dikkat edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Çizelge 4 ve 5).

Çizelge 4. Haftalık raporda tahkimat ve GSI bilgilerini içerir tablo.

Ölçüm Tarihi	Pano Adı	Galeri Adı	Arın	Açıklık Metraj	Kontrol Unsurları				GSI (Jeolojik Dayanım İndeksi)
					Tahkimat Durumu	Yenilme Durumu	Gaz Durumu	Su Durumu	
3.07.2022	CK	CK 02 ATY	KM22L	382,00	Halat saplama: 3 adet Celik Hasır: Tavan-da 2 sıra, yanlar-da 1 sıra P.B.*: Yok	Arında büyük parçalar halinde dökülme-ler mevcut. 2m'yi bulan boşluklar vardır.	Metan: %0,08	Kuru	30<GSI <50

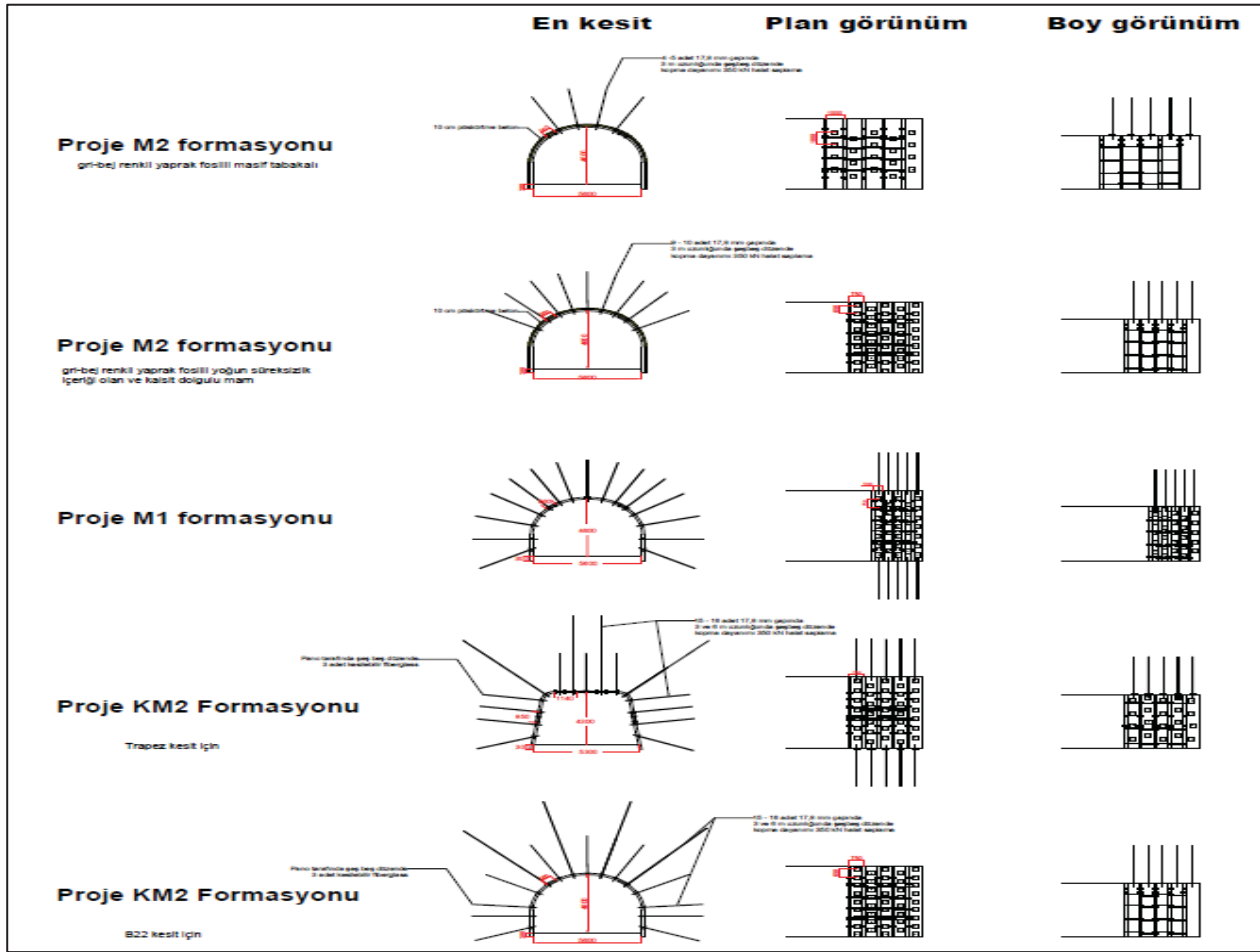
*P.B.: Püskürtme Beton

Çizelge 5. Haftalık raporda galeride gözlemlenen bozulmalar ve ilerleme planı.

Ölçüm Tarihi	Pano Adı	Galeri Adı	Arın Formasyonu	Açıklık Metraj	Açıklama	İlerleme Planı
3.07.2022	CK	CK 02 ATY	KM22L	382,00	Arında K25B fay geçişi görülmüştür. Formasyonun yapısından kaynaklı dökülme görüldü. Sol duvarın üst kısmında yaklaşık 1-2m boşluk gözlemlendi. Sağ tarafın üst kısımlarında küçük boşluk görüldü. KM2 formasyonuna uygun tahkimat eksik görülmüştür.	Yakın mesafede yüksek eğim atımlı fay beklenmemektedir. KM2 formasyonun alt kısımlarında ilerleme yapılmasından dolayı baskı ve vurma beklenmektedir. KM2 formasyonuna uygun tahkimat yapılmalıdır.

Çizelge 4 ve çizelge 5'e ek olarak haftalık raporda tahkimat tasarımları da belirtilerek (Şekil 3) hatalı ya da eksik uygulamaların tespiti yapılabilir. Ayrıca tasarıma uygun

yapılan tahkimatların da galeride bozulmanın önüne geçip geçmediğinin kontrolü yapılabilmektedir.



Şekil 3. Tahkimat tasarımı.

4. TEHLİKE HARİTASI İLE KAYAÇ ÇEŞİDİNİN İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Kasım 2020’de arınlarda kayaç takibine ve Şubat 2021’de tehlike haritası uygulamasına başlandı. Bu süreçte, hazırlık galerilerinde geçilen kıltaşı (M1 formasyonu), kömür (KM2 formasyonu) ve marn (M2 formasyonu) yapıları incelendiğinde aynı GSI değerine sahip olsalarda baskı altında farklı davranış gerçekleştirmektedirler.

Turuncu seviye M1 formasyonu için taban kabarmalarının başladığı seviyedir. Turuncu seviyede, galeri ilk açıldığı dönemde görünen irili ufaklı dökülmeler zamanla hasır tellerin aralarından dökülmeye başlamaktadır. Kırmızı seviye genel olarak faylı M1 formasyonlarında görünmektedir ve tahkimatlarda bozulmalara sebep olmaktadır. Kırmızı seviyede tamir tarama çalışmalarına turuncu seviyeden daha erken ihtiyaç duyulmaktadır.

Turuncu seviye KM2 formasyonu için de taban kabarmalarının başladığı seviyedir. KM2 formasyonunda bulunan seviye de taban kabarmasına etki etmektedir. Aynı GSI değerine sahip galerilerde, KM2 tabanında yapılan ilerlemeler KM2 tavanında yapılan ilerlemelere göre daha fazla bozulmaya maruz kalmaktadır. KM2 tabanında yapılan ilerlemelerde turuncu kusur seviyesinden başlayarak tamir tarama ihtiyacı oluşmaktadır. İrili ufaklı dökülmeler hasır tellerin arasından dökülme de açılan boşluklar oksitlenmeyi tetiklemektedir.

M2 formasyonunda turuncu seviyede ölçüm alınan tarih aralığında taban kabarmasına ihtiyaç duyulacak herhangi bir deformasyon oluşmamıştır. Kırmızı seviyede tavadan kavlak düşmeleri başlamaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltı şartlarında, arınlarda ilerleme esnasında yapılan incelemelerin tekrar yapılması çoğu zaman mümkün değildir. Aynı bölgede püskürtme beton yapılmış olabilir ya da akan malzeme sonucunda yan kayaçlar görünmeyebilir. Bu sebepten dolayı ilk yapılan incelemenin doğru olması ve kayıt altına alınması önem arz etmektedir.

Bir bölgede yapılan tarama, sebep olan durum bilinmeden yapılırsa ileri ki zamanlarda tekrar tarama yapılmasına ihtiyaç olabilir. Galerideki bozulmanın sebebi baskının fazla olmasıysa eğer tarama sonrası aynı tahkimat sisteminin kurulması hata olacaktır. Benzer şekilde galeride tamir taramaya sebep olan durumla başka bir arında karşılaşılmaması durumunda tahkimat tasarımı eskiye göre iyileştirilerek revize edilmelidir.

Tahkimatların, kayaçların durumuna göre verdiği tepkiyi analiz etmek için taban yollarına bağların üzerine deformasyon ölçüm istasyonları kurulmuştur. Ancak kurulan istasyonların üzerine püskürtme beton yapılması, bağlarda tamir tarama yapılması ve baskının ve taban kabarmasının galeri kesitini daraltmasından dolayı ölçüm noktalarından veri alınamaz duruma gelmektedir. Veri alımlarının düzenli olmamasının sebep olan bu gibi durumlardan dolayı hangi formasyonda tahkimatın nasıl bir bozulma gösterdiği detaylı incelenememiştir. Tahkimat tasarımının belirlenmesine katkı sağlayacak olan deformasyon ölçümleri maalesef çoğu zaman sekteye uğramıştır. Daha etkili ölçüm metotları geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Bieniawski, Z. T. 1989. Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. John Wiley & Sons.
- Onargan, T. 2022. Yeraltı Kömür Madenciliğinde Tabaka Kontrolü Yöntemi Modeli, Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Isparta
- Onargan, T., Deliormanlı, A.H., Gönen, A. ve Özdoğan M.V. 2020. Polyak Eynez Yeraltı Kömür Madeni Yeraltı Açıklıklarında Kullanılan Destek (Tahkimat) Sistemlerinin Duraylılığının Araştırılması Ve Uygun Destek Sisteminin Geliştirilmesi Projesi. D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Döner Sermaye Projesi, Proje No: MDN.PRJ.20.A04, İzmir.
- Onargan, T. 2020. Polyak Eynez A.Ş. – Kınık / Elmadere Yeraltı Kömür Madeni Hazırlık Galerilerinin Açılması Çalışmaları Hakkında Bilimsel ve Teknik Görüş Raporu, Döner Sermaye Danışmanlık Hizmeti Protokolü, İzmir.
- Ünver, B., 2018. Kömür Madenciliğinde Tabaka Hareketleri Kaynaklı Sorunlar. KAYAMEK'2018-12. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu / ROCKMEC'2018-12th. Çağrılı Bildiri, Bildiriler Kitabı, Sayfa 403-421, Trabzon.

HAVZA MADENCİLİĞİ

BASIN MINING

Mehmet Torun*

Maden Mühendisi

ÖZET Madenler; milyonlarca yılda oluşan, tüketildiğinde yerine konulamayan, hiçbir kişi ve zümrenin emeği olmadan oluşan, doğanın insanlığa sunduğu ortak değerlerdir. Bu nedenle plânlı ve rasyonel bir biçimde üretilmeleri zorunludur.

Bir madenin ya da değişik maden rezervlerinin büyük miktarda geniş alanlara yayılımının olduğu bölgelere maden havzası denilmektedir. Maden havzalarında; yeni maden aramaları, bulunan madenlerin değerlendirilmesi ve sanayi ile entegrasyonu, işçi sağlığı-iş güvenliği önlemlerinin alınması gibi konular oldukça önemli olup, bütünlükçü bir yapı çerçevesinde sürdürülmesi gerekmektedir. Siyasal tercihler ne olursa olsun havza madenciliği ve buna bağlı sanayi entegrasyonunun sağlanması, bilimsel bir öncelik ve zorunluluktur.

ABSTRACT Mines are the common values that nature offers to humanity, formed over millions of years, cannot be replaced when consumed, and formed without the effort of any person or group. For this reason, mines must be produced in a planned manner and rationally.

The regions where a mine or different mineral reserves are spread over large areas are called mining basins. In mine basins; new mines exploration, evaluation of the discovered mines and

their integration with industry, taking measures of occupational health and safety are very crucial and should be continued within the framework of an integrative structure. Regardless of the political preferences, ensuring the integration of basin mining and related industry is a scientific priority and necessity.

*mehmettorun56@gmail.com

Bunun yanında; Elbistan, Soma, Kütahya linyit havzaları, Sivas-Malatya Demir havzası, Karadeniz Bakır havzası, Elazığ Krom havzası, İç batı Anadolu manyezit havzası, Güney Marmara Kaolin havzası, Mazıdağı fosfat havzası, Muğla-Aydın Feldspat havzası, Afyon Mermer havzası, Bor havzaları vb. önemli maden yataklarının olduğu sahalardır. Türkiye'nin önemli linyit havzaları ve sahaları Şekil 2'de gösterilmektedir. (Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Kömür Arama Araştırmaları).

Türkiye'nin Önemli Linyit Havzaları ve Sahaları



Şekil 2. Türkiye'nin Önemli Linyit Havzaları ve Sahaları Haritası (MTA Genel Müdürlüğü, Kömür Arama Araştırmaları).

Söz konusu maden havzalarında; yeni maden aramaları, bulunan madenlerin değerlendirilmesi ve sanayi ile entegrasyonu, işçi sağlığı-iş güvenliği önlemlerinin alınması gibi konular oldukça önemli olup bütünlükçü bir yapı çerçevesinde sürdürülmesi gerekmektedir. Muhtelif cins madenlerin, aralarında akrabalık teşkil ederek "belli zamanlarda" ve "belli bölgelerde" ortaya çıkmaları; bunların müştereken aranması, işletilmesi ve entegre sanayi tesislerinde değerlendirilmesi olanağını ve zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

2. EKONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRME

Havza madenciliğinde madenin büyük ölçekli olarak plânlanması ve buna bağlı olarak yapılan büyük çaptaki üretim, maliyeti ciddi anlamda düşürmekte ve büyük bir avantaj sağlamaktadır. Sadece madenin ucuz maliyetle üretilmesi değil, üretilen madenin sanayi ile entegrasyonu da önemlidir. Sonuçta nihai ürüne dönüştürülen hammaddelerin ülke kalkınmasındaki önemi yadsınamaz. Bu konuya somut örnek Zonguldak havzasıdır. Havzada üretilen taşkömürü metalürjik kok haline getirilerek demir çelik endüstrisinin yakıtı olarak değerlendirilmiş ve havzanın iki kenarına iki tane demir çelik fabrikası kurulmuştur.

1978 yılında çıkarılan 2172 sayılı yasayla küçük parçalar halindeki kömür sahaları birleştirilerek havza haline dönüştürülmüştür. Bu sahalarda yapılan yatırımlarla

büyük ölçekli üretimler başarılı ve havzaların yanına yapılan termik santraller ile o dönemde yaşanan enerji krizi ucuz atlatılmıştır.

Ayrıca birlikte bulunan madenlerin entegre sanayi tesislerinde değerlendirilmesi gereği de ortaya çıkmaktadır. Örneğin; bir linyit kömürü ile çıkarılan kilin yakın çevredeki bir seramik fabrikasında değerlendirilmesi mümkün değilse linyitin üretimi ekonomik olmayabilir. Yan ürünleri değerlendiren tesislerin bulunması da birçok durumda ekonomik olmayan cevherlerin üretimini mümkün kılmaktadır. Entegre tesislerin maden havzaları yakınında bulunması nakliye masraflarını azaltacak, maliyeti düşürecektir. Havza bazında üretim plânlaması; tahkimat, havalandırma ve su ile mücadeleye ilişkin çalışmaların daha rasyonel bir düzeyde ele alınmasını sağlayacaktır (Seyhan, İ.)

Siyasi sistemlerdeki ekonomik tercihler, madencilik sektöründe de geçerli olmaktadır. Liberal olan ve olmayan ekonomi sistemleri arasındaki bu farklılık: "*Sovyetler Birliği'nde fabrika kurulmaz, kombina kurulur- maden işletilmez, havza işletilir.*" sözünde de açıkça ifade edilmektedir. Özel sektörün bütün bir maden havzasının fizibilite etüdünü bütünlükçü olarak yapması havzayı işletmeye açması ve bu havzalarda mevcut bütün doğal kaynakları entegre sanayi tesisleri ile birlikte değerlendirmesi beklenemez. Çünkü her şeye kâr mantığıyla yaklaşan özel sektörün böyle bir önceliği olamaz.

Siyasal tercihler ne olursa olsun havza madenciliği ve buna bağlı sanayi entegrasyonunun sağlanması, bilimsel bir öncelik ve zorunluluktur.

3. KAYNAK-REZERV KAYBI

Madenler; milyonlarca yılda oluşan, tüketildiğinde yerine konulamayan, hiçbir kişi ve zümrenin emeği olmadan oluşan, doğanın insanlığa sunduğu ortak değerlerdir. Bu nedenle plânlı ve rasyonel bir biçimde üretilmeleri zorunludur. Her maden işletmesinde rezervlerin bir kısmı işletme zayıyatı olarak kaybedilir. Açık işletmelerde ve yeraltı işletmelerinde emniyet topuğu olarak bırakılan rezervler zorunlu kayıplardır. Havza madenciliğinde bu kayıplar minimum düzeyde olurken bölünmüş maden projelerinde söz konusu kayıplar artmaktadır. Küçük alanlara bölünmüş ruhsatlı madenler için ayrı ayrı yapılacak işletme projelerindeki kayıplar çok büyük rezerv kayıplarını beraberinde getirecektir.

Maden havzalarındaki cevherlerin tenörleri ve kömürlerin kalorifik değerleri değişkenlik gösterebilmektedir. Bütünlükçü yapıda değerlendirilen madenlerde düşük tenörlü cevherler ile yüksek tenörlü cevherlerin birlikte üretilip paçallanarak ortalama tenörün yükseltilmesi mümkündür. Bu sayede tek başına ekonomik olmayan cevherlerin de üretimi mümkün olabilmekte ve kaynaklar rasyonel şekilde değerlendirilmektedir.

4. İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ

Madencilik, riskleri gereği iş kazalarının yoğun yaşandığı sektörlerin başında gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde önlemler alınarak iş kazaları azaltılmış olsa da ülkemizde her yıl büyük iş kazaları yaşanmakta, bu kazalarda onlarca bazen yüzlerce çalışan yaşamını yitirmektedir. Sektörde bu alanda yapılacak plânlama büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizdeki maden iş kazaları incelendiğinde, büyük kazaların oluş nedenlerinden birisinin yapay olarak bölünmüş maden rezervlerinin üretimleri sırasında olduğu görülmektedir.

2011 yılında Elbistan kömür ocağında meydana gelen ve 11 kişinin ölümüyle sonuçlanan iş kazasının havzanın parçalara bölünmesi ve havzadaki yeraltı suyunun yeterince tahliye edilmemesiyle sıvılaştıran şevlerin kayması sonucu meydana geldiği bilinmektedir. Bu konu, TMMOB Afşin-Elbistan Maden Kazası Raporu'nda da belirtilmiştir.

“... Kömür üretimine geçmeden Kışlaköy bölümünde olduğu gibi öncelikle sahanın susuzlaştırılması gerekirken tam tersi bir uygulama yapılarak kömür üretimine ağırlık verilmiştir. Sahada açılmış drenaj kuyularının hangi seviyelere kadar açıldığı ve ne kadar su pompalandığı bilinmemektedir. Ayrıca pompalanan suyu havza dışına taşıyacak kanallar toprak içinde açılmış ve sızdırmazlık konusunda hiçbir önlem alınmamıştır.”

Kaza sonrası havzanın durumu Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Afşin- Elbistan Çöllolar Kömür Sahası, 2011.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın havzanın bölünmesi ile ilgili uyarıları yetkililerce dikkate alınmamıştır.

“.... Odalarımız, madenlerimizin kaynak kaybına neden olmadan rasyonel olarak değerlendirilmesi için havza madenciliğini savunmaktadır. Bu sayede, mevcut kaynağın tamamı değerlendirilecek ve tüketildiğinde yerine tekrar konulamayan madenlerimizden maksimum fayda sağlanacaktır. Bu nedenle, maden rezervlerimizin sınırlarının ve özelliklerinin tam olarak tespiti önem kazanmaktadır. Kaynak kaybı olmaması için de havza genelinde planlama ve işletmecilik zorunludur. Elbistan havzasında çok geniş bir alana yayılan linyit rezervlerinin doğal sınırlar yerine yapay olarak yaratılmış sektörlere bölünmesi ve planlanması bu açıdan yanlış bir yaklaşımdır. Saha sınırlarının tam olarak belirlenmeden üretim projesi yapılması da çeşitli sorunlar yaratmaktadır. Bu çerçevede sahada kurulan ikinci termik santralin (B Termik Santrali) yer seçimi hatalı yapılmıştır. Söz konusu santral kömür rezervinin üzerine kurulmuş önemli miktarda kömür rezervinin üretilebilme imkânı engellenmiştir. Havza bazında planlamalar bir an önce yapılmalı, sektör bazında yapılacak çalışmalar bu doğrultuda değerlendirilmelidir. Tüm bu değerlendirmeler ışığında Elbistan havzasında bugüne kadar yapılan planlama hatalarından vazgeçilmelidir. Rezerv belirleme çalışmaları hızlıca sonuçlandırılmalı, havza sınırları net olarak belirlenmeli ve işletme projeleri bu doğrultuda yapılmalıdır.” (TMMOB Maden Mühendisleri Odası Elbistan Kömür Çalıştayı Sonuç Bildirgesi, 2007).

Elbistan gibi büyük bir kömür havzasının yapay sektörlere bölünmesi, parçalanması pek çok konuda olduğu gibi işçi sağlığı ve iş güvenliği alanında da çok olumsuz sonuçlar doğurmuştur.

2014 yılında Soma’da meydana gelen ve 301 madencinin yaşamını yitirdiği faciyanın bir nedeni, havzadaki rezervlerin bölünmesi ve özel şirketlere devredilerek yapılan çalışmadır. Bölünüp parçalanan kömür rezervlerinin plânsız şekilde tüketilmesi, muhtemelen çalışılan eski imalat alanlarında kalan kömürün içten içe yanması sonucu açığa çıkan zehirli gazın işletme hataları nedeniyle işçilerin çalıştığı ortamlara ulaşmasıyla tarihimizin en büyük maden faciası yaşanmıştır. Bu konu TMMOB raporunda da aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

“.... Bununla beraber, olayın, galeride kesilen fay atımlarıyla ezilmiş ve parçalanmış durumda olan kömür pasajlarının oksijenle sürekli teması sonucu kızışması veya daha önce çalışılan ve kömürü tam olarak alınamayan bölgede (eski imalat) oluşan yangının istenmeyen bir şekilde ana galeriye ulaşması sonucunda da meydana gelmiş olması ihtimal dâhilindedir. (Soma Maden Faciası TMMOB Raporu, Eylül 2014 s. 24-25.)”

Havzada bölünen sahalarda çalışan özel şirketler, kendilerine ait sahalarda yaptıkları imalatlar sonucu meydana gelen tabaka hareketlerini bir ölçüde takip edebilmektedir. Oysa imalatlar sonucu oluşan yeraltındaki büyük tabaka kırılmaları mücavir alanlardaki işletmeleri de etkileyebilmekte ve olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle tabaka hareketleriyle ilgili araştırmalar bütünlükçü bir yapı içinde ele alınmalıdır.

Faciadan 4 yıl önce TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın 2010 yılında yaptığı uyarılar önemlidir.

Ülkemizdeki en önemli linyit havzası olan Soma'da yeni çalışma bölgelerinde, derinliğin artmasına bağlı olarak kömürün yüksek miktarlarda metan içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Burada hata yapılması asla kabul edilemez. Gerekli olan tüm araştırmalar yapılmadan ve metan drenajı gerçekleştirilmeden burada kesinlikle üretime başlanmamalıdır. Kömür damarlarının kalın olması ve havzada günümüze kadar metansız ortamlarda çalışılması nedeniyle tecrübe eksikliği nedenleriyle metan drenajı yapılmadan üretim yapılması yeni bir faciaya sebep olabilir. (TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu, Haziran 2010, s.58.)

Facia sonrası Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği'nin (TMMOB) raporunda da havza plânlamasının önemi bir kez daha vurgulanmıştır;

Kömür madenciliğinin en zoru, Soma Havzası gibi, kendiliğinden yanmaya elverişli olan ve metan içeren kömür yataklarında yapılanı olup bu tür yataklarda havza bütünüyle planlanmalı, bilim ve teknolojiye en üst düzeyde yararlanarak tek elden işletilmelidir. Oysa "havza" niteliğinde olan, maden sahaları; ülkemizde belli belirsiz rezervler üzerinden üretim hedefleri konularak hizmet alımı ve/veya taşeronlaştırma yoluyla işletilmektedir. Yaşananlar bize göstermektedir ki; Soma faciası ve benzeri çok ölümlü kazalar adı "özelleştirme" olmaksızın, özelleştirme araçları olarak devreye sokulan hizmet alımı ve/veya taşeronlaştırmanın sonucudur. (TMMOB Soma Maden Faciası Raporu, Eylül 2014, s.50.).

Yine 2014 yılında Ermenek'te meydana gelen iş kazası; kömür rezervlerinin bölünmesi, parçalanması sonucu meydana gelmiştir. Eski çalışılmış sahada yıllar içinde biriken suyun patlayarak çalışma alanına dolması sonucu 18 işçi yaşamını yitirmiştir.

Bu örnekler göstermektedir ki; havzaların bölünüp parçalanması, bütüncül plânlamanın yapılamamasına ve iş kazalarına neden olmaktadır. Bu nedenlerle, havza madenciliği işçi sağlığı-iş güvenliği açısından da olmazsa olmaz bir gerekliliktir.

5. İSTİHDAM

Havza madenciliği yapılan bölgelerde, sanayi ile entegrasyon sonucu yoğun bir işgücü birikimi oluşmaktadır. Madenciliğin yan sektörleriyle birlikte yarattığı istihdam ile hammadde olarak işletildiği fabrikaları da eklediğimizde oluşan işgücü oldukça fazladır. Bu konuda Zonguldak özel bir örnektir. Madenciliğin gelişmesiyle ülkenin her yerinden göç alan, büyüyen gelişen yapısıyla Cumhuriyetin ilk kenti olmuştur. Türkiye'de yaşanan ilklerin tamamına yakını bu kentte gerçekleşmiştir. Bu sayede ülkenin kalkınmasında belirleyici olmuş ve ağır sanayi sektörünün ana besleyicisi görevini başarıyla yerine getirmiştir. Bunun dışında Tunçbilek, Soma,

Murgul, Ergani-Maden, Divriği, Oltu, Seydişehir, Balya, Keçiborlu vb. yöreler madencilik sayesinde gelişmiş, ekonomik ve sosyal açıdan önemli merkezler olmuştur. Madencilik sektörü, işsizliğin çözümünde çok önemli işlevler yüklenerek toplumun refah seviyesinin yükselmesine destek olmuştur.

6. YASAL DURUM

Bu konuda Kanunda “Havza Madenciliği” ve “Maden Bölgeleri” kavramı bulunmaktadır. Havza Madenciliği Maden Kanunu’nda şu şekilde düzenlenmiştir:

“3867 sayılı Ereğli Kömür Havzasındaki Ocakların Devletçe İşletirilmesi Hakkında Kanun ile Devletçe işletirilmesi kararlaştırılan Ereğli Kömür Havzasındaki madencilik faaliyetleri bu Kanun hükümlerine tâbidir. Sınırları Bakanlar Kurulu kararı ile belirlenen Ereğli Kömür Havzasındaki taşkömürlerini işletmeye ve hukuku uhdesinde kalmak şartıyla işletirmeye Türkiye Taşkömürü Kurumu yetkilidir.”

Maden Kanunu 47 *“Bakanlık tarafından, ruhsat müracaatlarına kapatılan alanlar ile havza ve kuşak madenciliğini geliştirmek ve jeolojik yapıyı aydınlatmak için herhangi bir sebeple hükümden düşmüş, terk edilmiş veya taksir edilmiş alanlarda, Bakanlıkça da gerekli görüldüğü takdirde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne arama faaliyeti yaptırılmak gayesiyle ruhsat verilir. İşletilebilecek maden varlığının belirlenmesi halinde, bu alanlardan ruhsat müracaatına kapatılan alanlardaki madenlerin işletilmesi için Bakanlar Kurulu kararı, diğer alanlar için ise bu madde ve 30 uncu madde hükümlerine göre Genel Müdürlük tarafından ihale edilir.”*

Maden Kanunu 30: *“Havza madenciliğini geliştirmek ve jeolojik yapıyı aydınlatmak amacıyla yeni oluşturulan alanlar ile herhangi bir sebeple hükümden düşmüş, terk edilmiş veya taksir edilmiş sahalar, alan sınırlamasına bakılmaksızın birleştirilerek ihale edilebilir. Bu şekilde ihale edilen sahaların ruhsatlandırılmasında 16’ncı maddedeki alan sınırlaması aranmaz.”*

Maden Bölgesi ise, 18.05.2017 tarihinde yapılan değişiklikle Maden Kanunu’na girmiştir.

29. maddeye ilave edilen değişiklikle:

“Birbirine bitişik veya yakın maden sahalarında, yapılan üretimin çevresel etkileri, şehirleşme, işletme güvenliği, rezervin verimli işletilmesi ve benzeri sebeplerden dolayı yapılacak proje ve planlama çerçevesinde Genel Müdürlüğün teklifi ve Bakan onayı ile maden bölgesi ilan edilebilir. Maden bölgesindeki ruhsatların bir veya birden fazla ruhsatta birleştirilmesi Genel Müdürlükçe yapılır.” şeklinde düzenleme yapılmıştır.

Bu değişiklik sadece yeniden paylaşımı öngörmektedir. Mevcut ruhsat sahiplerini birleşmeye zorlama, olmazsa ruhsat iptali ve yeniden ihale ve ihalesiz olarak ruhsat

sahipliğinin el değiştirmesi niteliğindedir ve ruhsatların idare eliyle el değiştirmesini sağlayacaktır (Günay, 2017).

Görüldüğü gibi havza madenciliği anlamında yasada yer alan tanımlar ve metinler oldukça eksik ve anlamından uzak şekilde belirlenmiştir. Gerçek amacına uygun bir yasa metninin Anayasada ve ilgili kanunlarda yer alması bu anlamda önemlidir.

SONUÇ

Madencilik sektöründe havza plânlaması, pek çok alanda olduğu gibi oldukça önemlidir. Bu plânlama yapılırken tüm canlıların yaşamından ekolojiye, tarımdan su kaynaklarına, hava kalitesinden çevre kirliliğine, diğer sektörlerle etkileşimden ekonomikliğe kadar bütün parametreler dikkate alınmalıdır.

Bu doğrultuda; ülkemizdeki maden havzalarının bilimsel esaslar çerçevesinde yeniden belirlenmesi, bu düzenlemenin yasal boyutunun açık ve net olması, üretimlerin bu plânlama çerçevesinde yapılması gerekmektedir.

Bu sonuca bir an evvel ulaşılmasını sağlamak, "**madenler devletin hüküm ve tasarrufu altındadır**" ilkesini koyan Anayasanın ve kanunların getirdiğı bir görevdir.

KAYNAKLAR

- Seyhan, İ. Doğal Kaynakların Havza Madenciliği ve Entegre Tesisler ile Deęerlendirilmesinin Madencilik Rejimine Etkisi, M.T.A. Enstitüsü.
TMMOB Maden Mühendisleri Odası Elbistan Kömür Çalıştayı Sonuç Bildirgesi (2007).
TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu, Haziran 2010, s.58.
TMMOB Soma Maden Faciası Raporu, Eylül 2014, s.50.
Günay, Ö. (2017). Maden Kanunu'nda 27 Mayıs 2017 Tarihinde Yapılan Değişiklik Üzerine.

ZONGULDAK VE ÇEVRESİNİN KÖMÜR KÖKENLİ KONVANSİYONEL DOĞALGAZ REZERVUARI POTANSİYELİ: JEOLJİK VE JEOFİZİK VERİLERLE BİR DEĞERLENDİRME

THE COAL-DERIVED CONVENTIONAL GAS RESERVOIR POTENTIAL OF ZONGULDAK AND ITS SURROUNDINGS: AN ASSESSMENT BY GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

Adil Özdemir*

Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Yıldıray Palabıyık

İstanbul Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Çağlar Özer, Ekrem Kalkan

Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Yasin Erdoğan

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara

Serdar Yılmaz, İhsan Toroğlu, Mehmet Bilen, Haşim Duru

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZET Dünya ölçeğinde, kömür kökenli doğalgaz üretilen çok sayıda saha bulunmaktadır. Ülkemizde ise, çok sayıda kömür sahası olmasına karşın bugüne kadar işletilebilir bir kömür kökenli doğalgaz sahası keşfi yapılamamıştır. Ayrıca, ülkemizin kömür kökenli doğalgaz potansiyeli konusunda çok az araştırma yapılmıştır. Bu bildiriye, ülkemizin işletilen önemli ve büyük rezervli kömür yataklarının bulunduğu Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz potansiyelini araştırmak amacıyla jeolojik ve jeofizik verilerle değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre, çalışma alanı yüksek bir doğalgaz potansiyeline sahiptir ve detay araştırma yapılabilecek alanlar belirlenmiştir.

ABSTRACT There are many gasfields where coal-derived gas is produced on a worldwide scale. Although there are many coal fields in onshore Turkey, no operable coal-derived gasfield has been discovered so far. Moreover, very limited research has been conducted on the coal-derived gas potential of Turkey. In this paper, the assessments were made with geological and geophysical methods in order to investigate the coal-derived conventional gas potential of Zonguldak province and its surroundings, where important and large-reserved coal deposits operated exist in Turkey. According to the evaluations, the study area has a high gas potential and the areas have been determined where detailed research can be performed.

* adilozdemir2000@yahoo.com

1. GİRİŞ

Ülkemiz, önemli kömür yataklarına sahiptir (MTA, 1993; 2010). En büyük ve önemli taşkömürü sahası, Zonguldak ilinde yer almaktadır. Zonguldak taşkömürü sahasının toplam rezervi (görünür + muhtemel + mümkün), 1.3 milyar tondur (Karayiğit ve diğ., 1996; Karayiğit ve Whateley, 1997; Karayiğit ve diğ., 2000; DEK, 2007; TTK, 2012). Zonguldak-Amasra Havzası kömürlerinin geçmişte hidrokarbon (gaz/petrol) türettikleri ve halen türetme potansiyeli bulunduğu belirlenmiştir (Yalçın, 1990, 1994a,b; Yalçın ve diğ., 1994, Hoşgörmez, 2007; Yalçın, 2016; Gülbay ve diğ., 2019; Bilgiç, 2020). Ayrıca, Alt Kretase yaşlı Kilimli ve Velibey karbonatlı kireçtaşları ve karbonatlı kumtaşlarında önemli oranda olgun organik maddeye rastlanılmıştır (Tekin, 2011).

Doğalgaz arama ve üretimi, gelişmiş ve gelişmekte olan her ülke için giderek daha da yoğunlaşan bir etkinlik ve öneme sahiptir. Doğalgaz ihtiyacının % 90'ından fazlasını ithalat yaparak karşılayan ülkemizde ise, konunun önemi gün geçtikçe artmaktadır. Gelişen doğalgaz sektöründe, bu gelişimle birlikte yeni yöntem ihtiyaçları doğmaktadır. Sektörün geldiği aşamada, sahaların daha etkin yöntemlerle araştırılması ve tespiti son derece önemlidir. Yeni ve etkin yöntemler kullanıldığında, ülkemizin keşfedilmemiş/bilinmeyen kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarlarının varlığı ve konumları belirlenerek milli ekonomimize katkı sağlanabilir. Bu nedenle, ülkemizin keşfedilmemiş kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarlarının bilinen ve geliştirilen yeni yöntemlerle aranması, ülkemizin enerji arz güvenliği için olmazsa olmazdır.

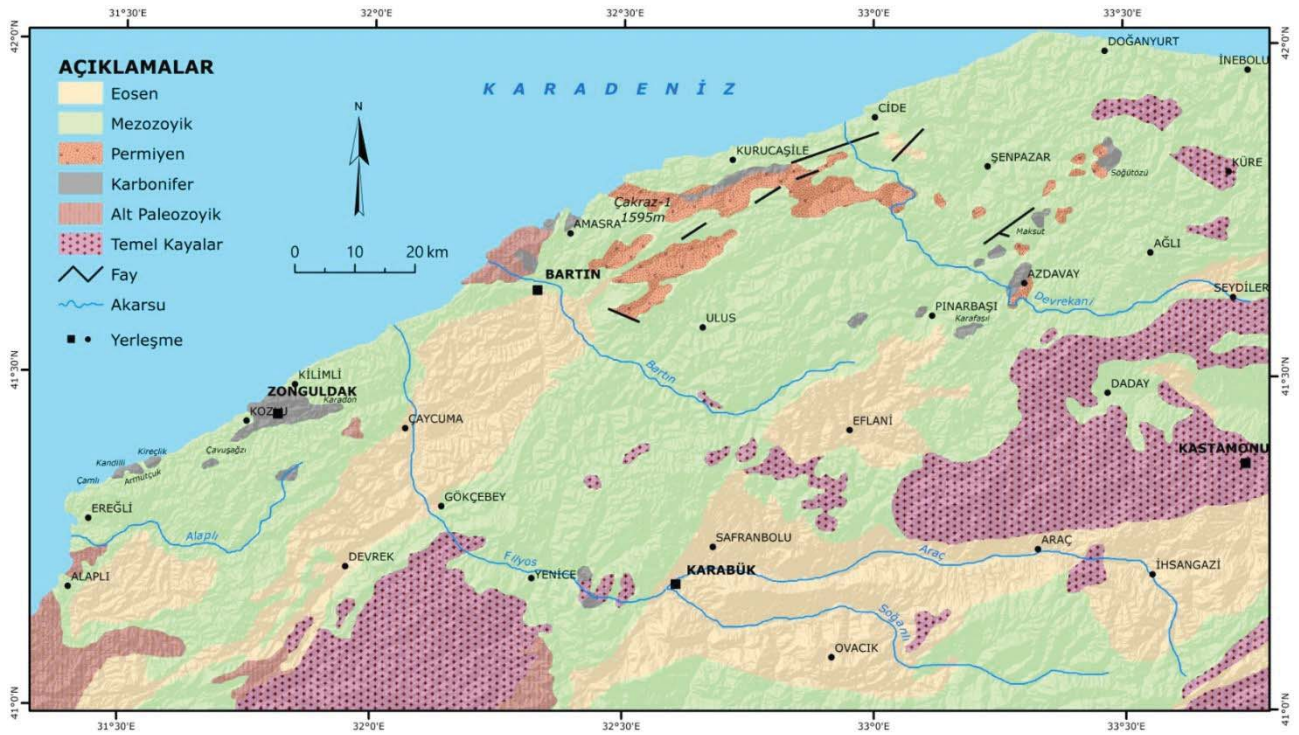
Bu bildiriye, ülkemizin işletilen önemli ve büyük rezervli kömür yataklarının bulunduğu Zonguldak ili ve dolayının kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz potansiyelini araştırmak amacıyla jeolojik ve jeofizik verilerle bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre, çalışma alanının yüksek bir potansiyele sahip olduğu görülmüş ve bu potansiyel ışığında detay araştırma yapılabilecek alanlar belirlenmiştir.

2. ZONGULDAK TAŞKÖMÜRÜ SAHASI

Zonguldak taşkömürü sahasındaki kömürler, genellikle orman bataklığı, saz bataklığı ve limnotelmatic zonda oluşmuş ve akarsu, üst delta ve lagün ortamında çökelmiştir (Karayiğit, 1989). Zonguldak taşkömürü sahası, batıda Ereğli'den başlayarak doğuda Azdavay, Söğütözü'ne kadar uzanan, yaklaşık 180 km uzunluğu, 40 km genişliği olan bir şerit şeklindedir (Şekil 1). Bu sahadaki Karbonifer çökelleri, İstanbul Zonu'na (Okay, 1989) ait olup alttan üste Yılanlı, Alacaağzı, Kozlu ve Karadon formasyonları ile temsil edilmektedir. Yılanlı Formasyonu, gri - siyah renkli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşur. Birimin alt kesiminde, şeyl ve silттаşı arakatıkları mevcuttur. Kalınlığı yaklaşık 1500 m olan bu formasyonun yaşı, Orta Devoniyen-Vizeen'dir. Alacaağzı Formasyonu, delta ortamını yansıtan kumtaşı, silттаşı, çamurtaşı katmanları ve ince taşkömürü damarlarından oluşur. Kömür damarlarının kalınlıkları, 0.10 - 0.50 m arasında değişmektedir. Formasyonun kalınlığı, 1100 metreye kadar çıkmaktadır. Yaşı, Namüriyen'dir. Günümüzde, Alacaağzı Formasyonu'na ait kömürler ince bantlar şeklinde olduğundan üretilmemektedir. Kozlu Formasyonu,

menderesli nehir ortamında çökelmiş çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı ve bu çamurtaşları içinde yer alan kömür damarları şeklindedir. Zonguldak'taki kalınlığı, 850 m kadar olup 22 adet işletilebilir nitelikte taşkömürü damarı kapsamaktadır. Amasra'daki kalınlığı 925 m, işletilebilir kömür damarı sayısı ise 18'dir. Formasyonun yaşı, Vestfaliyen A'dır (Ünalın, 2021).

Karadon Formasyonu, akarsu ortamında çökelmiş çakıltası, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kömür damarlarının aralanmasından oluşur. Ayrıca, kömür damarlarının altında veya üstünde 5 adet şiferton seviyesi bulunmaktadır. Formasyonun, Zonguldak dolayındaki kalınlığı 350 m olup, 5 adet işletilebilir taşkömürü damarı mevcuttur. Amasra'daki kalınlığı ise, 550 m ve işletilebilir kömür damarı sayısı 13'tür. Formasyonun yaşı, Vestfaliyen B-C-D'dir (MTA, 1994; Tüysüz ve diğ., 2004). Karbonifer yaşlı çökeller üzerine, Zonguldak bölgesinde uyumsuzlukla Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Zonguldak Formasyonu, Bartın civarında ise, yine uyumsuz olarak Permo-Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu ve onun da üzerine diğer Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı çökeller gelmektedir (Şekil 2) (Ünalın, 2021).

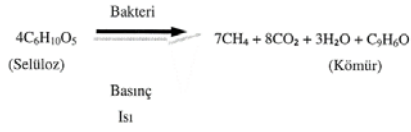


Şekil 1. Zonguldak taşkömürü sahasının yalınlaştırılmış jeoloji haritası (Ünalın, 2010'dan yeniden çizilmiştir). Şekilde yüzeylenmiş olan Karbonifer yaşlı birimler kömür damarları içermektedir.

3. KÖMÜR KÖKENLİ DOĞALGAZ

Kömür kökenli gazlar, kömürü oluşturan bitkisel maddelerin turbiyelerde depolanarak bozulmasıyla oluşmaya başlar ve kömürleşme derecesi (rank) arttıkça gaz oluşumu artar (Şengüler, 1996). Kimyasal formülü CH₄ olan metanın yoğunluğu 0.72 kg/m³ ve özgül ağırlığı da 0.55'tir. Hava içerisindeki metan oranı % 5-15 arasında olduğu zaman patlayıcı özellik göstermektedir. Metan renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır.

Kömürleşme sürecinin bir yan ürünü olan metanın oluşumu, Denklem (1) reaksiyonu ile açıklanmaktadır (Dallege ve Barker, 2009).



(1)

ZAMAN	DEVİR	KAT	KALINLIK	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER		10 - 60	QAI	AI	ALÜVYON
	TERSİYER	PALEOSEN	50 - 180	Ty		YAHYALAR FM Marn
MESOZOYİK	KRETASE	MEASRİCHTİYEN	80 - 250	Kra		ALAPLI FM Marn, kilttaş, silttaş, killi kireçtaş
			100 - 600	Krkz		KAZPINAR FM Andezit, tuf, marn
		TURONİYEN KAMPANİYEN	50 - 200	Kri		İKSE FM Killi kireçtaş, kumtaş, marn, tüfit
			100 - 200	Krd		DİNLENCE FM Aglomera, tuf, marn
			350	Krb		BAŞKÖY FM Marn, kumtaş
		SARONANİYEN	0 - 500	Krg		GÖKÇETEPE FM Eksfoliasyonlu kumtaş, kilttaş, mikrokonglomera
			250	Krc		CEMALLER FM Kumlu kireçtaş
	ALBİYEN	0 - 400	Krt		TASMACA FM Marn, kumtaş, kilttaş	
		500	Krs		SAPÇA FM Glokonilli kumtaş, kilttaş, marn	
	APSİYEN	70	Krh		HİMMETOĞLU FM Kumtaş, kilttaş	
		250	Krv		VELİBEY FM Kumtaş	
		700	Krk		KIRIMSA FM Kumtaş, Karbonatlı kumtaş, kilttaş, killi kireçtaş	
	BARREMIYEN	250 - 375	JKrk		KAPUZ FM Kireçtaş	
		50 - 150	JKri		İNCÜVEZ FM Kumtaş, konglomera, kilttaş, kumlu kireçtaş	
	PALEOZOYİK	KARBONİFER	WESTFALİYEN BCA	350 - 550	Kka	
700 - 900				Kk		KARADON FM Konglomera, kumtaş, kilttaş, silttaş, kömür
300 - 700			Ka		KOZLU FM Konglomera, kumtaş, kilttaş, silttaş, kömür	
VİZİYEN		1500	Dkk		ALACAĞZI FM Kumtaş, kilttaş, silttaş, kömür	
SİLURİYEN			Sh		KOKAKSU FM Dolomitik kireçtaş, kireçtaş	
					HAMZAFKILI FM Küvarsit, mikrokonglomera	

Şekil 2. Zonguldak havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Özler ve diğ., 1992).

Kömür kökenli metan, kömür yataklarında oluşan ve depolanan metan gazıdır. Kömürleşme olayı sırasında başlıca metan, karbondioksit, azot ve su oluşmaktadır (Dallege ve Barker, 2009). Kömür klasik anlamda bir kaynak kaya olmamakla birlikte kimyasal bileşimi ve moleküler yapısı ana kayalar içerisindeki organik madde ile kömür arasında kimyasal olarak hemen hiçbir fark bulunmamaktadır. Bu nedenle, klasik kaynak kayalarda olduğu gibi, kömürden de artan sıcaklık ve zamanın etkisiyle gaz oluşması doğaldır (Yalçın, 1994b). Kömürleşme sırasında oluşan metanın bir kısmı, oluşma sürecinin başlarında, ortam henüz bataklık iken veya örtü tabakası ince iken atmosfere kaçmaktadır. Damar üzerindeki örtü kayaların kalınlaşmasından sonra ise, kömür ve yan kayalarda depolanmaktadır (Eren, 1989).

Metan oluşumunda, iki temel mekanizma söz konusudur. Bunlar, biyojenik ve termojenik metan oluşumudur (Dallege ve Barker, 1999). Bitkisel kökenli organik

maddelerin kömürleşme sürecinin ilk aşamalarında, genellikle 50 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda, mikrobiyolojik ayrışma sonucunda biyojenik metan oluşumu gözlenir. Gerek miktarının azlığı gerekse oluşan metanın birikebileceği bir rezervuar kayanın böyle bir ortamda bulunmayışı nedeniyle fosil biyojenik metan birikimleri çok ender olup, ancak çok hızlı çöken az sayıda havzaya özgüdürler. Artan gömülmenin sonucu olarak ulaşılan yüksek sıcaklık değerleri, kömürleşme derecesinin artması ve termojenik gaz oluşumunun başlamasını sağlar. Gaz oluşumunun kinetiğine bağlı olmakla birlikte yaklaşık 55 °C'den itibaren karbondioksit, 100 °C'den itibaren de metan ve azot gazları oluşmaya başlar. Artan kömürleşmeyle birlikte oluşan metan miktarı da artar (Yalçın ve Durucan, 1984). Çok yüksek sıcaklıklara kadar metan oluşumunu gözlemek mümkündür. Kömürleşme derecesi gözetilerek bir değerlendirme yapıldığında, kömürden doğalgaz oluşumunun % 0.8'lik vitrinit yansıması değerine karşılık gelen bir kömürleşme derecesinde başladığı ve gaz oluşumunun % 2'lik vitrinit yansıması değerine karşılık gelen kömürleşme derecesine kadar sürdüğü görülür (Yalçın, 1994a).

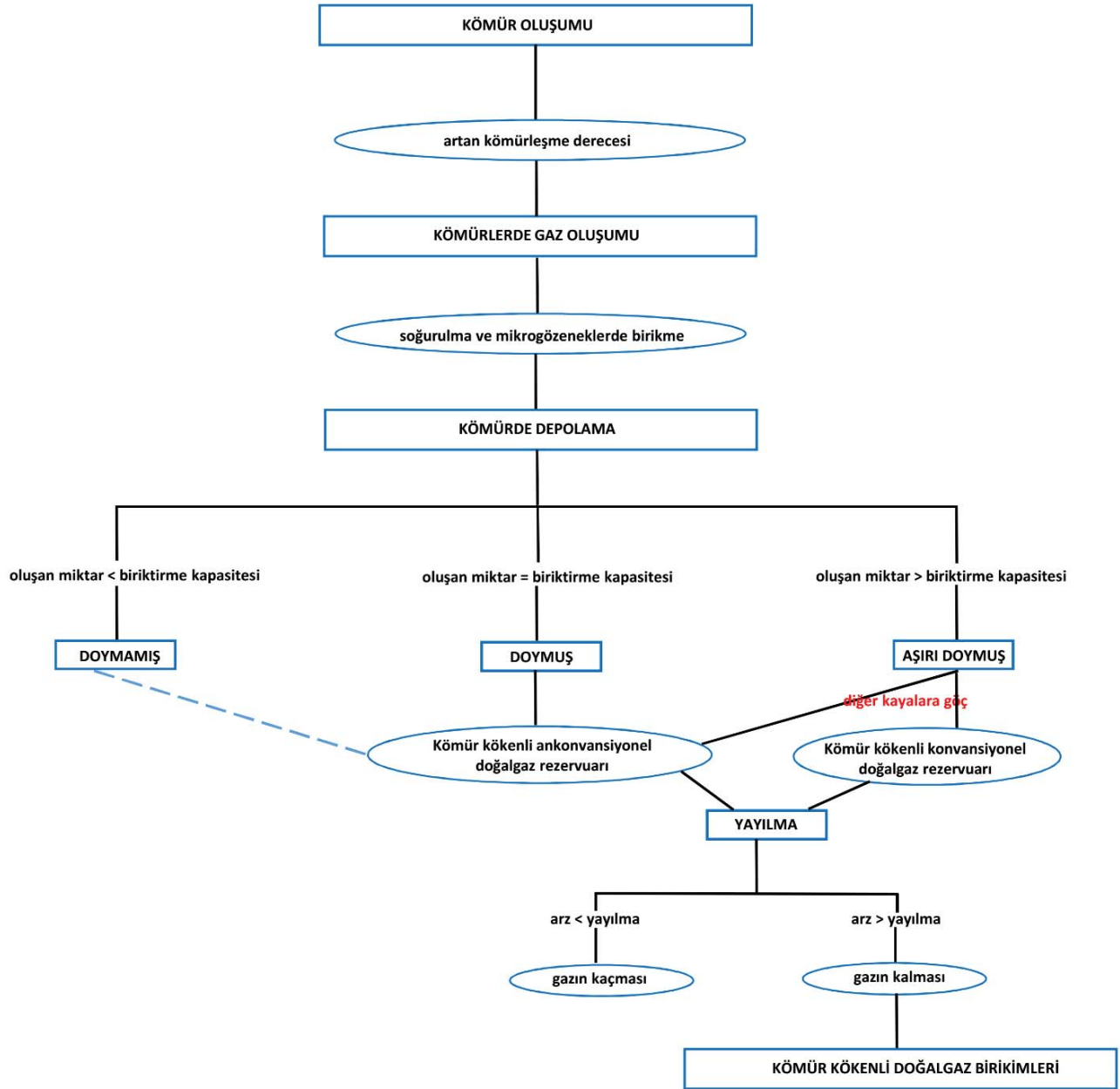
Geniş anlamda kömür kökenli gaz (coal gas), kömürleşmede hümik organik madde tarafından türetilen gazı ifade eder. Hümik organik madde, tümü gaz türeten ana organik maddeler olan konsantre (kömür damarı) ve dağılmış (karbonlu şeyl ve çamurtaş) olmak üzere iki biçimde oluşur (Jinxing, 1982; Zou ve diğ., 2019). Hidrokarbon kaynağı ve rezervuar arasındaki ilişkiye göre kömür kökenli gaz iki türe ayrılır (Şekil 3 ve 4):

1. Kaynak ve rezervuar kayası aynı kaya (türediği kaynak kayada rezervuar oluşturmuş) ve ankonvansiyonel bir gaz olan kömür yatağı metanı (coalbed methane) ve karbonlu şeyl veya çamurtaş gazı (shale gas),
2. Kaynak ve rezervuar kayası farklı kaya ve kaynak kayadan uzak (türediği kaynak kayadan göç etmiş) bir konvansiyonel rezervuardaki gaz olan kömürden türemiş gaz (coal-derived gas).

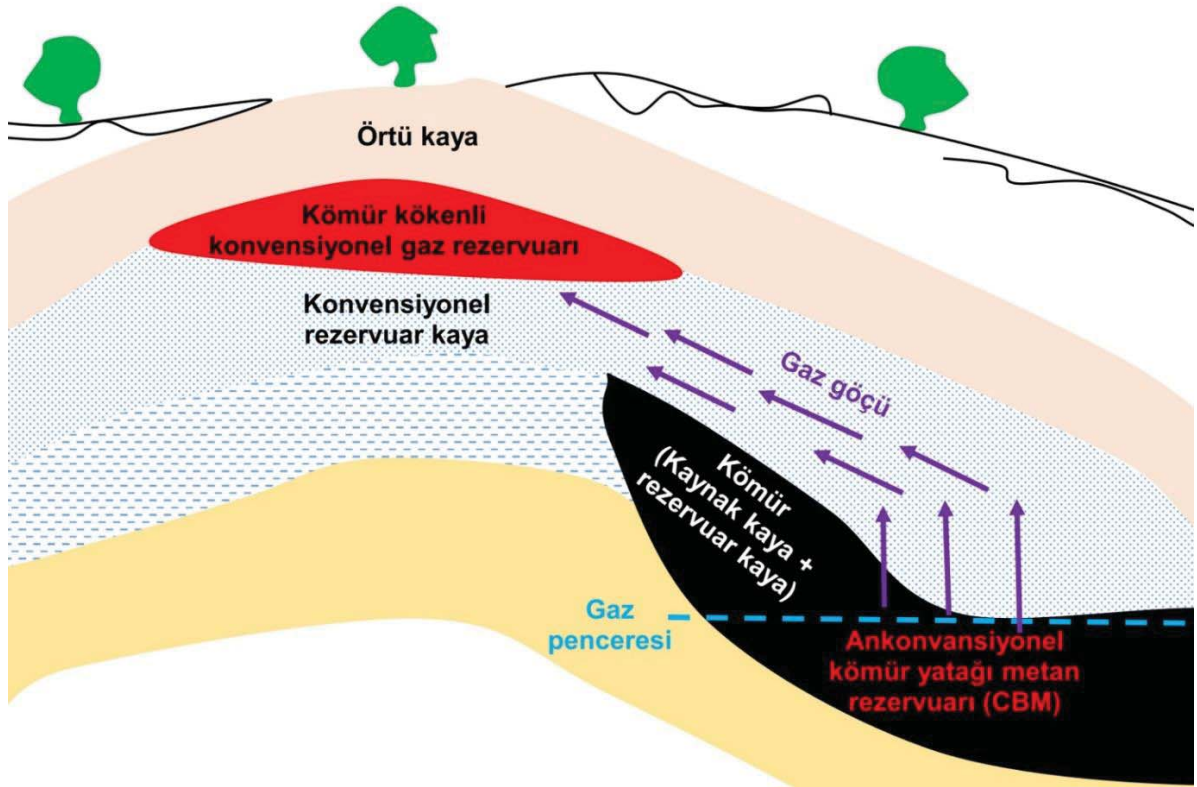
Diğer bir deyişle, kömür kökenli gaz, konvansiyonel ve ankonvansiyonel gaz (alışılmadık gaz) terimlerini birlikte içerir (Jinxing ve diğ., 2019; Zou ve diğ., 2019). Kömür doğalgazı, % 90-95 oranında metandan (CH₄) oluşur. Metanla birlikte düşük oranlarda CO₂, N₂ ve C₂⁺ gibi gazlar da bulunabilmektedir. Kömür doğalgazı içinde genellikle H₂S bulunmaz veya eser miktarda bulunur (Seidle, 2011). Kömür yatağı doğalgazı (coalbed methane: CBM): Sedimanter bir havzanın bataklık alanlarında biriken, çoğunluğu karasal kökenli bitkisel organik maddenin gömülmesine bağlı olarak giderek artan jeotermal gradyanın etkisiyle kömürleşmesi sırasında bu organik maddeden türemiş, fakat kömür dışına atılmamış olup kömürün mikrogözenekleri içinde emilim olarak ve de çatlaklarında serbest olarak bulunan ve ağırlıklı olarak metandan oluşan doğalgazdır (Dallegge ve Barker, 2009). Kömür kökenli doğalgaz, kömür oluşumu sırasında derinlikte artan ısının bir sonucu olarak mikrobiyolojik veya termal bir işlemle üretilir. Doğalgazın kömür dışına atılan kısmı, yeraltında daha üst seviyelerde veya yanlarda bulunan gözenekli ve geçirimli diğer kayalar içine girerek ayrı birikimler/rezervuarlar [kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı, kömürden türemiş doğalgaz rezervuarı (coal-derived gas reservoir)] oluşturabilmektedir. Konvansiyonel petrol sisteminde olduğu gibi, kaynak kaya

(kömür, Tip III kerojen-organik madde) tarafından türetilen doğalgaz (Şekil 5), bu kömür içerisinde göç ederek (birincil göç) gözenekliliği ve geçirgenliği yüksek bir rezervuar kaya içerisine taşınır. Rezervuar kaya içerisindeki hareketi (ikincil göç) sırasında yapısal ve/veya stratigrafik kapanla karşılaşması halinde kapanlanır (Şekil 4). Özellikle, antiklinal gibi yapısal kapanların söz konusu olduğu havzalarda, hidrokarbonların olduğu ortam ile kapanlandığı ortam arasında bazen düşey veya yatay yönde km'lerce mesafe bulunabilmektedir.

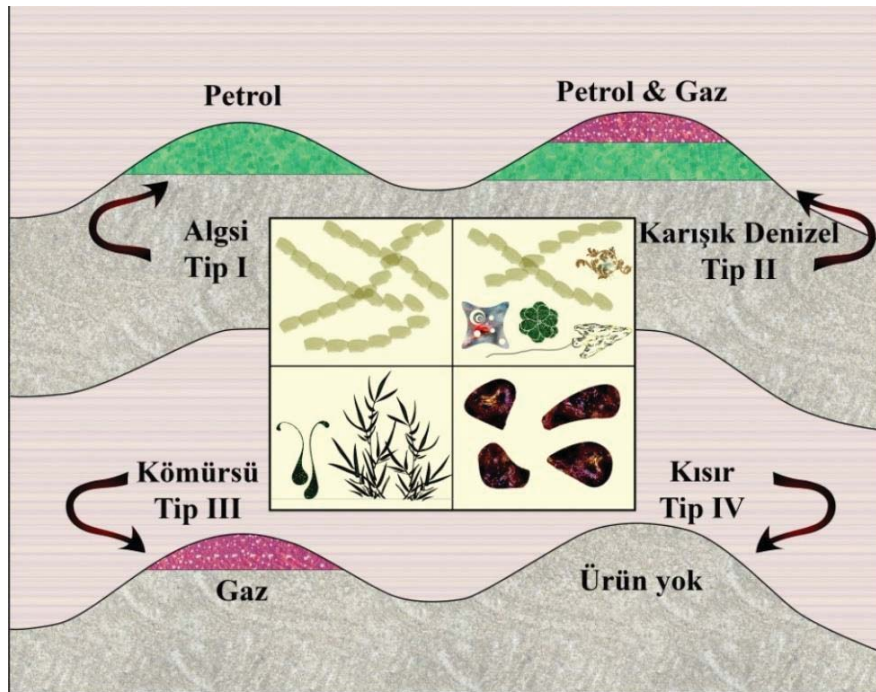
Kömür kökenli gaz rezervleri dünyada bol ve yaygın olup, söz konusu gaz dünyadaki gaz rezervlerine ve üretimine büyük katkı sağlamaktadır. 2017 yılı sonu itibari ile dünyada 13 süper dev kömür kaynaklı gaz sahası keşfedilmiştir. Bunlar arasında, altı büyük kömür kökenli gaz üreticisi ülkenin toplam gaz üretimi, başlıca gaz üreten ülkelerin toplam gaz üretiminin % 39.8'ini oluşturmaktadır. Çin'deki Yoloten ve Urengoi gaz sahaları, üretim açısından dünyadaki tüm konvansiyonel gaz üretim sahaları arasında, ikinci ve üçüncü sıradadırlar. Kela 2 gaz sahası da, Çin'deki en yüksek üretime sahip olan kömür kökenli konvansiyonel kumtaşı rezervuarlı bir gaz sahasıdır. Çin'deki en büyük rezerve ve en yüksek üretime sahip olan Sulige gaz sahası ise, kömür kökenli ankonvansiyonel sıkı kumtaşı rezervuarlı bir gaz sahasıdır (Jinxing ve diğ., 2019). Jinxing ve diğ. (2019) çalışmasında, dünyada gaz devleri haline gelen Rusya, Türkmenistan, Hollanda, Mozambik ve Çin'deki süper dev kömür kökenli gaz sahalarına sahip havzaların gaz kaynak kayaları ve özelliklerini incelemiştir.



Şekil 3. Kömür kökenli doğalgazın oluşumundan birikmesine kadar etkili olan mekanizmalar ve sonuçları (Yalçın, 1994a'dan yeniden çizilmiştir).



Şekil 4. Hidrokarbon kaynağı ve rezervuar arasındaki ilişkiye göre kömür kökenli gaz rezervuarı tipleri.



Şekil 5. Petrol ve doğalgaz kaynak kayalarının içerdiği kerojenler (organik maddeler) (Dow, 1977; Tissot ve Welte, 1984'den). Tip-I: Algal kerojen (en iyi petrol kaynağı) (Lipitce zengin), Tip-II: Bitkisel kerojen (iyi bir petrol kaynağı, zooplankton içerir/sapropelik), Tip-III: Odunsu kerojen (kömürsü) (iyi bir doğalgaz kaynağı).

4. ÖNCEL JEOLJİK VE JEOKİMYASAL ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye’de, başta Zonguldak taşkömürü sahasında yapılan arama ve rezerv sondajlarının birçoğunda metan gelişleri ile karşılaşmıştır. Bunun yanında, Türkiye’de 1942 yılından bugüne yaşanan grizu patlamaları incelendiğinde, 1300’den fazla madencinin hayatına mal olan 41 büyük patlamanın meydana geldiği, en çok patlamanın ise (25 kez) Zonguldak’ta gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Bu veriler, söz konusu sahalardaki kömürlerin gazlı olduğunu göstermektedir (Ünalın, 2021).

Zonguldak taşkömürü havzasında, organik maddenin kömürleşme derecesinde yanal olarak önemli farklılıklar gözlenmektedir. Ereğli kömürlerinin vitrinit yansıma derecesi (R_o), % 0.72 - 0.87 arasında değişmekte olup bu da yüksek uçuculu A ve B taşkömürüne karşılık gelmektedir. Zonguldak kömürlerinin R_o değerleri, % 0.82 - 1.7 arasındadır (yüksek uçuculu A, orta uçuculu, düşük uçuculu taşkömürü). Amasra’da ise R_o değerleri, % 0.45 - 0.98 arasında değişmekte, alt bitümlü kömür ve yüksek uçuculu taşkömürüne karşılık gelmektedir. Vestfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonu’na ait kömürlerden en fazla gaz türümü, ikinci gömülme sırasında, bir başka deyişle son 42 - 80 milyon yıl aralığında (Geç Kretase-Erken Eosen dönemi) gerçekleşmiştir. Günümüzden 42 milyon yıl önce havza yeniden yükselmeye başlamış olup, bu olay bugün de devam etmektedir (Ünalın, 2021).

Zonguldak havzası, ülkemizin tek taşkömürü havzası olması nedeniyle 1848 yılından başlayarak, birçok araştırmacı tarafından farklı çalışmaların gerçekleştirildiği bir bölge olmuştur. Yapılan çalışmalar, genellikle kömür arama ve üretime yönelik rezerv, sedimantoloji-stratigrafi ağırlıklı jeolojik ve kömür karakterizasyonuna yöneliktir. Kömür kökenli doğalgaz potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ise, sınırlı sayıda. Bahsedilen konu ile ilgili çalışmalar 1990 yılında başlamıştır.

Yalçın (1990) çalışmasında, Zonguldak havzasında işletilen Karbonifer yaşlı kömürlerde sıkça rastlanan grizu patlamaları ve kömürlü birimlerin sınırlı olarak araştırılan özellikleri gözetildiğinde, havzanın kömüre bağlı bir doğal gaz potansiyeline sahip olabileceği belirtilmiştir. Kömürlerin gaz oluşturma potansiyellerinin gerçekçi olarak hesaplanabilmesi için organik jeokimya çalışmalarına, ayrıca havza gelişiminin modellenmesiyle gaz oluşumu ve göçünün zaman içerisinde gelişiminin ortaya konması ile ilgili çalışmalara gereksinim olduğu vurgulanmıştır.

Yalçın ve diğ. (1994) çalışmasında, Zonguldak havzasında gaz oluşumunun modellenmesine yönelik olarak sürdürülen çalışmaların bir devamı olarak, bu çalışmada kömürden gaz oluşumunun kinetik parametreleri belirlenmiştir. Havzada gaz oluşumunun yaklaşık olarak 90 milyon yıl önce başladığı ve son 30 milyon yıl öncesine kadar devam ettiği saptanmıştır. Havzada gaz oluşumu, ısı akısındaki artış nedeniyle Geç Kratese döneminde başlamış ve 30 milyon yıl önce havzanın yükselme ve erozyona uğraması ile sona ermiştir.

Yalçın (1994a) çalışmasında, Zonguldak havzasından derlenen numuneler üzerinde gerçekleştirilen organik jeokimyasal analiz sonuçları kömürlerin karakterizasyonu için

değerlendirilmiştir. Ayrıca, kömürlerin toplam organik karbon (TOC) miktarları belirlenmiş, Rock-Eval piroliz, kısa analiz ve organik petrografi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Zonguldak Havzasındaki Namuriyen - Vestfaliyen yaşlı kömür damarlarının tipik hüyük kömür özellikleri gösterdikleri belirlenmiştir. Olgunluk, uçucu madde, kül ve nem içerikleri gözetildiğinde birçok kömürün yüksek uçuculu bitümlü kömür sınıf aralığında yer aldığı saptanmıştır. Vitrit yansımasına (R_o) ait değerler % 0.45 - 1.14 arasında belirlenmiştir. Kömürlerin maseral bileşimleri vitrit ağırlıklı olmakla birlikte bazı numunelerin liptinitçe zengin olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca, gaz oluşumunun kinetik ve olgunluk parametreleri arasındaki (% R_o , T_{max} , hidrojen indeks ve uçucu madde) ilişkiler değerlendirilmiştir.

Yalçın (1994b) çalışmasında, Zonguldak havzasındaki kömürlerin organik jeokimyasal özellikleri tanıtılmış ve bunların olası ana kaya ve özellikle petrol oluşturma potansiyelleri tartışılmıştır. Sonuç olarak havzadaki kömürlerin, kömür kökenli doğalgaz için oldukça iyi bir ana kaya potansiyeline sahip oldukları, hidrojen zengin bazı düzeylerin ise sınırlı da olsa petrol ana kayası özellikleri taşıdığı belirtilmiştir.

Hoşgörmez (2007) çalışmasında, Kozlu formasyonunun kömürlü organik maddesinden termojenik gaz oluşumu ve bu gazın kömür yataklarında birikme modelleri havzanın jeolojik evrimi çerçevesinde açıklanmıştır. Kömür ve organik madde zengin ince taneli kırıntılı kayalar tüm dünyada önde gelen ana kayaların başında gelmektedir. Zonguldak Havzası Karbonifer istifi içerisinde de bu iki ana kaya türü temsil edilmektedir. Araştırma çalışmaları, organik maddenin miktar, tür ve olgunluğunun ışığında havzada önemli bir ana kaya potansiyelinin bulunduğunu göstermiştir. Hem kömürler hem de şeyl-kiltaşı seviyeleri gaz oluşturmaya yatkın çok iyi vasıflı ana kaya özelliklerine sahiptir.

Yalçın (2016) çalışmasında, gaz oluşumunun kinetik özellikleri belirlenerek 100-390 mg HC/g TOC arasında değişen bir potansiyelin varlığı ve ölçüm ve modelleme yardımıyla da ana kayaların havzanın belirli kesimlerinde bu miktarlarda gaz oluşturabilecekleri bir derinliğe kadar gömüldükleri saptanmıştır. Kömürlerin ve şeyllerin gaz depolama kapasiteleri oluşan gaz miktarlarının çok altında olduğundan gazın önemli bir kısmı gerek Karbonifer istifindeki gerekse de daha genç birimlerdeki rezervuar kayaları içerisine göç etmiş ve şartların uygun olması durumunda da buralarda birikmiş olmalıdır. Bu nedenle, havzada konvansiyonel gaz sahalarının bulunması olasıdır. Bu olasılık ilgili petrol sisteminin analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

Gülbay ve diğ. (2019) çalışmalarında, araştırma alanı ve civarında geniş yayılım gösteren Zonguldak havzası Kozlu kömürlerinin hidrokarbon (gaz/petrol) türettiklerini ve halen türetme potansiyeline sahip olduğu belirlemişlerdir.

Zonguldak sahasının kömür gazı potansiyelinin araştırılmasına yönelik ayrıntılı bir çalışma ise, Yalçın ve diğ. (2002) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, sahanın bütünü ve kapsadığı taşkömürleri ile ilgili olarak varılan önemli sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: Zonguldak yöresinde Karbonifer yaşlı çökeller, biri Karbonifer sonunda 3000 m, diğeri Erken Tersiyer'de 5400 m olmak üzere iki kez gömülmüş ve her

gömülmenin ardından yükselmiştir. Bu gömülmelere bağlı olarak bir yandan organik madde kömürleşirken diğer yandan bu organik maddeden kömür gazları türemiştir. Oluşan kömürlerin çoğunluğu vitrinit oranları yüksek hümik kömürlerdir. Hümik kömürler, esas olarak gaz üretir. Amasra kömürlerinin liptinit oranları, Ereğli ve Zonguldak kömürlerinden farklı olarak % 25'e kadar çıkabilmektedir. Dolayısıyla, bu tür kömürlerin hidrojen oranları yüksektir. Liptinit oranı yüksek kömürler, hem gaz hem de petrol üretir. Zonguldak kömürleri çoğunlukla, vitrinit bakımından zengin hümik kömürler olduğu için bol mikrogözeneklidir. Bu nedenle, bu tip kömürlerin gaz adsorpsiyon kapasiteleri yüksektir (Ünalın, 2021).

Zonguldak dolaylarındaki Kozlu Formasyonu'na ait kömürlerin gaz adsorplama kapasitesinin ton başına 20 - 25 m³ olduğu ancak bu kömürlerin Geç Kretase - Orta Eosen döneminde, 42 - 80 milyon yıl aralığında bu kapasitenin çok üzerinde, ton başına 75 - 200 m³ gaz üretmiş oldukları saptanmıştır. Üretilen gazın fazlası kömür seviyesinin üstünde hazne kaya olabilecek diğer kayaların makrogözenekleri içine göç etmiş, hazne kaya içindeki göçü sırasında konvansiyonel kapan veya kapanlara rastlamış olması durumunda kapanlanmış olabilir. Göç yolu boyunca kapan bulunmaması durumunda atmosfere çıkmıştır. Havzanın son 42 milyon yıldan beri, Orta Eosen'den bu yana yükselmesi nedeniyle kömür üzerindeki basınç düştüğü için adsorplanan gazın bir bölümü de kömürü terk etmiştir. Günümüzde ise adı geçen kömürlerin, 0.86 - 11.06 m³/ton arasında değişen miktarlarda gaz içerdikleri (metan olarak 0.67 - 10.45 m³/ton) belirlenmiştir. Numunelerin çoğunluğunda metan miktarı, 3 - 10 m³/ton kömür arasında değişmektedir (Yalçın ve diğ., 2002; Hoşgörmez, 2007). Bu veriler, Zonguldak kömür sahasının önemli bir kömür kökenli gaz potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

TÜBİTAK, TTK, MTA, Forschungszentrum Jülich GmbH (Almanya) ve 6 üniversitenin yer aldığı 1997 - 1999 yıllarında yapılan çalışmada, havzanın gaz potansiyeli: 620 milyar m³, maksimum üretilebilir gaz miktarı: 120 milyar m³, iyimser senaryo: 150 - 750 milyar m³, kötümser senaryo: 50 - 250 milyar m³ olarak belirlenmiştir (TÜBİTAK ve diğ., 2000).

Zonguldak havzası'ndaki kömür gazının araştırılması ve işletilmesine yönelik olarak TTK (Türkiye Taşkömürü Kurumu) tarafından 2005 yılında açılan ihaleyi Hema Endüstri A.Ş. kazanmıştır. Bu şirket tarafından 2005 - 2012 yılları arasında Zonguldak ve Amasra yöresinde derinlikleri 1600 m'ye ulaşan birkaç kuyu açılmış ve 5 kuyuda hidrolik çatlatma ve üretim testleri yapılmıştır. Hidrolik çatlatma ve üretim yapılan kuyulardan ikisi, Zonguldak ilindedir. Yapılan ilk üretim testlerine göre, Bağlık CBM kuyusunda (derinlik: 670 m) günlük 800 - 1000 m³, Öner CBM kuyusunda (derinlik: 1250 m) ise 100 m³ doğalgaz üretimi (> % 94 metan + etan, propan vb.) yapılmıştır (Şekil 6). Yapılan çalışmalar sonucunda, havza kömürlerinin geçirgenliklerinin çok düşük olması ve su içermemeleri nedeniyle kömür damarları içerisinden ticari ölçekte ankonvansiyonel gaz üretilememiştir. Üretim sondajlarında, ticari gaz üretimi elde etmek için yapılan underreamer ile geliştirme ve pompa ile suyun uzaklaştırılarak basıncın azaltılması yoluyla ticari gaz akış sağlanması çalışmaları başarılı olamamıştır. Zonguldak havzasındaki kömürler derin olmaları, fazla tektonizmaya maruz kalmaları ve yaşlı olmaları nedeniyle, ankonvansiyonel gaz üretiminde en önemli faktör olan geçirgenliklerini büyük ölçüde yitirmiş bulunmaktadır (Hema Endüstri A.Ş.'nin

02.05.2012 tarihli sunumu ve Jeo. Müh. Celal Evirgen ile sözlü görüşme, 20.12.2021) (Şekil 6, 7 ve 8). Geçirgenliğin düşük olması, gömülme sırasında kömürlerden türeyen gazların yan kayaçlara göçünü pozitif yönde etkileyen bir husustur. Dolayısıyla, havzada sınırlı da olsa yapılan CBM üretimleri, havzadaki kömürlerden önemli miktarda gaz türümünün olduğunu, türeyen bu gazların civardaki yapılar da kapanlanmış olabileceğini ve doğru arama/sondaj lokasyonları seçilmesi durumunda konvansiyonel gaz rezervuarlarının bulunabileceğini göstermektedir. Nitekim Yalçın (2016) çalışmasında da, benzer görüşler yer almaktadır. Ayrıca, TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) tarafından delinen 2343 m derinliğindeki Ereğli-1 kuyusu da fosil su emareli olarak tamamlanmıştır. Bu kuyu da, havzadaki çalışan hidrokarbon sistemi için önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir (Şekil 6).



Şekil 6. HEMA A.Ş. tarafından Zonguldak ilinde kömür kökenli doğalgaz üretimi amaçlı delinen kuyuların lokasyonları. Yeşil poligonlar: gravite ve manyetik verilere göre bu çalışmada belirlenen potansiyel kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarları (bkz. Bölüm 5)



Şekil 7. Zonguldak çevre yolu Prof. Dr. Şaban Duralı tünel çıkışındaki HEMA A.Ş.'nin kömür kökenli doğalgaz üretim (atbaşı) ünitesi.

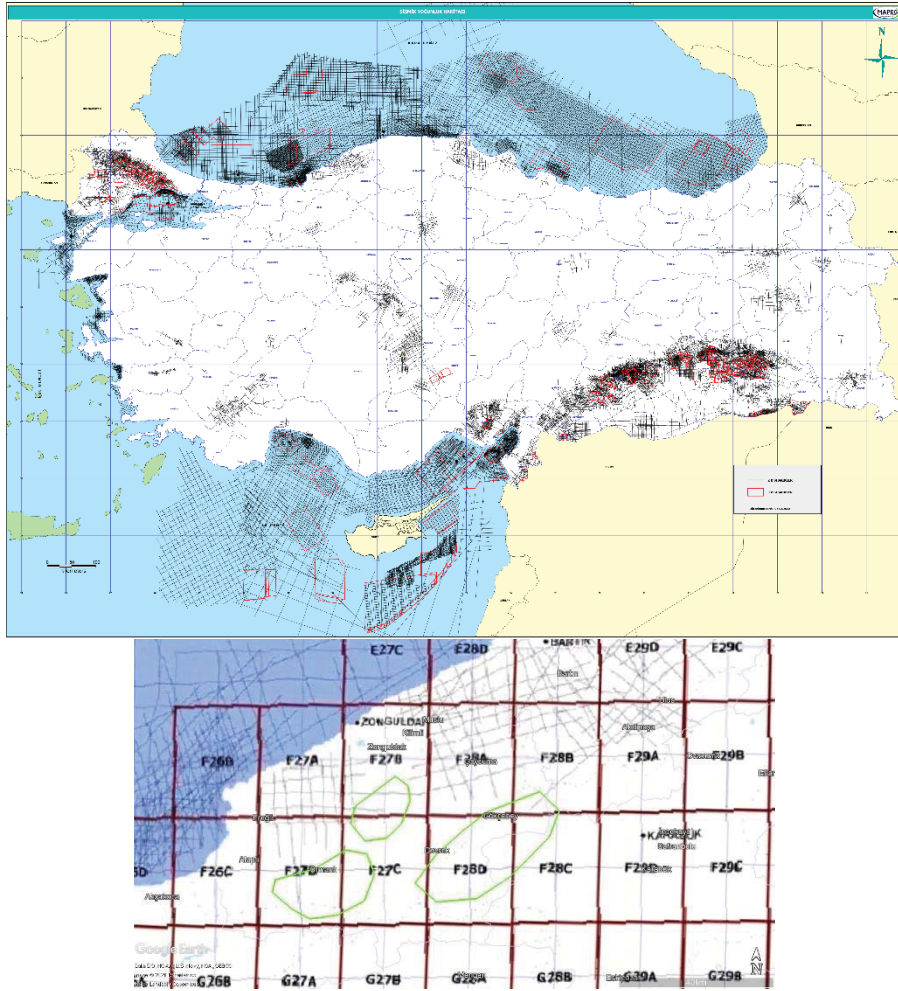


Şekil 8. Bağlık CBM-1 ve Öner CBM-1 kuyuları üretim testlerine ait görüntüler.

5. JEOFİZİK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İnceleme alanında olduğu gibi, jeokimyasal araştırmalarla hidrokarbon oluşumu ve türümü kanıtlanmış olan bölgelerdeki petrol ve/veya doğalgaz rezervuarının (kapanının) yerinin belirlenmesi için özellikle sismik ölçümler çok önemlidir ve yaygın kullanıma sahiptir. Ancak, çalışma alanında değerlendirmeye esas olabilecek sismik ölçüm hatları bulunmamaktadır (Şekil 9) ve sismik arama yönteminin çalışma alanı gibi zorlu topoğrafik şartlara sahip ve yoğun bitki örtüsü içeren alanlarda uygulanması genellikle mümkün değildir (Şekil 6). Uygulamada ısrarcı olunması durumunda da, maliyeti oldukça yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, petrol ve doğalgaz rezervuarının

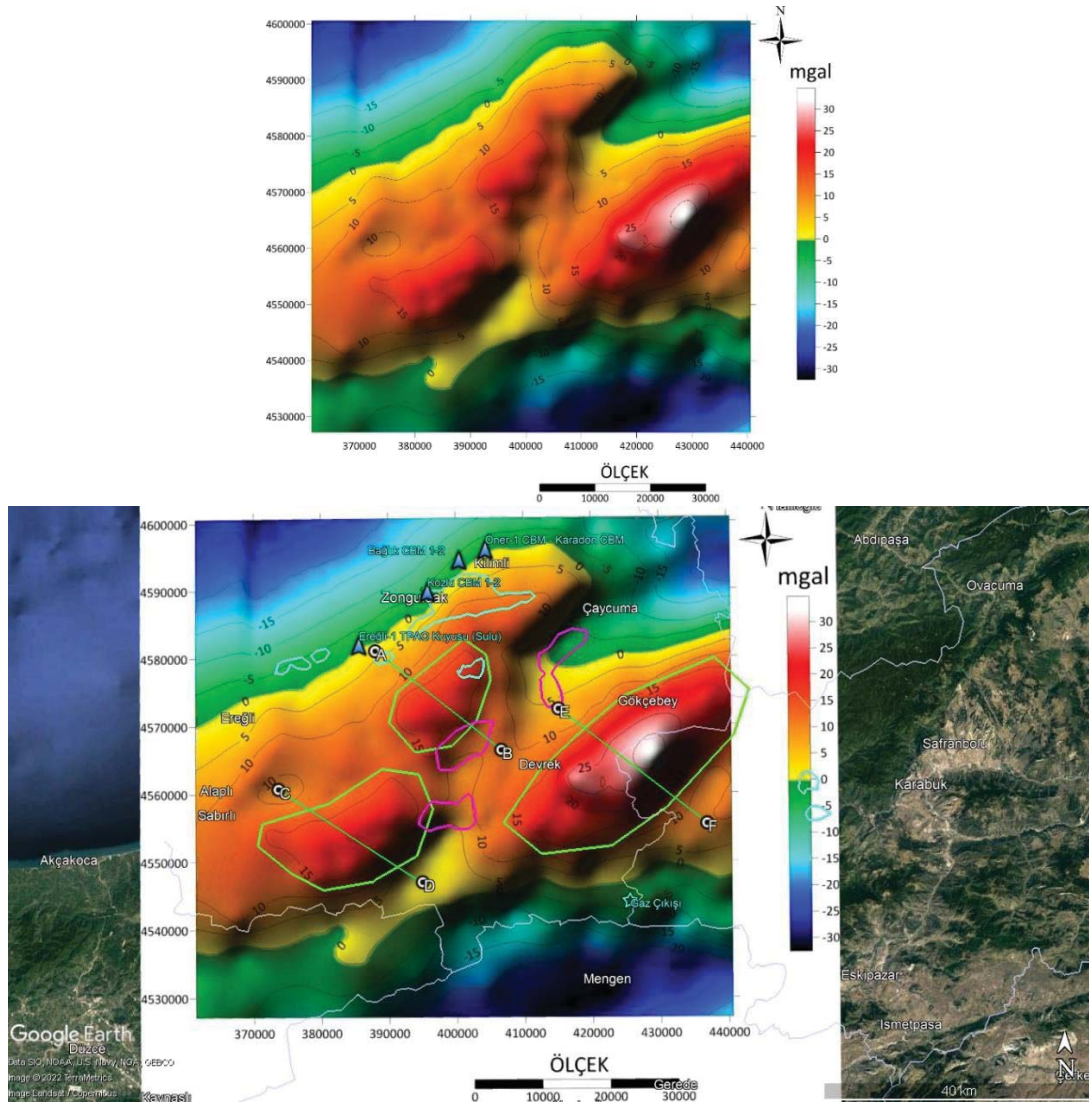
(larının) / kapanım (larının) yerlerinin belirlenmesi amacıyla gravite ve manyetik verilerden yararlanılabilir. Gravite ve manyetik yöntemlerin hidrokarbon aramalarında kullanımına yönelik yöntemleri ve saha uygulamalarını içeren birçok sayıda çalışma mevcuttur (Nettleton, 1976; Geist ve diğ., 1987; Gay ve Hawley, 1991; Lyatsky ve diğ., 1992; Gadirov, 1994; Foote, 1996; Machel, 1996; Piskarev ve Tchernyshev, 1997; Aydın, 1997, 2004; Gadirov ve Eppelbaum, 2012; Satyana, 2015; Eke ve Okeke, 2016; Eppelbaum, 2017; Stephen ve Iduma, 2018; Gadirov ve diğ., 2018; Zhang ve diğ., 2019; Gadirov ve diğ., 2021). Gravite ve manyetik anomali analizi, Rusya'nın Batı Sibiryaya bölgesinde hidrokarbon arama ve keşfinin yarım yüzyıldan bugüne kalıcı bir bileşeni olmuştur (Piskarev ve Tchernyshev, 1997). Bu nedenle, Zonguldak havzası taşkömürlerinden türeyen hidrokarbonların birikme ihtimali olan kapan lokasyonlarının belirlenmesi amacıyla MTA Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiş olan gravite ve havadan manyetik verilerden hazırlanan haritalar kullanılarak değerlendirilmiş ve yorumlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 9. Çalışma alanı ve civarındaki sismik hatlar. Siyah renkli çizgiler: sismik hatlar, yeşil renkli poligonlar: muhtemel kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarları (URL-1)

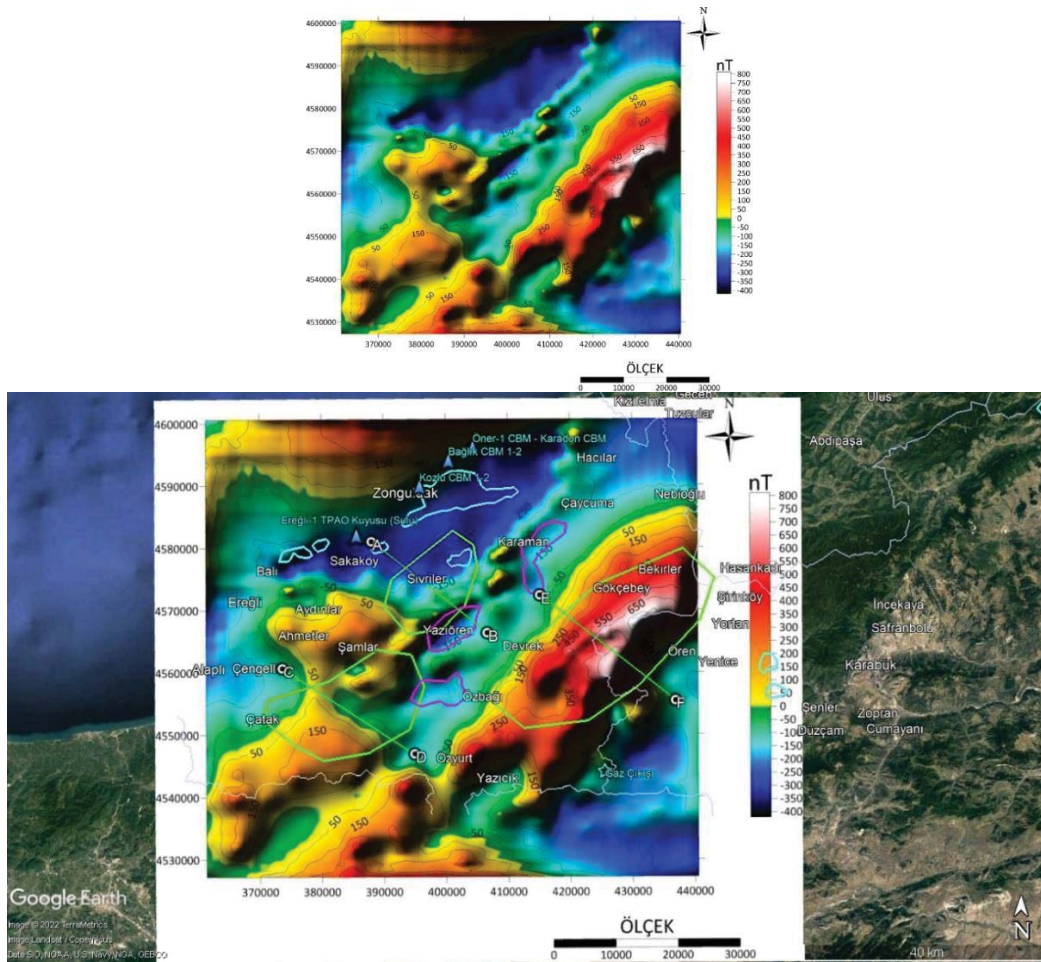
Hazırlanan gravite haritasında (Şekil 10), düşük yoğunluklu sedimanter kökenli kayalardan oluşan genç çökeller (silttaşı, çamurtaşı, kiltası, çakiltası, şeyl vb.) ve

metamorfik kayalar (sleyt, fillit vb.) koyu mavi, açık mavi ve yeşil renk tonları ile yoğunluğu nispeten daha büyük olan kayalar ise turuncu, kırmızı ve sarı renk tonları ile temsil edilen yoğunluğu nispeten yüksek kayalardan (kristalize kireçtaşı, mermer, kuvarsit, şist vb.) kaynaklanan bir anomali yer almıştır. Çünkü, Kuzey Batı Sibirya (Rusya)'nın bilinen tüm petrol ve doğalgaz yatakları, nispeten yüksek gravite anomalileri ile karakterize olan bölgelerdedir (Piskarev ve Tchernyshev, 1997). Çalışma alanında temel kayaların yüzeye kadar yükselmiş olması/mostralar vermesi nedeniyle, çalışma alanında temel kayalar kaynaklı pozitif gravite anomalileri hakimdir. GB-KD yönünde, pozitif gravite anomali kapanımları (> 15 mgal) yer almaktadır. Bu anomali kapanımları, kömür kökenli doğalgaz birikimlerinin korunabileceği ve kapanlanabileceği rezervuarın araştırılması için uygun yapılar olarak yorumlanmıştır.



Şekil 10. İnceleme alanının gravite anomalilerinin renk kontur haritası. Beyaz renkli poligonlar: potansiyel kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarları, turkuaz renkli poligonlar: Karbonifer yaşlı kömürlü birimlerin yüzeylendiği alanlar, pembe renkli poligonlar: muhtemel taşkömürü yatakları. Önceki yıllarda delinen petrol ve doğalgaz arama sondaj kuyuları da haritaya işlenmiştir (bkz. Şekil 6).

Hazırlanan havadan manyetik haritada (Şekil 11), mavi, yeşil ve açık yeşil renkli alanlarda manyetik özelliği olmayan tamamen sedimanter (kumtaşı, kireçtaşı, silttaşı, çamurtaşı, kiltası, çakıltası, şeyl vb.) ve metamorfik kayalar (kristalize kireçtaşı, mermer, şist vb.) bulunmaktadır. Sarı, kırmızı ve beyaz renkli alanlarda ise, manyetik özelliği olan kayalar yer almaktadır (granitler, andezitler, ofiyolitler vb.). Kömür kökenli sedimanter doğalgaz rezervuarlarının, sedimanter kayaların düşük mıknatıslanma özelliğine sahip olması nedeniyle negatif manyetik anomaliler vermesi beklenir. Fakat, çalışma alanında gravite haritası ile belirlenen anomali kapanım alanlarının bir kısmında manyetik değerler pozitifdir. Bu pozitif anomalilerin nedeninin, jeoloji haritasında da görüleceği gibi (Şekil 2 ve Karayigit, 1989) Devrek ilçesi güney-güneydoğusunda yüzeyde de mostra vermiş olan temel kayalar (granitler, granodiyorit, kuvarslı diyorit ve bazik intruzifler) ve Ereğli doğu-güneydoğusundaki Mesozoyik yaşlı birimler içerisindeki volkanik kayalardan (andezit, spilit, porfirit) kaynaklandığı düşünülmektedir.

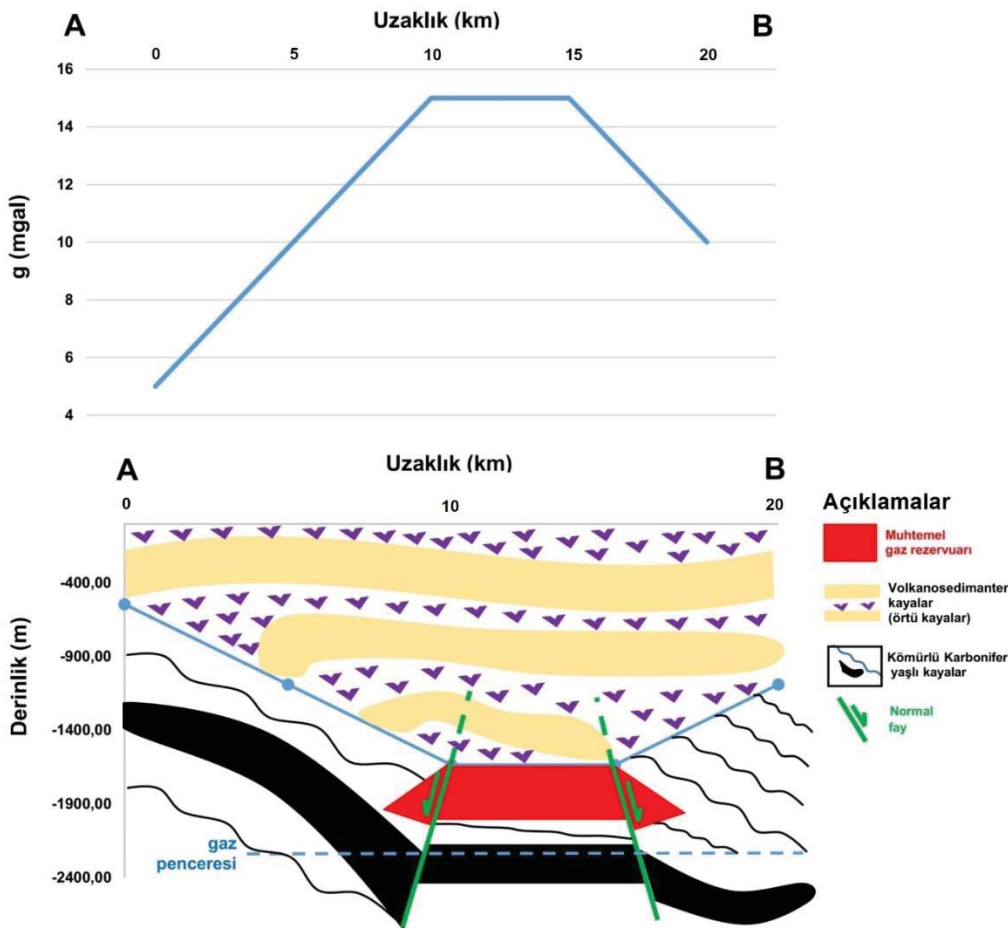


Şekil 11. İnceleme alanının havadan manyetik anomalilerinin renk kontur haritası. Yeşil renkli poligonlar: potansiyel kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarları, turkuaz renkli poligonlar: Karbonifer yaşlı kömürlü birimlerin yüzeylendiği alanlar, pembe renkli poligonlar: muhtemel taşkömürü yatakları. Önceki yıllarda delinen petrol ve doğalgaz arama sondaj kuyuları da haritaya işlenmiştir (bkz. Şekil 6).

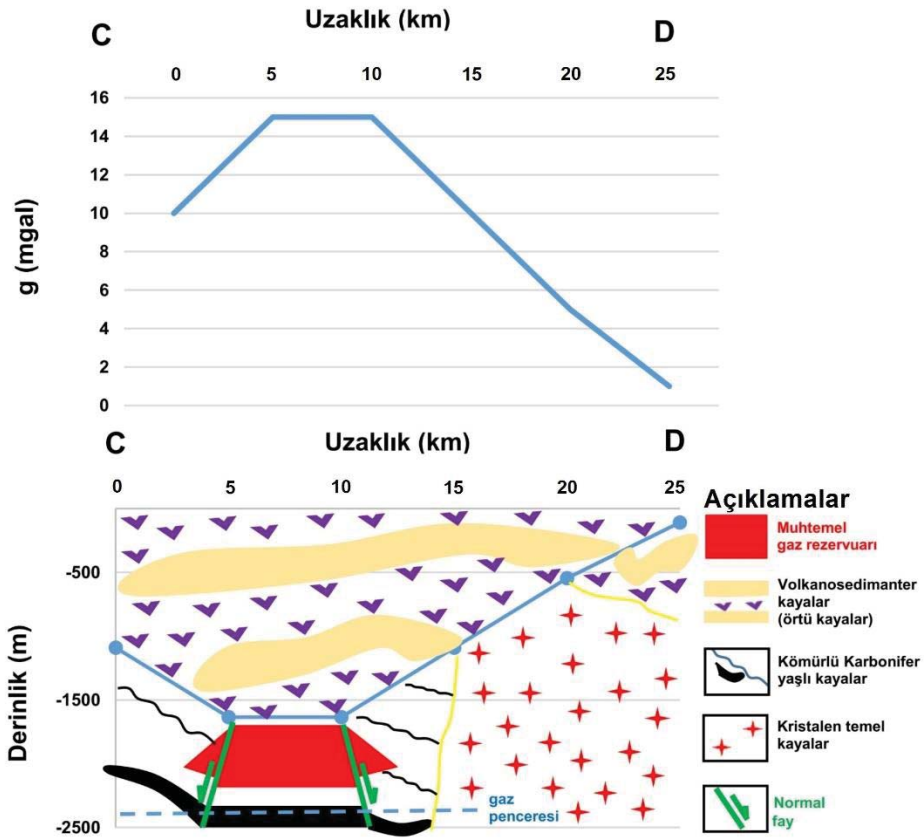
Çalışmada, iki boyutlu rezidüel gravite anomalilerini derinlik değerlerine dönüştürülebilmek ve havza ve yapı derinliklerini belirlemek amacıyla, Svancara (1983) ve Töpfer (1977) tarafından önerilen yorum yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, yoğunluk kontrastının bilinmesi durumunda gravite anomalisi ve parametreler arasında kurulan basit ilişkilerle sedimanter bir havza ve yapı derinliği belirlenebilmektedir. Yorumlamanın ilk adımı, anomalinin karakteristik parametrelerini belirlemektir. $A = g_{\max}/W_a \times \sigma$ şeklinde tanımlanır. g_{\max} : gravite anomalisinin maksimum genliğidir. W_a : gravite anomalisinin yarı genlik ($g_{\max}/2$) değerine karşılık gelen uzaklıktır. σ : yoğunluk kontrastıdır. W_b : gravite anomalisinin tam genişliğidir ve $W_b/W_a = (-0.056 \times A) + 1.827$ formülü ile belirlenir. D_i , g_i : gravite anomali değerine karşılık gelen derinliktir. D_o : düz-plaka formülünden elde edilen derinliktir. $D_o = 23.866 \times g_{\max}/\sigma$ formülü ile belirlenir ve birimi m'dir. D : maksimum derinliktir ve aşağıdaki formül ile belirlenir.

$0 < A < 9$ şartı için $D/D_o = (0.072)A + 1.00$

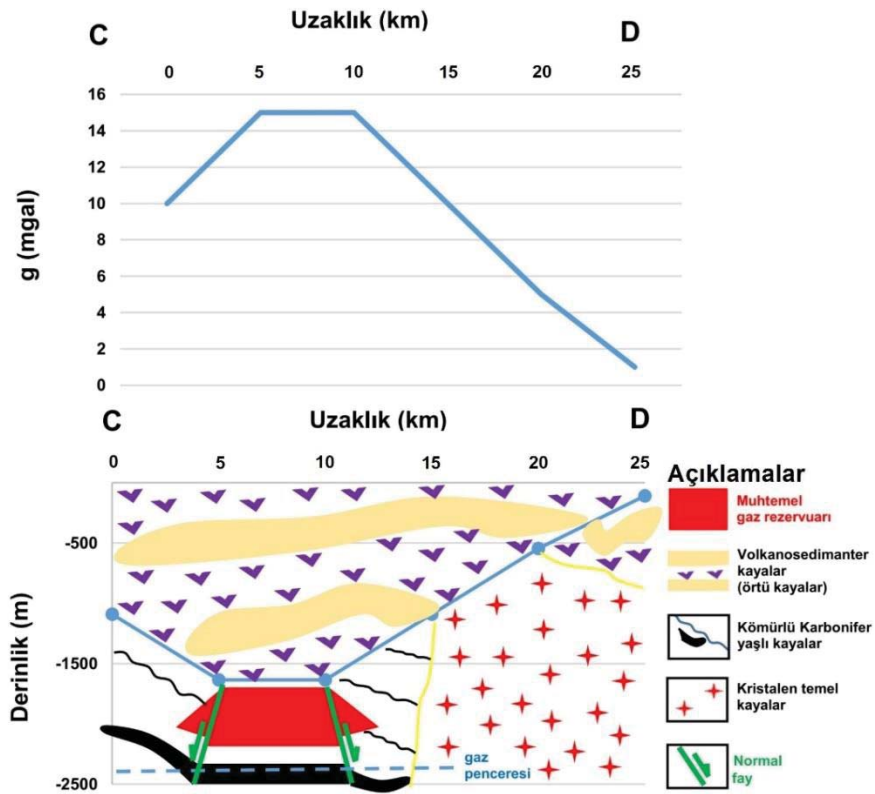
$9 < A < 13$ şartı için $D/D_o = (0.12)A + 0.57$ şeklindedir (Töpfer, 1977). Çalışma alanının rezidüel gravite haritası anomalilere göre, yapıların maksimum derinlikleri (D) = 1635 ve 2725 m olarak belirlenmiştir (Şekil 12, 13 ve 14).



Şekil 12. A-B profilinin jeolojik yorumu ve muhtemel doğalgaz kapanının derinliği (bkz. Şekil 10 ve 11).



Şekil 13. C-D profilinin jeolojik yorumu ve muhtemel doğalgaz kapanının derinliği (bkz. Şekil 10 ve 11).



Şekil 14. E-F profilinin jeolojik yorumu ve muhtemel doğalgaz kapanının derinliği (bkz. Şekil 10 ve 11).

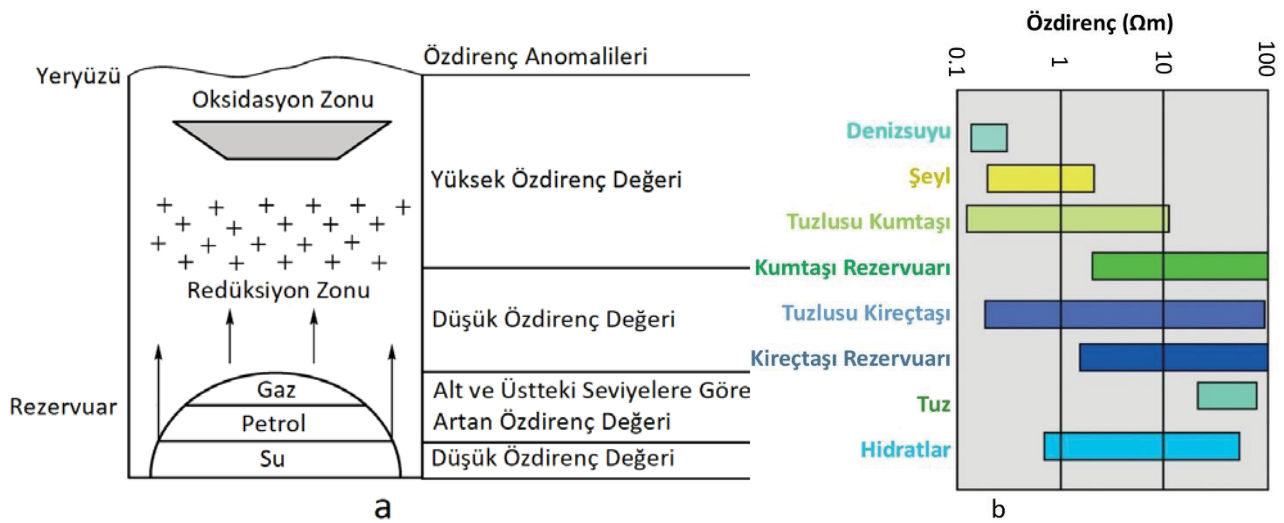
6. HİDROKARBON ARAMADA MANYETOTELLÜRİK (MT) YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

Son zamanlarda, ekipmanlardaki, veri işleme ve yorumlama gelişmeleri ile birlikte, hidrokarbon aramalarında sismik yönteme alternatif olarak en çok Manyetotellürik (MT) yöntemi kullanılmaktadır (Xiao, 2004; Dinçer, 2007). MT cihazları ve yardımcı ekipmanlar, yaklaşık 30 kg ağırlığındadır. Bu nedenle, her türlü topoğrafik yapıda ve bitki örtüsüne sahip arazilerde dahi çevresel ortama herhangi bir tahribat vermeksizin ve kolay nakliye-yer değiştirme avantajı ile pratik olarak kullanılması mümkündür. Topografyanın hızlı değişim gösterdiği bölgelerde de, MT uygulamaları daha sorunsuzdur. MT yöntemi, öncelikle bindirmeler gibi sismik araştırmaların zor olduğu, karbonatlar (kireçtaşı, mermer vb.) ve volkanik kayalar (bazalt vb.) gibi yüksek özdirençli örtü birimlerin bulunduğu alanlarda kullanılmaktadır (Xiao, 2004; Başokur, 2008). Ülkemizde, özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, bazaltik örtü birimleri ile kaplı alanlarda yapılan hidrokarbon aramalarında MT yöntemi kullanılmıştır (Dinçer, 2007). 1980'lerin sonlarından bugüne, batı ülkelerinde de hidrokarbon aramalarında MT yönteminin uygulanmasında bir artış olmuştur. Uygulamalar, hidrokarbon aramacılığı açısından uygun kaynak kayaların, termal olgunlaşmanın ve rezervuar koşullarının bulunması nedeniyle, yüksek özdirençli (daha yaşlı) kayaların daha düşük özdirençli (daha genç) kayalar üzerine itildiği (örtü birimleri yüksek özdirençli olan) bindirme bölgelerinde yoğunlaşmıştır (Picha, 1996). Çünkü, bindirme bölgeleri genellikle düşük kaliteli sismik yansıma verilerine neden olmaktadır (Watts ve Pince, 1998; Watts ve diğ., 2002; Xiao, 2004).

MT yönteminin amacı, yeraltı özdirenç dağılımını hesaplamaktır. MT verileri, belirlenen doğrultu boyunca belirlenen istasyonlarda ölçülmektedir. Elektromanyetik yöntemlerde veri görselleştirme için çok kullanılan veri dönüştürme yöntemi, ölçülen elektrik ve manyetik alanların görünür özdirenç değerlerine dönüştürülmesidir (Başokur, 2008; Özdemir ve Palabıyık, 2019). Dolayısıyla, ölçülen MT verilerinden yeraltının 2 ve 3 boyutlu görünür özdirenç kesitleri hazırlanmaktadır (Dinçer, 2007; Başokur, 2008; Özdemir ve Palabıyık, 2019).

Kayalarda depolanan hidrokarbon birikimleri, jeolojik ortamın fiziksel özelliklerinde anormal değişikliklere yol açar. Böylece, petrol ve doğalgaz alanlarının keşfedilmesine ve tanınmasına izin verir (Stefaniuk, 2011). Petrol ve/veya doğalgaz rezervuarlarının bulunduğu alanlarda, karakteristik bazı elektrik (özdirenç) anomalileri görülür (Şekil 15) (Schumacher, 1996; Fox ve diğ., 2003). Petrol ve doğalgaz rezervuarları, jeolojik zaman boyunca durağan olmayan (dengede olmayan) termodinamik sistemlerdir. Organik bitkisel ve hayvansal çürüme ürünlerinin sedimanlar içerisinde çökeltilmesinin ilk zamanlarından itibaren hidrokarbonların göçü, sediman sıkışması ve diğer diyajenetik süreçlerin bir sonucu olarak su kaynaklı bir taşınma sürecinde gerçekleşmektedir. Hidrokarbonların kapanlanması, çevresindeki yarı geçirgen/geçirgen kaya tabakaları sayesinde gerçekleşir. Hidrokarbonlar, bu ortamdaki bir veya daha fazla boşlukta tutulurlar. Taşınan suların düşey göçü sonucunda, rezervuar üzerinde bir redüksiyon zonu oluşur. Bu zon, elektriksel olarak iletken bir

zondur (düşük rezistiviteli bir zon) (Pirson, 1978; Fox ve diğ., 2003). Rezervuar seviyesi, alt ve üstündeki seviyelere göre artan bir öz direnç ile karakterize edilir. Rezervuarın hemen altındaki su ile hidrokarbonları içeren rezervuar kayası arasında ve rezervuarın hemen üstündeki geçirimsiz killi kayalarla öz direnç farklılıkları ortaya çıkar. Rezervuarın hemen üstündeki ve hemen altındaki seviyelerde, rezervuar seviyesine göre daha düşük öz dirençler görülür (Şekil 15) (Pirson, 1969, 1976, 1978, 1981; Donovan ve diğ., 1981; Fox ve diğ., 2003; Stefaniuk, 2011). MT yönteminin hidrokarbon aramalarındaki kullanımı, bilinen sahalardaki uygulamaları da dahil birçok çalışmada incelenmiş ve güvenilir sonuçlar elde edilebileceği gösterilmiştir (McCrossan, 1961; Pirson, 1969, 1976, 1978, 1981; Yungul, 1978; Donovan ve diğ., 1981; Spies, 1983; Hughes, 1983; Berdichevsky ve Dmitriev, 2002; Fox ve diğ., 2003; Xiao, 2004; Grandis ve diğ., 2004; Stefaniuk, 2011; Patro, 2017; de Lugão ve diğ., 2017; de Lugão ve Kriegshäuser, 2021).



Şekil 15. Petrol ve/veya doğalgaz rezervuarlarının bulunduğu alanlarda görülen karakteristik öz direnç anomalileri (a: Pirson 1969, 1976, 1978, 1981; Donovan ve diğ., 1981; Hughes, 1983; Schumacher, 1996; Xiao, 2004 ve Stefaniuk, 2011'den uyarlanmıştır. b: Stefaniuk, 2011).

İnceleme alanında değerlendirmeye esas olabilecek sismik ölçüm hatları bulunmamaktadır. Sismik yöntemin inceleme alanı gibi zorlu topoğrafik şartlara sahip ve yoğun bitki örtüsü içeren bir alanda uygulanması mümkün değildir. Dolayısıyla, çalışma kapsamında gravite ve manyetik verilerle belirlenen potansiyel alanlarda kömür kökenli konvensiyonel doğalgaz rezervuarı varlığı için alınabilecek su ve toprak numuneleri üzerinde gaz kromatografi (GC) cihazı ile yapılacak Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH) analizleri sonucunda jeokimyasal kanıtlar bulunması durumunda (Özdemir ve diğ., 2022), yeraltı jeolojisinin yorumlanması ve delinecek sondaj kuyusu yerinin (veya yerlerinin) seçiminde jeofizik MT ölçüm çalışmalarının yapılması uygun olabilir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Literatürdeki jeokimyasal çalışmaların sonuçlarına göre, Zonguldak-Amasra Havzası kömürlerinin geçmişte hidrokarbon (gaz/petrol) türettikleri ve halen üretme potansiyeli bulunduğu belirlenmiştir. Havzada sınırlı da olsa yapılan CBM üretimleri, havzadaki kömürlerden önemli miktarda gaz türümünün olduğunu, türeyen bu gazların civardaki yapılar da kapanlanmış/birikmiş olabileceğini ve doğru arama/sondaj lokasyonları seçilmesi durumunda konvansiyonel doğalgaz rezervuarlarının bulunabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, çalışma kapsamında belirlenmiş olan muhtemel kapanlar/rezervuarlar üzerindeki ve civarındaki yüzey ve yeraltı sularından (soğuk ve sıcak su kaynakları ile kuyularından) ve topraklardan numuneler alınarak ve alınan numunelerde TPH analizleri ve diğer organik jeokimyasal analizler yapılarak kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı (veya rezervuarları) için jeokimyasal kanıtlar araştırılmalıdır. Jeokimyasal kanıtlar bulunması durumunda da, kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı (ları) derinliklerinin tahmin edilmesi amacıyla jeofizik etütler ve sondaj çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Başokur, A.T., 2008. Manyetotellürik Yöntemde Temel Kavramlar, 87 s. (<http://www.lemnis.com.tr>)
- Berdichevsky, M., and Dmitriev, V., 2002. Magnetotelluric in the Context of the Theory of III-Posed Problems. (translated and edited by Keller, G.V.), published by Society of Exploration Geophysicists, p. 210
- Bilgiç, A., 2020. Kozlu (Zonguldak) Kömürlü Karbonifer (Vestafaliyen-A) Birimlerinin Organik Jeokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesinde Biyomarker Verilerinin Kullanılması. Akdeniz Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 66 s.
- Dallegge, T. A. and Barker, C. E. 2009. Coalbed methane gas in place resource estimates using sorption isotherms and burial history reconstruction: An example from the Ferron Sandstone Member of the Mancos Shale, Utah. In Geologic assessment of coal in the Colorado Plateau: Arizona, Colorado, New Mexico, and Utah. USGS Professional paper 1625-B.
- Dallegge, T. and Barker, C., 1999. Coal-Bed Methane Gas-In-Place Resource Estimates Using Sorption Isotherms and Burial History Reconstruction: An Example from the Ferron Sandstone Member of the Mancos Shale, http://pubs.usgs.gov/pp/p1625b/Reports/Chapters/Chapter_L.pdf (Erişim: 5.07.2022)
- DEK (Dünya Enerji Konseyi), 2007. DEK-TMK (Türkiye Milli Komitesi) Çalışma Grubu Raporları. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Cilt 1 ve 2, Ankara.
- de Lugão, P., Kriegshäuser, B., Menezes, A., Pastana, A., Nunes, D., Correa, E., Malta, K.G.L., and Strataimage Consultoria Ltda, 2017. Recent applications of the magnetotelluric method for onshore oil&gas exploration in Brazil. SEG International Exposition and 87th Annual Meeting, 1199 - 1203
- de Lugão, P., and Kriegshäuser, B., 2021. Oil & gas exploration in Brazil using the magnetotelluric method: An example for East Africa. Conference Proceedings, Fifth EAGE Eastern Africa Petroleum Geoscience Forum, Mar 2021, Volume 2021, 1-5, <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2021605028>
- Dinçer, Y., 2007. Petrol Arama Amaçlı Ölçülen Manyetotellürik Verilerinin Sönümlü En Küçük Kareler ve Quasi-Newton Yöntemi ile İki-Boyutlu Melez Ters Çözümü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 57 s.

- Donovan, T.J., Roberts, A.A., and Dalziel, M.C., 1981. Epigenetic zoning in surface and near-surface rocks resulting from seepage-induced redox gradients, Velma oil field, Oklahoma: a synopsis. Oklahoma City Geological Society Shale Shaker, 32 (3), 1-7
- Dow, W.G., 1977. Petroleum Source Beds on Continental Slopes and Rises. AAPG Continuing Education Course Notes Series 5, p. D1-D37
- Eke, P.O., and Okeke, F.N., (2016), Identification of hydrocarbon regions in Southern Niger Delta Basin of Nigeria from potential field data. International Journal of Scientific and Technology Research, 5(11), 96-99
- Eppelbaum, L.V., 2017. From micro- to satellite gravity: Understanding the Earth. American Journal of Geographical Research and Review, 1(3), 1-32
- Eren, N., 1989. TTK Karadon Bölgesi Karadon Ocağındaki Bazı Damarların metan içeriğinin belirlenmesi. Hacettepe Üniv. Yüksek Lisans Tezi, 47 s.
- Footo, R.S., 1996. Relationship of near-surface magnetic anomalies to oil- and gas producing area, in D. Schumacher and M. A. Abrams, eds., Hydrocarbon migration and its near-surface expression: AAPG Memoir 66, 111-126
- Fox, L., Ingerov, O., Avram, Y., Babajanov, T.L., Basov, M.D., and Kocherov, A.B., 2003. Resistivity signature of hydrocarbon deposits – MT surveys in Western Uzbekistan. Conference Proceedings, 65th EAGE Conference & Exhibition, Jun 2003, cp-6-00231, <https://doi.org/10.3997/2214-4609-pdb.6.P054>
- Gadirov, V.G., Kalkan, E., Ozdemir, A., Palabiyik, Y., and Gadirov, K.V., 2021. Use of gravity and magnetic methods in oil and gas exploration: Case studies from Azerbaijan. International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications, 4(2), 143-156
- Gadirov, V.G., Eppelbaum, L.V., Kuderavets, R.S., Menshov, O.I., and Gadirov, K.V., 2018. Indicative features of local magnetic anomalies from hydrocarbon deposits: examples from Azerbaijan and Ukraine, Acta Geophysica, doi: 10.1007/s11600-018-0224-0
- Gadirov, V.G., and Eppelbaum, L.V., 2012. Detailed gravity, magnetics successful in exploring Azerbaijan onshore areas. Oil and Gas Journal, 5, 60-73
- Gadirov, V.G., 1994. The physical-geological principles of application of gravity and magnetic prospecting in searching oil and gas deposits. Proceed. of 10th Petroleum Congress and Exhibition of Turkey, Ankara, 197-203
- Gay, Jr., S.P. and Hawley, B.W., 1991. Syngenetic magnetic anomaly sources: three examples. Geophysics, 56, 902-913
- Geist, E.L., Childs, J.R., and Scholl, D.W., 1987. Evolution and petroleum geology of Amlia and Amukta intra-arc summit basins, Aleutian Ridge. Marine and Petroleum Geology, 4, 334-352
- Grandis, H., Widarto, D.S., and Hendro, A., 2004. Magnetotelluric (MT) method in hydrocarbon exploration: A new perspective. Jurnal Geofisika, 2004/2, 14-19
- Hoşgörmez, H., 2007. Origin and secondary alteration of coalbed and adjacent rock gases in the Zonguldak Basin, western Black Sea Turkey. Geochemical Journal, 41, 201-211
- Hughes, L.J., 1983. Case Histories of an Electromagnetic Method for Petroleum Exploration. Zonge Engineering & Research Organization, Inc., Tucson, Arizona, U.S.A., <http://zonge.com/case-histories-of-an-electromagnetic-method-for-petroleum-exploration/> (Erişim Tarihi: 04.03.2022)
- Jinxing, D, Yunyan, N, Fengrong, L., Feng, H., and Limiao, Y., 2019. The significance of coal-derived gas in major gas producing countries. Petroleum Exploration & Development, 46(3), 435-450
- Jinxing, D., 1982. The meaning of coal derived gas and its division. Geological Review, 28(4): 370-372
- Kara-Gülbay, R., Yaylalı-Abanuz, G., Korkmaz, S., Erdoğan, M.S., Hoş-Çebi, F., Çevik, S., and Ağırman-Aktürk, E., 2019. Organic matter type, maturity, depositional environmental characteristics, and liquid hydrocarbon potential of Late Carboniferous Kozlu Bituminous Coal and Coaly Shale Beds (Zonguldak-Amasra Basin, NW Anatolia, Turkey): An application of biomarker geochemistry. Energy & Fuels, 33, 9491-9509

- Karayığit, A.İ., 1989. Zonguldak ve Amasra Kömürlerinin Petrografik Özellikleri. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, 339 s.
- Karayığit, A.İ., Eriş, E. and Cicioğlu, E., 1996. Coal geology, chemical and petrographical characteristics and implications for coalbed methane development. Geological Society, London, Special Publications, 109, 325-338
- Karayığit, A.İ. and Whateley, M.K.G., 1997. Properties of a lacustrine subbituminous (k1) seam, with special reference to the contact metamorphism, Soma-Turkey. Int. Journal of Coal Geology, 34, 131-155
- Karayığit, A.İ., Spears, D.A. and Booth, C.A., 2000. Antimony and arsenic anomalies in the coal seams from Gökler coalfield, Gediz, Turkey. Int. Journal of Coal Geology, 44, 1-17
- Lyatsky, H.V., Thurston, J.B., Brown, R.J., and Lyatsky, V.B., (1992), Hydrocarbon exploration applications of potential field horizontal gradient vector maps. Canadian Society of Exploration Geophysicists Recorder, 17(9), 10-15
- Machel, H.G., 1996. Magnetic contrasts as a result of hydrocarbon seepage and migration, in D. Schumacher and M. A. Abrams, eds., Hydrocarbon migration and its near-surface expression: AAPG Memoir 66, 99-109
- McCrossan, R., 1961. Resistivity mapping and petrophysical study of Upper Devonian inter-reef calcareous shales of Central Alberta, Canada. AAPG Bulletin, 45(4), 441-470
- MTA, 1993. Türkiye Linyit Envanteri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 356 s.
- MTA, 1994. Batı Karadeniz Taşkömür Havzası Hakkında Özet Bilgi. MTA Genel Müdürlüğü Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü Raporu, 43 s.
- MTA, 2010. Türkiye Linyit Envanteri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Envanter Serisi-202, 371 s.
- Nettleton, L.L., 1976. Gravity and Magnetics in Oil Prospecting. McGraw-Hill, 464 p.
- Okay, A., 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. in A.M.C. Şengör (ed.), Tectonic evolution of the Tethyan region. NATO Advanced Science Institute (ASI) series, C259, 109-116
- Özdemir, A., Palabiyik, Y., Bilen, M., Yılmaz, S., Toroğlu, İ., Duru, H., Erdoğan, Y., Özer, Ç., Kalkan, E., 2022. Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı potansiyelinin belirlenmesi için yeni bir jeokimyasal yöntem önerisi. Türkiye 22. Uluslararası Kömür Kongresi ve Sergisi (ICCET 2022), 29-30 Eylül 2022, Zonguldak, 1-13
- Özdemir, A. and Palabiyik, Y., 2019. A new method for geological interpretation of 3D MT (Magnetotelluric) depth maps of high-temperature and deep geothermal fields: A case study from Western Turkey. 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 28-30 Ekim 2019, Ankara, 28-42
- Özler, T., Yaver, Y., Kır, N., Canca, N., Tonga, O., ve Bakan, Z., 1992. Değirmenağzı ile Göbü Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı. MTA Derleme No: 9599 (Yayınlanmamış)
- Patro, P.K., 2017. Magnetotelluric studies for hydrocarbon and geothermal resources: Examples from the Asian region. Surveys in Geophysics, 38, 1005-1041
- Picha, F.J., 1996. Exploration for hydrocarbon under thrust belts - a challenging new frontier in the Carpathians: AAPG Bulletin, 80(10), 1547-1564
- Pirson, S.J., 1969. Geological, geophysical, and geochemical modification of sediments in the environments of oil fields, in W.B. Heroy, ed., Unconventional methods in exploration for petroleum and natural gas, symposium 1: Dallas, Texas, Southern Methodist University Press, 159-186.
- Pirson, S.J., 1976. Predictions of hydrocarbons in place by magneto-electrotelluric exploration. Oil and Gas Journal, May 31, 82-86
- Pirson, S.J., 1978. Physical and chemical signals around oil and gas traps. *The Log Analyst*, 19 (02), Paper Number: SPWLA-1978-vXIXn2a3
- Pirson, S.J., 1981. Quantification of magneto-electrotelluric exploration results. Bulletin of South Texas Geological Society, 21(7), 23-30
- Piskarev, A.L., and Tchernyshev, M.Y., 1997. Magnetic and gravity anomaly patterns related to hydrocarbon fields in northern West Siberia. Geophysics, 62(3), 831-841

- Satyana, A.H., 2015. Subvolcanic hydrocarbon prospectivity of Java: Opportunities and challenges. Proceedings, Indonesian Petroleum Association. Thirty-Ninth Annual Convention & Exhibition, May 2015. IPA15-G-105
- Seidle, J., 2011. Fundamental of Coalbed Methane Reservoir Engineering. PennWell Books, 401p.
- Schumacher, D., 1996. Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments, in D. Schumacher and M.A. Abrams, eds., Hydrocarbon migration and its nearsurface expression: AAPG Memoir 66, 71-89
- Stefaniuk, M., 2011. Electromagnetic methods in petroleum prospecting. Geologia, 37(1), 5-36
- Spies, B., 1983. Recent developments in the use of surface electrical methods for oil and gas exploration in the Soviet Union. Geophysics, 48(8), 1102 - 1112
- Stephen, O.I., and Iduma, U., 2018. Hydrocarbon potential of Nigeria's Inland Basin: Case study of Afikpo basin. Journal of Applied Geology and Geophysics, 6(4), 1-24
- Svancara, J., 1983. Approximate method for direct interpretation of gravity anomalies caused by surface three-dimensional geologic structures. Geophysics, 48(3), 361-366
- Şengüler, İ., 1996. Kömür kökenli doğalgaz. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 49, 90-94
- Tekin, M., 2011. Kuzeybatı Anadolu'daki Apsiyen-Albiyen Yaşlı (Alt Kretase) Kilimli ve Velibey Formasyonlarında Organik Olgunlaşmanın İncelenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. 83 s.
- Tissot, B.P. and Welte, D.H., 1984. Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration. Springer-Verlag, 699 p.
- Töpfer, K.D., 1977. Improved technique for rapid interpretation of gravity anomalies caused by two-dimensional sedimentary basins. Journal of Geophysics 43: 645-654 (in Şvancara, J., 1983. Approximate method for direct interpretation of gravity anomalies caused by surface three-dimensional geologic structures. Geophysics, 48(3), 361-366
- TTK (Türkiye Taşkömürü Kurumu), 2012. Taşkömürü Sektör Raporu, 40 s.
- TÜBİTAK, TTK, MTA, Forschungszentrum Jülich GmbH (Almanya) ve 6 Üniversite, 2000. Zonguldak Taşkömürü Havzasında Kömür Kökenli Doğal Gaz Potansiyeli. (Yayımlanmamış)
- Tüysüz, O., Aksay, A. ve Yiğitbaş, E. 2004. Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri. Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi-1, MTA Genel Müdürlüğü Yayını, 92 s.
- URL-1
<https://mapeg.gov.tr/Uploads/PetrolHarita/4.07.01.2022%20Sismik%20Yo%C4%9Funluk%20Haritas%C4%B1.pdf>
- Ünalın, G., 2010. Kömür Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Eğitim Serisi-41, 556 s.
- Ünalın, G., 2021. Petrol ve Doğalgaz Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Eğitim Serisi (baskıda)
- Watts, M.D., and Pince, A., 1998. Petroleum exploration in overthrust area using magnetotelluric and seismic data, SEG expanded abstract, New Orleans.
- Watts M.D., Alexandros, S., Eleni, K., and Mackie, R., 2002. Magnetotelluric Applied to Sub-thrust Petroleum Exploration in Northern Greece. Work Package Report to European Commission Research Directorate-General.
- Xiao, W., 2004. Magnetotelluric Exploration in the Rocky Mountain Foothills, Alberta. MSc. Thesis, University of Alberta, 111 p.
- Yalçın, M.N., 2016. Zonguldak havzası kömürlü birimlerine çok disiplinli bir yaklaşım. 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 11-15 Nisan 2016, Ankara, 192-193
- Yalçın, M.N., 1994a. Kömür kökenli doğalgaz: Zonguldak yöresinde alternatif bir enerji kaynağı. Türkiye 6. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliği, 3, İzmir, 26-38
- Yalçın, M.N., 1994b. Zonguldak havzasındaki kömürlü birimlerin ana kaya potansiyeli. Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildirileri, 11-15 Nisan 1994, Ankara, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 249 - 260
- Yalçın, M.N., 1990. Kömür kökenli doğalgaz. Türkiye 7. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 245-260
- Yalçın, M.N., Schenk, H.J. and Schaefer, R.G., 1994. Modelling of gas generation in coals of Zonguldak basin (NW Turkey). International Journal of Coal Geology, 25 (2), 195-212

- Yalçın, M.N., İnan, S., Gürdal, G., Mann, U. and Schaefer, R.G. 2002. Carboniferous coals of the Zonguldak basin (Northwest Turkey): Implications for coalbed methane potential. AAPG Bulletin, 86, 7, 1305-1328
- Yalçın, E. ve Durucan, Ş., 1984. Zonguldak kömürlerinin açığa çıkabilen metan içerikleri. Türkiye 4. Kömür Kongresi, 7-11 Mayıs 1984, 319-331
- Yungul, S. et al., 1973. Telluric anomalies associated with isolated reefs in the Midland Basin, Texas. Geophysics, 38(3), 545-556
- Zhang, M., Qiao, J., Zhao, G., and Lan, X., 2019. Regional gravity survey and application in oil and gas exploration in China. China Geology, 3, 382-390
- Zou, C., Yang, Z., Huang, S, Ma, F., Sun, Q., Li, F., Pan, S., and Tian, W., 2019. Resource types, formation, distribution and prospects of coal-measure gas. Petroleum Exploration & Development, 46(3), 451–462, [https://doi.org/10.1016/S1876-3804\(19\)60026-1](https://doi.org/10.1016/S1876-3804(19)60026-1)

ZONGULDAK VE ÇEVRESİNİN KÖMÜR KÖKENLİ KONVANSİYONEL DOĞALGAZ REZERVUARI POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ İÇİN YENİ BİR JEOKİMYASAL YÖNTEM ÖNERİSİ

*COMING UP WITH A NEW GEOCHEMICAL METHOD FOR
DETERMINING THE POTENTIAL OF A COAL-DERIVED
CONVENTIONAL GAS RESERVOIR OF ZONGULDAK AND ITS
SURROUNDINGS*

Adil Özdemir*

Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Yıldıray Palabıyık

İstanbul Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Mehmet Bilen, Serdar Yılmaz, İhsan Toroğlu, Haşim Duru

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Yasin Erdoğan

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara

Çağlar Özer, Ekrem Kalkan

Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET Öncel çalışmaların jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik veri değerlendirmelerine göre Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı açısından yüksek bir gaz potansiyeline sahip olduğu belirtilmiş ve detay jeokimyasal ve jeofizik arama yapılabilecek hedef alanlar belirlenmiştir. Bu sebeple, bu bildiri de, Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı potansiyelini araştırmak amacıyla son yıllarda petrol ve doğalgaz aramacılığında kullanılmaya başlanılmış olan suda ve toprakta toplam petrol hidrokarbonları (TPH) analizinin kullanılabilirliği incelenmiştir. TPH analizinin kullanılması durumunda, faydalı sonuçlar elde edilebileceği kanaatine ulaşılmıştır.

ABSTRACT According to the geological, geochemical, and geophysical data evaluations of the previous studies, it has been stated that Zonguldak and its surroundings have a high gas potential in terms of the coal-derived conventional gas reservoir and the target areas where detailed geochemical and geophysical explorations might be performed have been determined. Therefore, in this paper, the usability of total petroleum hydrocarbons in water and soil analysis (TPH), which has been started to be made use of in oil and gas exploration in recent years, has been examined in order to investigate the coal-derived conventional gas reservoir potential of Zonguldak province and its surroundings. It has been concluded that useful results can be obtained if the TPH analysis is utilized.

*adilozdemir2000@yahoo.com

1. GİRİŞ

Hidrokarbon arama çalışmalarının ilk aşaması, jeolojik ve jeokimyasal etütlerdir. Bir havzada, hidrokarbon varlığı ve türümü için jeokimyasal kanıtlar bulunması durumunda, jeofizik ölçüm yapılır. Hidrokarbon varlığı ve türümü belirlenen bir havzada, jeofizik ölçümler ve bu ölçümlerin jeolojik değerlendirmelerine göre, bir kapan/rezervuar yapısı tespit edilmeye çalışılır. Eğer, kaynak kayalardan türemiş olan hidrokarbonların kapanlanmış/birikmiş olabileceği bir kapan/rezervuar yapısı belirlenebilirse sondaj çalışmalarına başlanır. Sondaj çalışmaları sonucunda, üretilebilir bir hidrokarbon rezervuarı tespiti sonrasında da saha üretime alınır.

Özdemir ve diğ. (2022) çalışmasında, jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik veri değerlendirmelerine göre Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı açısından yüksek bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiş ve detay jeokimyasal ve jeofizik arama yapılabilecek hedef alanlar belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Zonguldak ve çevresindeki potansiyel kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarları (beyaz poligonlar) ve Karbonifer yaşlı kömürlü birimlerin yüzeylendiği alanlar (turkuaz renkli poligonlar) (Özdemir ve diğ., 2022)

Günümüzde, suda ve toprakta Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH) analizi, hidrokarbon arama amacıyla bir jeokimyasal analiz yöntemi olarak kullanılmaya başlanılmıştır (Özdemir, 2019a-c; Özdemir ve diğ., 2020a-c; Palabıyık ve Özdemir, 2020; Özdemir ve Palabıyık, 2020c; Palabıyık ve diğ., 2020a,b; Özdemir ve diğ., 2021a,b; Özdemir ve Palabıyık, 2022; Özdemir ve Şahinoğlu, 2022). Dolayısıyla, bu bildiri de ülkemizin işletilen önemli ve büyük rezervli kömür yataklarının bulunduğu Zonguldak ili ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı potansiyelini araştırmak amacıyla suda ve toprakta TPH analizinin kullanılabilirliği incelenmiştir. Yöntemin kullanılması durumunda, faydalı sonuçlar elde edilebileceği kanaatine ulaşılmıştır.

2. SUDA VE TOPRAKTA TPH ANALİZİ

Yüzey suları, yeraltı suları, petrol ve doğalgaz sahalarındaki üretilmiş sularda ve topraklardaki hidrokarbon içeriğinin belirlenmesi amacıyla kullanılan TPH analizleri, çevre mühendisliği uygulamalarında standartlaşmış bir analizdir. TPH değeri, yeraltı sularının hidrokarbon kirliliği hakkında bilgi vermektedir. Birçok çalışma ve standartta sular için TPH sınır değerleri önerilmiştir (Tablo 1). Yüzey ve yeraltı suları için önerilen TPH sınır değerleri Tablo 1'deki değerleri aşan yüzey ve yeraltı suları, hidrokarbonca zengin sulardır (Özdemir, 2018). Sudaki TPH konsantrasyonlarını belirlemek için gaz kromatografi (GC) analizleri yapılmaktadır. Suda TPH tayininde, TS EN ISO 9377-2, 2000 sayılı *Hidrokarbonların Tayini - Bölüm 2: Çözücü Ekstraksiyonu ve Gaz Kromatografi Yöntemi* standart testi kullanılmaktadır (diğer yöntemler: EPA Metot 1664 ve ASTM D7678-11).

Tablo 1. Yüzey ve yeraltı suları için önerilen TPH sınır değerleri

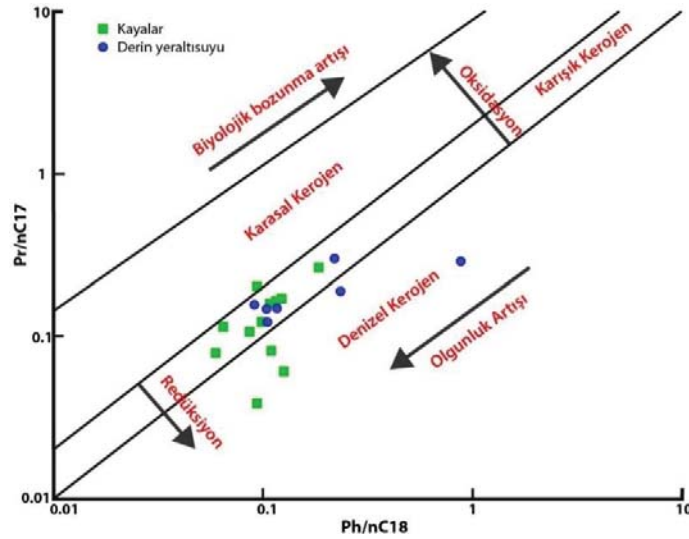
TPH (mg/l)	Referans
< 0.05	Liu ve diğ. (2018)
< 0.1	Zemo ve Foote (2003)
< 0.5	Özdemir (2018)
< 0.2	Tarım ve Orman Bakanlığı (2004a), Türkiye Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (EK-5, Tablo 2: Yağ ve Gres)
< 0.02	Tarım ve Orman Bakanlığı (2004b), Türkiye Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (EKLER, Tablo 1: Yağ ve Gres)

Topraklar ve sedimanlar için birçok standartta, TPH sınır değerleri önerilmiştir (US-EPA, 2009; Yang ve diğ., 2015; Dumitru ve Vladimirescu, 2017; Merchán-Rivera, 2017; Sari ve diğ., 2018). Ancak, bu standartlardaki izin verilebilir kirlilik değerleri, petrol üretim alanlarının ve rafinerilerin bulunduğu bölgelerdeki topraklar ve sedimanlar için geçerlidir ve yüksek değerlerdir. Bu sınır değerler, toprağın hidrokarbonlardan temizlenmesi için gerekli olan değerlerdir. Masoud ve diğ. (1996) tarafından, sedimanlar için doğal sınır değerler önerilmiş ve sınıflandırılmıştır. Onların çalışmasına göre, topraklar ve sedimanlar için doğal TPH sınır değeri 6 mg/kg olarak alınabilir. Sudaki TPH konsantrasyonlarını belirlemek için gaz kromatografi (GC) analizleri yapılmaktadır. Genel olarak, EN 14039 vb. standart testi kullanılmaktadır. TPH analizinde, yüzey ve yeraltı sularından ve topraklardan alınan numunelerdeki hidrokarbonlar ayrılmakta ve numunedeki TPH miktarı tayin edilmektedir.

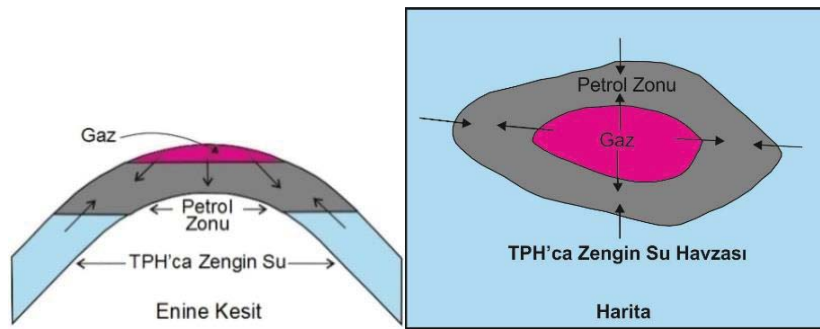
3. HİDROKARBON ARAMADA SUDA VE TOPRAKTA TPH ANALİZİ

Eymold ve diğ. (2018), ankonvansiyonel gaz içeren havza formasyonları üzerindeki sığ yeraltı sularının hidrokarbonlarca zengin olduğunu belirlemişlerdir. Hidrokarbonlarca zengin bu sulardaki hidrokarbonların, derindeki kaynak kayalardan sığ akiferlere göç ettiğini belirtmişlerdir. Kreuzer ve diğ. (2018), petrollü havzalardaki fayların, jeolojik zaman boyunca hidrokarbonlarca zengin suların kaynak kayalar üzerindeki akiferlere taşınmasını kolaylaştırdığını ve sığ yeraltı sularının jeokimyasını

etkileyerek bu sulara hidrokarbon zenginleşmesine sebep olduğunu belirtmişlerdir. Dultsev ve Chernykh (2020), hidrokarbon birikimlerinin çevresindeki hidrokarbonlarca zengin suların, petrol ve doğalgaz birikimlerini aramak için çok iyi bir jeokimyasal araç olduğunu ifade etmişlerdir. Güncel çalışmalarda kaynak kaya ve gaz numuneleri üzerinde yapılan tüm organik jeokimyasal analizlerin, suda TPH analizi ile belirlenen petrol hidrokarbonlarınca zengin yüzey ve yeraltı suları ile topraklar üzerinde de uygulanabildiği, aynı havzalarda/bölgelerde aynı analiz ve yorumlama sonuçlarına ulaşıldığı belirlenmiştir (Şekil 2) (Özdemir, 2018; Liu ve diğ., 2018; Özdemir, 2019a-c; Özdemir ve diğ., 2020a-c; Palabıyık ve Özdemir, 2020; Özdemir ve Palabıyık, 2020c; Palabıyık ve diğ., 2020a,b; Özdemir ve diğ., 2021a,b; Özdemir ve Palabıyık, 2022a,b; Özdemir ve Şahinoğlu, 2022). Bu çalışmalara göre, bir bölgede çalışan bir petrol sisteminin (yeraltında hidrokarbon türeten petrol ve doğalgaz kaynak kayaları ve/veya rezervuarının/rezervuarlarının) var olması durumunda, o bölgedeki yeraltı sularının olgun petrol hidrokarbonlarınca zengin olması beklenmelidir (Şekil 3).



Şekil 2. Aynı bölgeden alınan kaynak kaya ve derin yeraltısuyu numunelerinin Pr/n-C17-Ph/n-C18 diyagramı (Liu ve diğ., 2018) (Pr: Pristan ve Ph: Fitan izoprenoid hidrokarbonlar, n-C17 ve n-C18: n-alkanlar)

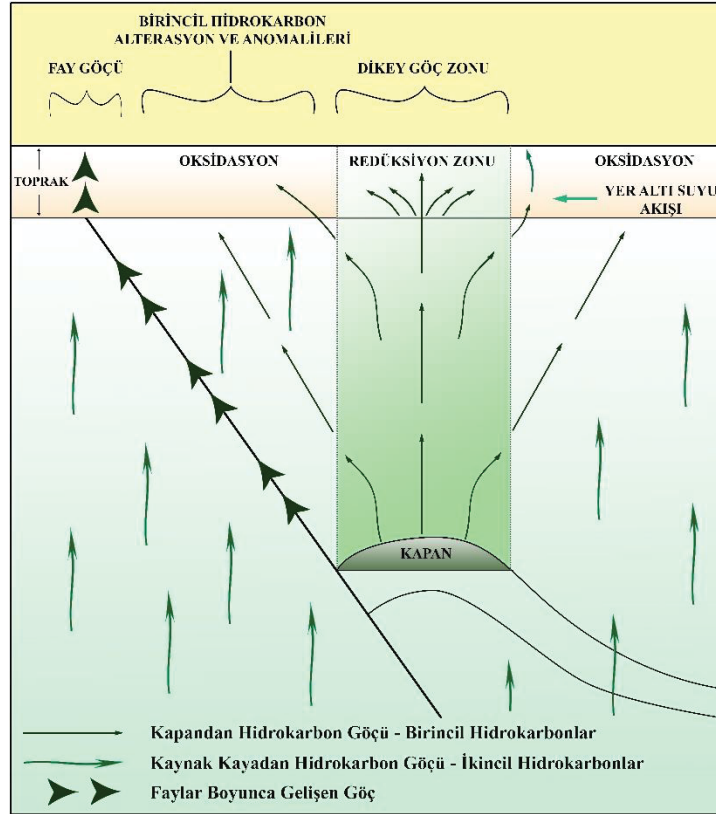


Şekil 3. Birincil yöntemlerle üretim yapılan antiklinal bir rezervuarın bileşenleri (Özdemir, 2018).

Hidrokarbon arama çalışmalarının ana hedefi, karmaşık arazi koşullarındaki gizli petrol ve doğalgaz rezervuarlarının tahminidir. Sondaj ile elde edilen bilgiler, bu konuda kritiktir. Çünkü sondaj, petrol ve doğalgaz kapanları hakkında doğrudan bilgi vermektedir. Fakat sondaj verileri, sadece yapıldığı lokasyondaki jeolojik özellikler hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu durumda, jeokimyasal arama yöntemleri petrol ve doğalgaz arama verimliliğini artırmak ve arama maliyetlerini azaltmak için en etkin yöntemlerdir. Çünkü, jeokimyasal yöntemler ile belirlenen bileşenler, sadece petrol ve doğalgaz birikimleri ile birlikte bulunurlar veya onlardan türemişlerdir. Dolayısıyla, jeokimyasal arama çalışmalarından elde edilecek veriler havzada ve/veya kapanlarda petrol ve doğalgaz bulunduğu kanıtlarıdır. Ön jeolojik ve jeokimyasal arama yöntemlerinden elde edilen bu veriler ile anomali haritaları oluşturmak (jeofizik ölçümler ve/veya sondajlar için hedef alanlar) suretiyle bakir sedimanter havzalarda petrol ve doğalgaz aramacılığı yapmak sektörde bugüne kadarki elde edilen tecrübelerin de bir sonucudur. Pirson (1942) farklı arama yöntemleri için keşif başarı oranlarını belirlemiştir: rastgele sondaj % 5.8; jeoloji % 8.2; jeofizik % 14.9 ve jeokimya % 57.8. Bu nedenle, petrol ve doğalgaz arama faaliyetlerinde çalışma alanında hidrokarbon varlığının kanıtlanabilmesi ve arama faaliyetine (jeofizik ve sondaj) devam edilebilmesi için jeokimyasal anomalilerin ortalama değerlerden yüksek olması oldukça önemlidir.

Petrol ve doğalgaz sektöründe arama faaliyetleri, organik jeokimyasal verilerle kaynak kaya ve sismik ölçüm verileri ile yapı (kapan) hedefli olarak yürütülmektedir. Yaklaşık 100 yıllık arama sürecinde uygulanan bu yöntemlerden elde edilen verilerle, ekonomik rezervuar keşfi başarı oranı % 10-20 düzeyindedir. Petrol ve doğalgaz rezervuarları içeren havzaların yüzey ve yeraltı sularındaki ve topraklardaki hidrokarbon zenginleşmesinin sebebinin, derinlerdeki olgunlaşmış kaynak kayalardan ve/veya petrol ve doğalgaz rezervuarlarından jeolojik olaylar (tektonik, volkanik vb.) etkisi ile yüzeye ve yüzeye yakın bölümlere göç eden hidrokarbonlarca zengin rezervuar suları ve hidrokarbonlar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Bu yakın ilişki, soğuk ve sıcak yüzey ve yeraltı sularında ve topraklarda yapılacak TPH analizleri ile petrol ve doğalgaz potansiyeli bilinmeyen bir havzanın potansiyelinin değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, hidrokarbonlarca zengin yüzey ve yeraltı suları ile toprakların, çalışan bir petrol sistemine işaret etmesi, ekonomik petrol ve doğalgaz rezervuarlarının yerlerini belirlemek için kaynak kayalardan daha hassas bir izleyici olmalarına, bu özellikleriyle de kullanışlı ve kolay erişilebilir bir araç olarak değerlendirilebileceği anlaşılmıştır. Günümüzde bir petrol ve doğalgaz arama faaliyeti, arama yapılan bölgedeki kaynak kaya ve gaz numuneleri üzerinde yapılan organik jeokimyasal analizlerle başlamaktadır. Kaynak kaya ve gaz numuneleri üzerinde yapılan tüm organik jeokimyasal analizler, hidrokarbonlarca zengin sular ve topraklar üzerinde de uygulanabilmektedir. Hidrokarbonlarca zengin bu sular ve topraklar, kaynak kayaların mostra vermediği (yüzeyde görülmediği) örtülü (Türkiye kara alanlarının büyük bir çoğunluğu gibi) veya kaynak kayaların tükenmiş/tüketilmiş olduğu havza/bölgelerde ise, petrol ve doğalgaz aramak için rakipsiz bir jeokimyasal araç olabilir. Özellikle, aktif tektonik (dinamik olarak “hareketli” ve “dengesiz”) ve jeolojik olarak karmaşık havzalarda yapılacak petrol ve doğalgaz aramaları için,

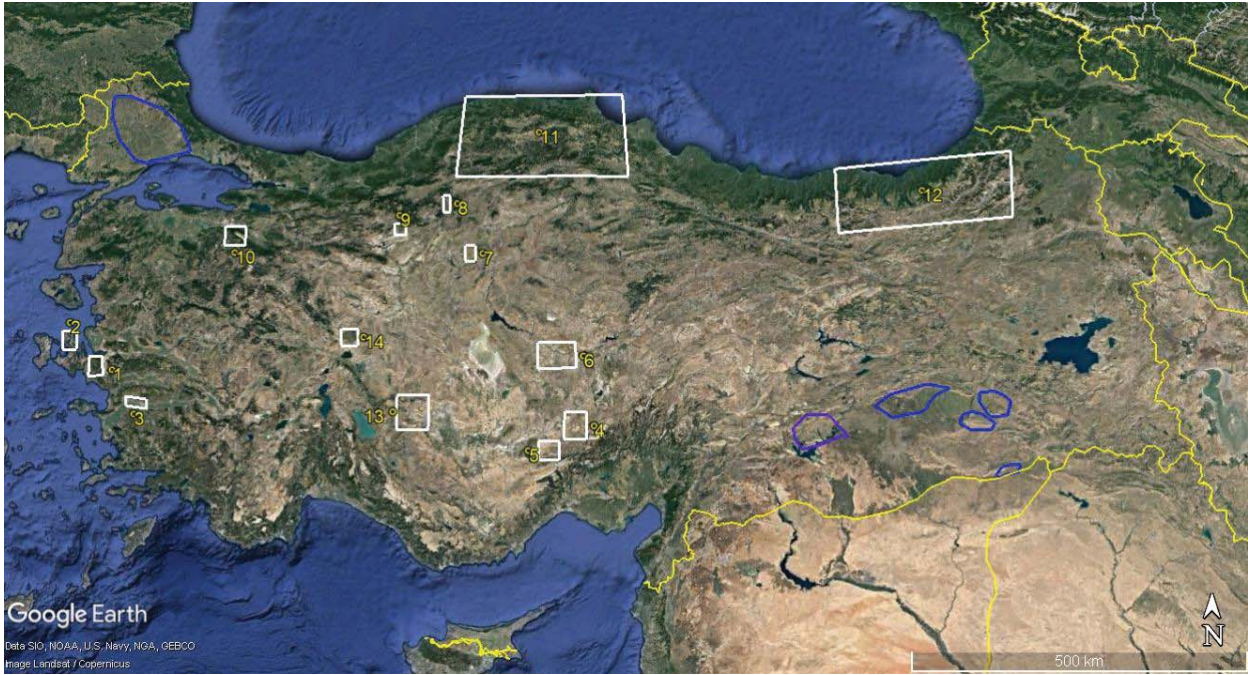
kaynak kaya hedefli organik kaya ve gaz jeokimyası yerine rezervuar hedefli suda ve toprakta TPH analizinin kullanılması bir alternatif olarak düşünülebilir. Çünkü, yöntem birçok sayıda su kaynağının (soğuk ve sıcak su kaynakları ile kuyuları) bulunduğu alanlarda/bölgelerde ve topraklarda, jeokimyasal açıdan numune zenginliği sayesinde çalışan bir hidrokarbon sisteminin birçok numune üzerinden güvenilir bir şekilde kanıtlanmasının sağlanması gibi önemli bir avantaj sunabilir (Özdemir ve Palabıyık, 2020a ve 2020c; Özdemir ve diğ., 2020a-c; Palabıyık ve Özdemir, 2020; Palabıyık ve diğ., 2020a,b; Özdemir ve diğ., 2021a,b; Özdemir ve Palabıyık, 2022a,b).



Şekil 4. Çalışan bir petrol-doğalgaz sisteminden göç eden hidrokarbonların ve hidrokarbonlarca zengin rezervuar sularının, ortamdaki sığ su ve toprakların kimyasal bileşiminde tanımlanabilir hidrokarbon zenginleşmesine sebep olarak hidrokarbonlarca zengin su ve toprakları oluşturma modeli (Potter II ve diğ., 1996'dan).

Palabıyık ve Özdemir (2019), ülke genelindeki birçok petrol ve gaz sızıntısının varlığı nedeniyle, arama faaliyeti açısından dünyanın halen en bakir ülkelerinden birisi olan Türkiye'nin önemli bir petrol ve doğalgaz potansiyeline sahip olduğunu öne sürmüşlerdir. Özdemir ve Palabıyık (2020a), paleocoğrafik ve paleotektonik verilere göre Türkiye'nin Paleozoyik-Miyosen aralığında oluşmuş zengin bir petrol ve doğalgaz kaynak kaya varlığına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Özdemir ve Palabıyık (2020b), ofiyolitler ile petrol ve doğalgaz kaynak kayası oluşumunun birbiriyle yakın ilişkili olduğunu da ifade etmişlerdir. Bu nedenle, ülke genelinde geniş bir ofiyolit varlığı bulunan Türkiye'nin kara alanlarının önemli bir petrol ve doğalgaz potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye'nin petrol ve doğalgaz

potansiyeli ile ilgili öncel çalışmaları (Palabıyık ve Özdemir, 2019; Özdemir ve Palabıyık, 2020a,b) referans alan Özdemir (2019a-c), Özdemir ve diğ. (2020a-c), Palabıyık ve Özdemir (2020), Özdemir ve Palabıyık (2020c), Palabıyık ve diğ. (2020a,b), Şahinoğlu ve diğ. (2020a,b), Özdemir ve diğ. (2021a,b) ve Özdemir ve Şahinoğlu (2022) çalışmalarında ise, inceleme alanlarından toplanan su ve toprak numunelerinde yapılan TPH analizlerinde su ve toprak numunelerinin tamamında olgun petrol hidrokarbonları belirlenmiştir (Şekil 5 ve Tablo 2). Bu çalışmalarda, bu olgun petrol hidrokarbonları, tespit edildikleri alanlardaki çalışan petrol ve doğalgaz sistemleri ve/veya hidrokarbon rezervuarlarının varlığı için jeokimyasal bir kanıt olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Türkiye’de son yıllarda yapılan çalışmalarda, yüzey ve yeraltı suları ile topraklarda olgun ve aşırı olgun petrol hidrokarbonları varlığının jeokimyasal olarak kanıtlanmış olduğu bölgeler (Özdemir ve Palabıyık, 2020a ve 2022b’den). 1: Seferihisar Yükselimi (İzmir), 2: Karaburun Yarımadası (İzmir), 3: Büyük Menderes Grabeni (Aydın), 4: Ulukışla Havzası (Niğde), 5: Niğde Masifi, 6: Kızılırmak Grabeni (Nevşehir), 7: Hasanoğlan ve Mamak Bölgeleri (Ankara), 8: Kızılcahamam (Ankara), 9: Beypazarı Neojen Havzası (Ankara), 10: Uludağ Masifi (Bursa), 11: Orta Karadeniz, 12: Doğu Karadeniz, 13: Muhsine Grabeni (Konya), 14: Emirdağları (Afyon), mavi poligonlar: ülkemiz kara alanlarındaki petrol ve doğalgaz üretim sahaları. Poligonlar, araştırma yapılan alanların boyutlarını göstermektedir.

Tablo 2. Türkiye’de son yıllarda yapılan çalışmalarda, çalışan bir petrol sistemi (yeraltında hidrokarbon türeten petrol ve doğal gaz kaynak kayaları ve/veya petrol ve doğal gaz rezervuarları) varlığının jeokimyasal olarak kanıtlanmış olduğu havzalar/bölgeler

Havza/Bölge	Su Numunesi Sayısı	Toprak Numunesi Sayısı	Referans
Seferihisar Yükselimi (İzmir)	25	-	Özdemir ve diğ. (2020a)
Karaburun Yarımadası (İzmir)	23	-	Özdemir ve diğ. (2020c)
Uludağ Masifi (Bursa)	24	-	Palabıyık ve diğ. (2020a)
Niğde Masifi	15	-	Özdemir ve diğ. (2021b)
Beypazarı Neojen Havzası (Ankara)	25	-	Özdemir ve diğ. (2021a)
Kızılırmak Grabeni (Nevşehir)	25	-	Özdemir ve diğ. (2020c)
Hasanoğlan ve Mamak Bölgeleri (Ankara)	12	-	Özdemir (2019a,b)
Büyük Menderes Grabeni (Aydın)	14	-	Özdemir (2019c)
Orta Pontidler (Kastamonu - Sinop)	100	50	Palabıyık ve diğ. (2020)
Doğu Pontidler (Trabzon, Gümüşhane, Rize, Artvin, Bayburt)	21	7	Özdemir ve Palabıyık (2020c)
Ulukışla Havzası (Niğde)	31	19	Şahinoğlu ve diğ. (2021b)
Ankara Kuzeyi	69	50	Şahinoğlu ve diğ. (2021a)
Emirdağları (Afyon)	7	7	Özdemir ve Şahinoğlu (2022)

4. ZONGULDAK VE ÇEVRESİNİN KÖMÜR KÖKENLİ DOĞALGAZ REZERVUARI POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ İÇİN SUDA VE TOPRAKTA TPH ANALİZİ UYGULAMA METODOLOJİSİ

TPH analizleri, Şekil 1’de verilen hedef arama alanları üzerindeki ve çevresindeki soğuk ve sıcak yüzey ve yeraltı su kaynaklarından ve topraklardan alınacak numunelerde uygulanabilir. Bu şekilde, TPH analizleri ile hidrokarbonca zengin sular ve topraklar belirlenerek Zonguldak ve çevresindeki kömür kökenli konvansiyonel bir doğal gaz sistemi (yeraltındaki hidrokarbon türeten kömür kaynak kayaları veya doğal gaz rezervuarı veya rezervuarları) için jeokimyasal kanıt bulunmaya çalışılabilir. Su numuneleri, doğal yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarından 1,5 L ölçekli plastik şişelerle, şebeke suyu ile ilişkili olmayan ve arıtılmamış/işlem görmemiş soğuk ve sıcak su kaynaklarından alınmalıdır (Şekil 6). Su numuneleri, standart prosedürlere (ISO 5667-3) göre toplanmalı, muhafaza edilmeli ve laboratuvarında standart yöntemlere (ISO 9377-2) uygun olarak analize tabi tutulmalıdır.

Toprak numuneleri, 0-30 cm arası derinlikten alınmalıdır. Alınan toprak numuneleri, kilitli plastik saklama torbalarına konulmalı ve analiz sonuna kadar bu torbalarda muhafaza edilmelidir (Şekil 7). Toprak numuneleri, standart prosedürlere (ISO 10381, 18400, vb.) uygun olarak toplanmalı, muhafaza edilmeli ve laboratuvarında standart yöntemlere (EN 14039 vb.) uygun olarak analize tabi tutulmalıdır.

Numunelerde buharlaşma veya biyolojik bozunma (biyodegradasyon) gibi hidrokarbon miktarını etkileyebilecek olayları önlemek için, numuneler standartlardaki önerilere göre muhafaza edilmelidir.



Şekil 6. Doğal bir soğuksu kaynağından ölçekli plastik şişelerle su numunesi alınmasından bir görünüm



Şekil 7. Kilitli plastik saklama torbası ile topraktan numune alınması

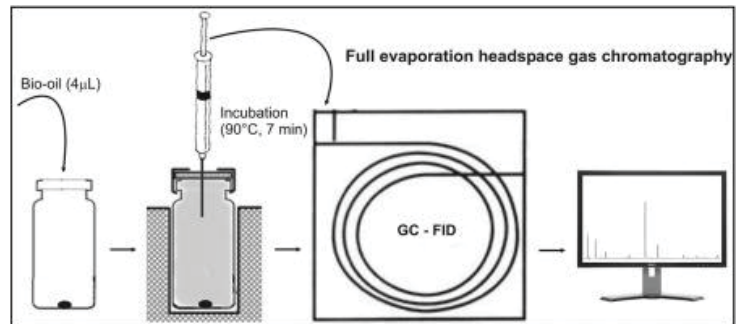
5. ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ LABORATUVAR OLANAKLARI

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölüm laboratuvarlarında kurulu olarak yer alan 3 adet GC oryantasyonu, su ve toprak numunelerinin TPH analizlerinde kullanılabilir. TPH analizlerinde kullanılabilecek bu kromatograf oryantasyonları şu şekildedir.

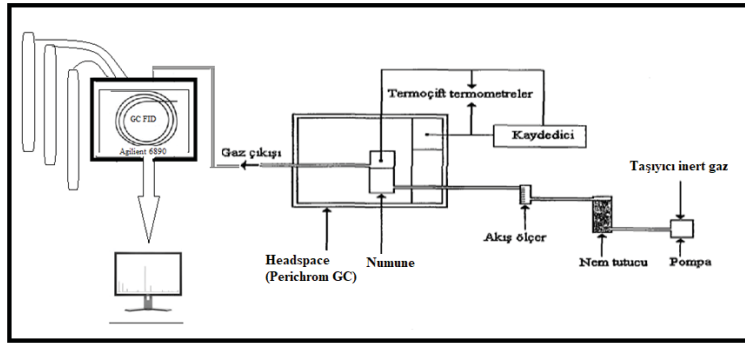
- i. Headspace GC-FID
- ii. GC-TCD (Agilent)
- iii. GC-MS (Perkin Elmer)

Bu oryantasyonlardan, kömür numunelerinin gaz içeriği ve içerdikleri gazların kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla yanı sıra maden polimerlerinin bünyesinde var olabilecek zehirli gazların da belirlenebilmesi amacıyla yönelik olarak kullanılan Headspace GC-FID ekipmanının olası araştırma kapsamında kullanılmasının uygun olacağı öngörülmüştür (Şekil 8 ve 9). Headspace gaz kromatografisi dengeye getirilen bir sıvı veya katı içeren numuneden sıyrılan gazın kromatografteki kolonda (GC) ayrılması esasına dayanmaktadır. Yalnızca en uçucu (en kolayca buharlaşan) maddeler kolona ulaşmaktadır. Bu şekilde, alınan numunelerdeki uçucu gazlar, olası hidrokarbonlar ve olası çalışmanın amaçlarından olan kömür havzasındaki gazların toplanan su ve toprak numunelerinden ayrılarak GC-FID kolonuna ulaşması sağlanabilir ve Flame Ionization Detector (FID) ile belirlenebilir (Şekil 9 ve 10). Dolayısıyla, Headspace gaz kromatografisinin alınan su veya katı toprak numunelerinin TPH içeriğinin tespiti amacıyla kullanılması planlanabilir.

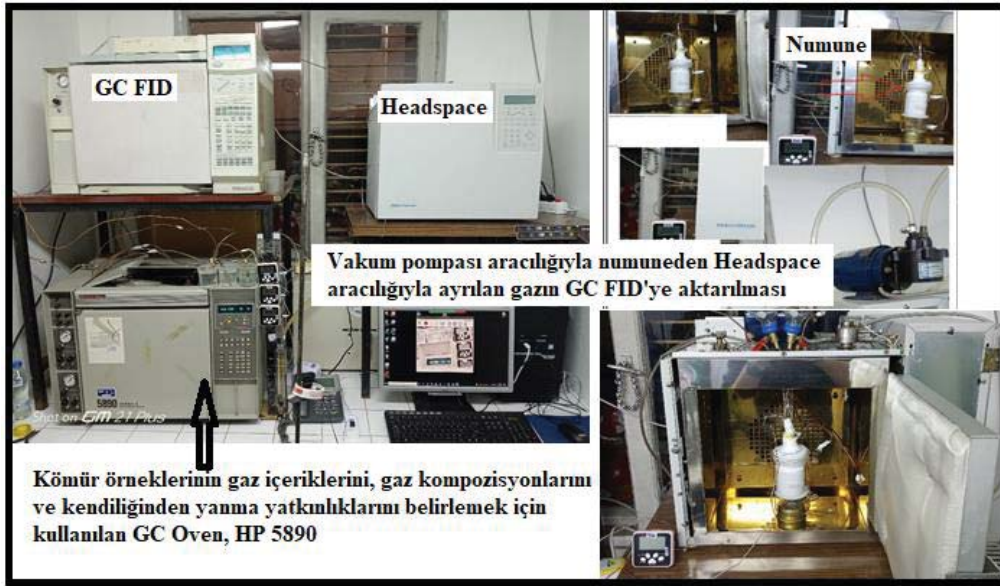
Bahsi geçen bu Headspace GC-FID oryantasyonu, yanında bölüm laboratuvarlarında GC-TCD (Agilent HP 7890) ve GC-MS (Perkin Elmer) konfigürasyonları da mevcuttur (Şekil 11). GC ile TPH analiz yöntemine ek olarak Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü bünyesindeki laboratuvarlarda, toplanabilecek numuneler (katı ve sıvı; toprak ve doğal kaynak suyu) öncelikli olarak Headspace GC FID ile olası başarısızlık durumunda ise, GC-TCD ve GC-MS konfigürasyonlarıyla analiz edilerek ve numune lokasyonları eşliğindeki analiz sonuçları birlikte değerlendirilerek yapılacak sondaj(lar) öncesi çalışmalar tamamlanabilir. Bunun yanı sıra, belirlenen sahalarda yapılacak jeofizik ölçümlerle bu bulgular desteklenebilir. Dolayısıyla, yapılması muhtemel bir çalışmada mevcut olan araştırma alanındaki gaz varlığı birçok yönden incelenerek (gerek laboratuvar analizleri gerekse jeofizik araştırmalar) son aşamadaki sondaj lokasyonlarının belirlenmesi için detaylı bir veri havuzunun oluşturulması amaç edinilebilir.



Şekil 8. Uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi için üst boşluk gaz kromatografik (HS-GC) yönteminin şematik bir temsili (Lima ve diğ., 2018'in grafik özetinden uyarlanmıştır)



Şekil 9. Headspace GC FID oryantasyonuna ait şematik gösterim



Şekil 10. Bölüm laboratuvarında bulunan Headspace GC FID oryantasyonuna ait görsel.



Şekil 11. Laboratuvarlarda bulunan GC TCD ve GC MS konfigürasyonları

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yeni bir yöntem olan suda ve toprakta TPH analizi, bugüne kadar Zonguldak ve çevresinde kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı aramak için

uygulanmamıştır. Söz konusu tekniğin, Zonguldak ve çevresindeki uygulamasının başarılı olması durumunda, yöntemin ülkemizin diğer kara alanlarında da kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı veya rezervuarlarının tespiti için bir arama yöntemi olarak kullanım potansiyeli de yaygınlaştırılmış olacaktır. Bu şekilde, yöntemin kara alanlarındaki kömür kökenli doğalgaz arama faaliyetlerine getireceği faydalar detaylı bir şekilde tespit edilebilir ve uygulamalarda kullanımına yönelik yenilikçi bir yaklaşım ortaya konabilir. Ayrıca, Zonguldak ve çevresindeki kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı varlığının jeokimyasal ve jeofizik yöntemlerle kanıtlanmasını ve ekonomik bir kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı için sondaj yapılabilecek alan veya alanlarının konumu veya konumları belirlenebilir. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm laboratuvarları, vurgu yapılan TPH analizi başta olmak üzere her türlü GC analizinin yapılabilmesi adına yeterli teknik personel ve cihaz altyapısına sahiptir.

KAYNAKLAR

- Dultsev, F.F., and Chernykh, A.V., 2020. Geochemistry of water-dissolved gases of oil-and-gas bearing deposits in Northern and Arctic Regions of Western Siberia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 459, 042024, doi:10.1088/1755-1315/459/4/042024
- Dumitru, M. and Vladimirescu, A., 2017. Loads limits values of soils with petroleum hydrocarbons. Geophysical Research Abstracts, 19, EGU2017-12351
- Eymold, W.K., Swana, K., Moore, M.T., Whyte, C.J., Harkness, J.S., Talma, S., Murray, R., Moortgat, J.B., Miller, J., Vengosh, A., and Darrah, T.H., 2018. Hydrocarbon-rich groundwater above shale-gas formations: A Karoo basin case study. Groundwater, 56(2), 204-224
- Kreuzer, R.L., Darrah, T.H., Grove, B.S., Moore, M.T., Warner, N.R., Eymold, W.K., and Poreda, R.J., 2018. Structural and hydrogeological controls on hydrocarbon and brine migration into drinking water aquifers in Southern New York. Groundwater, 56(2), 225-244
- Lima, N.K., Lopes, A.R., Guerrero Jr, P.G., Yamamoto, C.I., Hansel, F.A., 2018. Determination of volatile organic compounds in eucalyptus fast pyrolysis bio-oil by full evaporation headspace gas chromatography. Talanta, 176, 47-51
- Liu, S., Qi, S., Luo, Z., Liu, F., Ding, Y., Huang, H., Chen, Z., Cheng, S., 2018. The origin of high hydrocarbon groundwater in shallow Triassic aquifer in Northwest Guizhou, China. Environmental Geochemistry and Health, 40(1), 415-433
- Massoud, S., Al-Abdali, F., Al-Ghadban, A.N. and Al-Sarawi, M., 1996. Bottom sediments of the Arabian Gulf II: TPH and TOC contents as indicators of oil pollution and implications for the effect and fate of the Kuwait oil slick. Environmental Pollution, 93(3), 271-284
- Merchán-Rivera, P., 2017. Assessment of contamination by petroleum hydrocarbons from oil exploration and production activities in Aguarico, Ecuador. Study Project, Technical University of Munich, 48 p.
- Özdemir, A., 2019a. Hasanoğlan (Ankara) petrol sisteminin organik hidrojeokimyasal kanıtları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(6), 748-763
- Özdemir, A., 2019b. Mamak (Ankara) çalışan petrol sisteminin jeokimyasal kanıtı olarak olgun hidrokarbonlarca zengin sular ve bölgedeki potansiyel kapan alanı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17, 244-260
- Özdemir, A., 2019c. Büyük Menderes grabeni (Batı Anadolu) Neojen öncesi petrol sisteminin organik hidrojeokimyasal kanıtları ve potansiyel kapanlar. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 325-354
- Özdemir, A. ve Palabıyık, Y., 2020a. Türkiye'nin Paleozoyik - Miyosen jeolojik zaman aralığındaki petrol ve doğalgaz kaynak kaya varlığının paleocoğrafik ve paleotektonik veriler ışığında kapsamlı bir değerlendirmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 20, 120-146

- Özdemir, A. ve Palabıyık, Y., 2020b. Petrol ve doğalgaz kaynak kayası, ofiyolitler, manto sorgucu ve toplu yokolma arasındaki ilişkilere göre Türkiye'nin petrol ve doğalgaz potansiyeli. 4. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 28-30 Eylül 2020, 428-440
- Özdemir, A. ve Palabıyık, Y., 2020c. Doğu Pontidler'de olasılıkla Jura-Kretase riftleşmeleri ile ilişkili hidrokarbon oluşumu ve türümü için bulgular. 4. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 28-30 Eylül 2020, 390-398
- Özdemir, A., Karataş, A., Palabıyık, Y., Yaşar, E., and Şahinoğlu, A., 2020a. Oil and gas exploration in Seferihisar Uplift (Western Turkey) containing an operable-size gold deposit: Geochemical evidence for the presence of a working petroleum system. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 6(1), Doi: 10.1007/s40948-020-00152-2
- Özdemir, A., Karataş, A., Palabıyık, Y., and Şahinoğlu, A., 2020b. Reservoir-targeted oil and gas exploration in the Karaburun Peninsula (Western Turkey). *International Journal of Energy and Engineering Sciences*, 5(2), 115-145
- Özdemir, A., Palabıyık, Y., Karataş, A. ve Şahinoğlu, A., 2020c. Suda Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH) analizi ile Kızılırmak Grabeni'nin (Nevşehir) hidrokarbon potansiyelinin araştırılması. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, 115-136
- Özdemir, A., Palabıyık, Y., Karataş, A. ve Şahinoğlu, A., 2021a. Suda Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH) analizi ile bölgesel gravite ve havadan manyetik verileri kullanılarak rezervuar hedefli petrol ve doğalgaz arama: Beypazarı Neojen Havzası'ndan bir çalışma. *Mühendislik ve Yerbilimleri Dergisi*, 6(1), 1-28
- Özdemir, A., Sahinoğlu, A., Palabıyık, Y., and Karataş, A., 2021b. Reservoir-targeted oil and gas exploration in metamorphic and magmatic rocks of the Niğde Massif (Central Anatolia, Turkey). *Journal of Scientific Reports-A*, 47, 1-26
- Özdemir, A., Palabıyık, Y., Özer, Ç., Kalkan, E., Erdoğan, Y., Yılmaz, S., Toroğlu, İ., Bilen, M., Duru, H., 2022. Zonguldak ve çevresinin kömür kökenli konvansiyonel doğalgaz rezervuarı potansiyeli: Jeolojik ve jeofizik yöntemlerle bir değerlendirme. *Türkiye 22. Uluslararası Kömür Kongresi ve Sergisi (ICCET 2022)*, 29-30 Eylül 2022, Zonguldak (incelemede)
- Özdemir, A. and Palabıyık, Y., 2022a. A new method for geochemical prediction of the existence of petroleum reservoirs in magmatic and metamorphic rocks. *Proceedings of the 2021 International Petroleum and Petrochemical Technology Conference*, 8 - 10 June 2021, Beijing, China, 694-702
- Özdemir, A. and Palabıyık, Y., 2022b. Geochemical assessment methods of outcropped metasedimentary/metamorphic and deeply buried sedimentary oil and gas source rocks by hydrocarbon-rich waters and soils. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 4(2), 189-205
- Özdemir, A. ve Şahinoğlu, A., 2022. Emirdağlarında (Afyon) hidrokarbon oluşumu ve türümü için ilk bulgular. *Karadeniz 9. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 25-26 Haziran 2022, Artvin (baskıda)
- Palabıyık, Y. ve Özdemir, A., 2019. Oil and gas seeps in Turkey: A review. VII. Uluslararası Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 15 - 17 Kasım 2019, Ankara, 726-740
- Palabıyık, Y. ve Özdemir, A., 2020. Türkiye'de petrol ve doğalgaz aranması için suda TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) analizinin kullanımı: Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'dan örnek çalışmalar ve önemli sonuçlar. *Türkiye IV. Bilimsel ve Teknik Petrol Kongresi*, 18-20 Kasım 2020, Ankara, 410-422
- Palabıyık, Y., Özdemir, A., Şahinoğlu, A., ve Karataş, A., 2020a. Uludağ Masifi'nin (Bursa) petrol ve doğalgaz potansiyelinin yeni bir jeokimyasal yöntemle değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(1), 45-66
- Palabıyık, Y., Özdemir, A., Karataş, A. ve Özyağcı, M., 2020b. Kastamonu ve Sinop (Orta Karadeniz) Civarının Petrol ve Doğal Gaz Potansiyelinin Suda TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) Analizi Kullanılarak Belirlenmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi*, Proje No: MGA-2020-42587 (devam ediyor)

- Pirson, S.J. 1942. Theoretical and economic significance of geodynamic prospecting. *World Petroleum*, 13(4), 38-42
- Sari, G.L., Trihadiningrum, Y., Ni'matuzahroh, N., (2018). Petroleum hydrocarbon pollution in soil and surface water by public oil fields in Wonocolo Sub-district, Indonesia). *Journal of Ecological Engineering*, 19(2), 184-193
- Şahinoğlu, A., Özdemir, A., Palabıyık, Y., Karataş, A., Yaşar, E., 2021a. Ankara Kuzeyinin Petrol ve Doğalgaz Potansiyelinin Suda ve Toprakta TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) Analizi ile Araştırılması. İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Proje No: ID: BAP2019-02
- Şahinoğlu, A., Özdemir, A., ve Yaşar, E., 2021b. Ulukışla Havzası'nın (Niğde) Petrol ve Doğalgaz Potansiyelinin Suda ve Toprakta TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) Analizi ile Araştırılması. İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (devam ediyor)
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2004a. Türkiye Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm>
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2004b. Türkiye Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.7221&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch>
- US-EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2009. Soil Hazard Categorization and Management. Industrial Waste Resource Guidelines (IWRG621). <https://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/iwrg621>
- Yang, Z. H., Lien, P.J., Huang, W.S., Surampalli, R.Y., and Kao, C.M., 2015. Development of the risk assessment and management strategies for TPH-contaminated sites using TPH fraction methods. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HZ.2153-5515.0000290](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000290)
- Zemo, D.A. and Foote, G.R., 2003. The technical case eliminating the use of the TPH analysis in assessing and regulating dissolved petroleum hydrocarbons in groundwater. *Ground Water Monitoring & Remediation*, 23(3), 95-104

KDZ. EREĞLİ - ZONGULDAK AÇIKLARINDA TOPLANAN 2B SİSMİK VERİNİN ÖNCEL JEOLJİK YORUMLAMA SONUÇLARI

PRELIMINARY RESULTS OF 2D SEISMIC OFF-SHORE DATA OBTAINED FROM EREĞLİ-ZONGULDAK

**Özgür Türkmen*, Ayşe Güngör, Pir Çağatay Kartal, Güniz Büşra
Yalçın, Ayhan Yavuzoğlu, Hamza Birinci, Uğur Zeki Kırat**

MTA Deniz Arş. D. Bşk.

ÖZET Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'nün planlı deniz araştırma faaliyetleri kapsamında TTK'nın talepleri doğrultusunda 2019 yılında Kozlu ve Armutçuk açıklarında yapılan çalışmada 9 adedi Kozlu (Zonguldak) açıklarında, 11 adedi Armutçuk (Zonguldak) açıklarında olmak üzere toplam yirmi adet sismik hatta 74 km 2-boyutlu çok kanallı deniz sismiği verisi toplanmıştır. Verilerin MTA Deniz Araştırmaları Veri-İşlem merkezinde PROMAX yazılımı ile yapılan veri işleme akabinde MTA Sismik Yorumlama Laboratuvarında Petrel yazılımı kullanılarak yorumlanması gerçekleştirilmiştir. Pontidlerin yükselmesiyle tetiklenen sıkışma, gerek Armutçuk gerekse Kozlu sahalarında ters fayların varlığıyla gözlenmektedir. Buna ek olarak her iki çalışma alanında da, basen açan normal fayların varlığı gözlemlenmiştir. Bu fayların Zonguldak kömür havzasının denize uzanımının sınırlarını belirlediği düşünülmektedir. Her iki sahada da sıkışmalı rejim etkisinde oluşan ters faylar, basen açan normal fayları basamak olarak kullanıp daha yüksek yapısal seviyeye çıkarak rampa geometrisi oluşturduğu düşünülmektedir. Ayrıca yine her iki sahada da sismiklerde gaz çıkışlarına işaret eden faz değişimleri gözlenmektedir.

* ozgur.turkmen@mta.gov.tr

1. GİRİŞ

Zonguldak Taşkömürü Havzası kömürlerinin denizel ortamda devamlılığının incelenmesi amaçlanan proje kapsamında; Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Genel Müdürlüğünün Akçakoca Cide arasında Havza-i Fahmiye ve (açık deniz alanlarında?) talep ettikleri ihtiyaçlara cevap verilmesi de planlanmıştır. Bu amaçla proje çalışmaları TTK Genel Müdürlüğü ile sağlanan koordinasyon neticesinde planlanarak gerçekleştirilmiştir.

16.01.2018 tarihinde TTK Genel Müdürlüğü ile Dairemiz arasında yapılan toplantı neticesinde, TTK Genel Müdürlüğü'nden aşağıdaki talep ve ihtiyaçlar iletilmiştir;

- Deniz altında çalışacak kömür panolarının üst kotları ile deniz tabanı arasındaki kot farkının bilinmesi amacıyla denizaltı taban topoğrafyasının ortaya çıkarılması,
- Deniz altındaki fay zonlarının durumlarının (doğrultu, eğim ve atımlarının) ve karadaki faylarla ilişkilerinin belirlenmesi,
- Deniz tabanını oluşturan birimlerin litoloji, yaş, su ve gaz içeriklerinin ortaya konması,
- Deniz tabanı altında kömürlü serilerin bulunduğu alanların ve sınırlarının belirlenmesi,
- Deniz tabanı altına uzanan kömür damarlarının özelliklerinin (mekanize kömür üretimi ve CBM (kömür yatağı gazı) üretimi açısından) belirlenmesi,
- Günümüzde Armutçuk bölgesinde aktif kömür üretimi yapılmaktadır. Bölgede bulunan yaklaşık D-B doğrultulu senklinalin batı ucundaki 1. Blokta mevcut kömürlü serilerin deniz altındaki uzanımının belirlenmesi,
- Senklinalin devamında kuzeyde deniz tabanı altında bulunan antiklinalin varlığının araştırılması.

Yapılacak tespitler 1. Blok rezervlerinin üretilmesi için yapılması planlanan Armutçuk Yeni Kuyu (924 m uzunlukta ve 7 m çapta) ve işletme karo sahası yatırımlarının yapılıp yapılmamasına karar verilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, Zonguldak taşkömürü havzası içerisinde yer alan Kozlu (kuzey çalışma alanı) ve Armutçuk (güney çalışma alanı) açıklarında toplam 20 sismik hatta 74 km iki boyutlu sismik veri toplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1- Çalışma alanı yer bulduru haritası.

Bu iki sahada, R/V Oruç Reis gemisinin draftının izin verdiği ölçüde kıyı çizgisine yaklaşılarak karada gözlemlenen kömürlü formasyonların denize uzanımlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle TTK Genel Müdürlüğü'nün talepleri doğrultusunda Kozlu ve Kandilli Müessesesi sınırları içerisinde halen denizaltında bulunan veya ileride deniz altında üretim yapılacak panoların bulunduğu kıyı ötesi şelfinde Kuruluşun işletmecilik açısından öncelikli taleplerini etüd etmek, bunun yanısıra batı Karadeniz boyunca başta Zonguldak, Bartın ve Kandilli kent merkezlerinin odaklandığı yüzeylemiş Karbonifer pencerelerinin deniz tabanındaki devamlılıklarının saptanması amaçlanmıştır.

Çalışma alanının jeolojisi, Erken Devoniyen – Erken Kretase açılma öncesi safhası, Apsiyen- Eosen açılma safhası ve Eosen sonrası açılma sonrası safhası olarak üç ana dönemde incelenebilir.

Çalışmanın hedefini oluşturan Zonguldak kömürleri bu safhalardan açılma öncesine denk gelmekte olup Yılanlı Formasyonu (Orta Devoniyen), Alacağzı Formasyonu (Namuriyen), Kozlu Formasyonu (Vestfaliyen A) ve Karadon Formasyonu (Vestfaliyen BCD) ile temsil edilmektedir.

2. METODOLOJİ

2.1 Jeofizik Veri İşlem

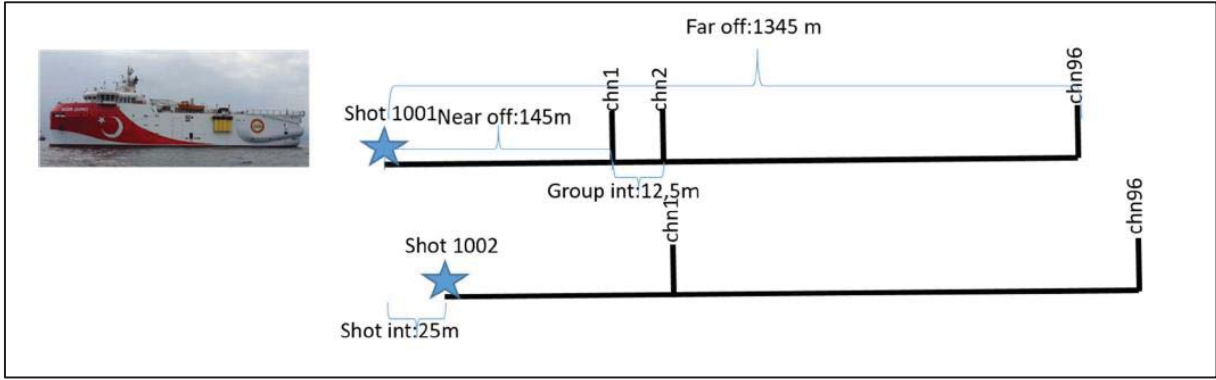
Yapılan sismik veri işlemin amacı, 2 boyutlu (2B) zaman ve uzaklık ortamında toplanan sismik hatların sinyal/gürültü (signal/noise) oranının artırılarak yorumlanabilir kesit haline getirilmesidir. Sismik kesitlerin veri işlemleri MTA

Deniz Araştırma Dairesi Veri İşlem Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Veri işlemi yapılan sismik hatların listesi Tablo 1’de, sismik yer bulduru haritası Şekil.1’de, veri toplama parametreleri Tablo 1’de yer almaktadır. Ancak yapılan incelemelerde gemiden gönderilen verilerin formatları standart SEG Y formatının dışında olduğu ve elimizdeki QC raporu, “observer log”u bilgilerinin eksik ve çelişkili olması, SEG Y formatında değil SEG D format halinin yeniden kasetlerden okutulmasını zaruri hale getirmekle beraber mevcut koşullarda kaset okuyucudan okutulması mümkün olmamıştır. Observer logdaki kayıt parametrelerindeki çelişkilerden biri olan yakın offset bilgisi observer logta 100 m olarak yer almasına rağmen SEG Y okumalarında 145 m olduğu görülmüştür ve QC ekibiyle irtibat sağlanarak geometri yükleme aşamasında 145 m olarak girilmiştir.

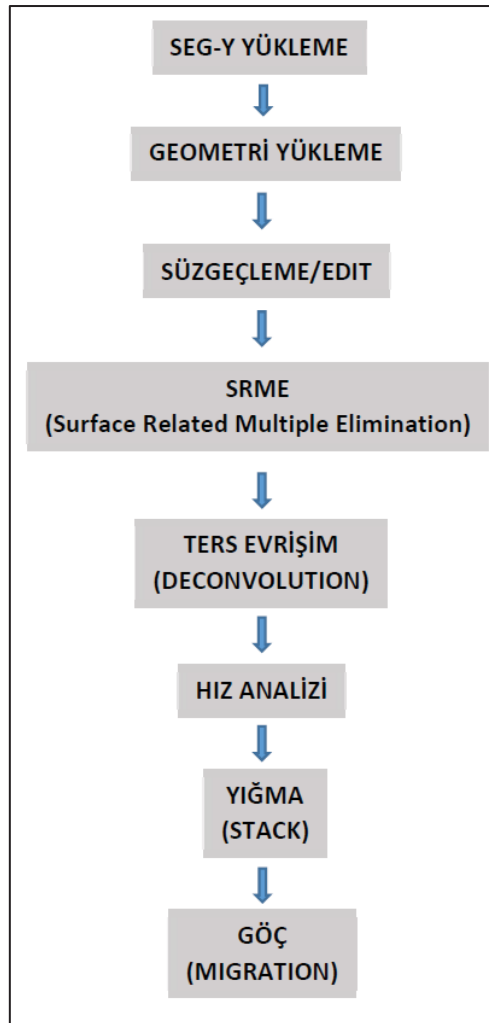
Tablo 1- Veri Toplama Parametreleri (QC Rapor’dan gelen).

Alıcı Aralığı	12.5 m
Kaynak Aralığı	25 m
Kanal Sayısı	96
Kayıt Uzunluğu	5000 ms
Kablo Uzunluğu	1200 m
Yakın Offset	145 m
Örnekleme Aralığı	1 ms
Alıcı Derinliği	7 m
Kaynak Derinliği	6 m
Toplam Hat Sayısı	20

Bunlara müteakip, Şekil 2’deki atış geometrisi göz önüne alınarak Tablo 2’deki veri işlem adımları izlenmiştir.



Şekil 2- Atış geometrisi.



Tablo 2- Veri işlem adımları.

3. SİSMİK YORUMLAMA

PROMAX yazılımında jeofizik veri-işlem tamamlandıktan sonra SEG-Y formatındaki sismik kesitler PETREL programına yüklenerek sismik, yapısal ve ilksel stratigrafik yorumlar yapılmıştır. Bu yorumlar zaman ortamında olup, bölgede çalışma alanına yeterli güven aralığında kuyu bulunmadığından sentetik

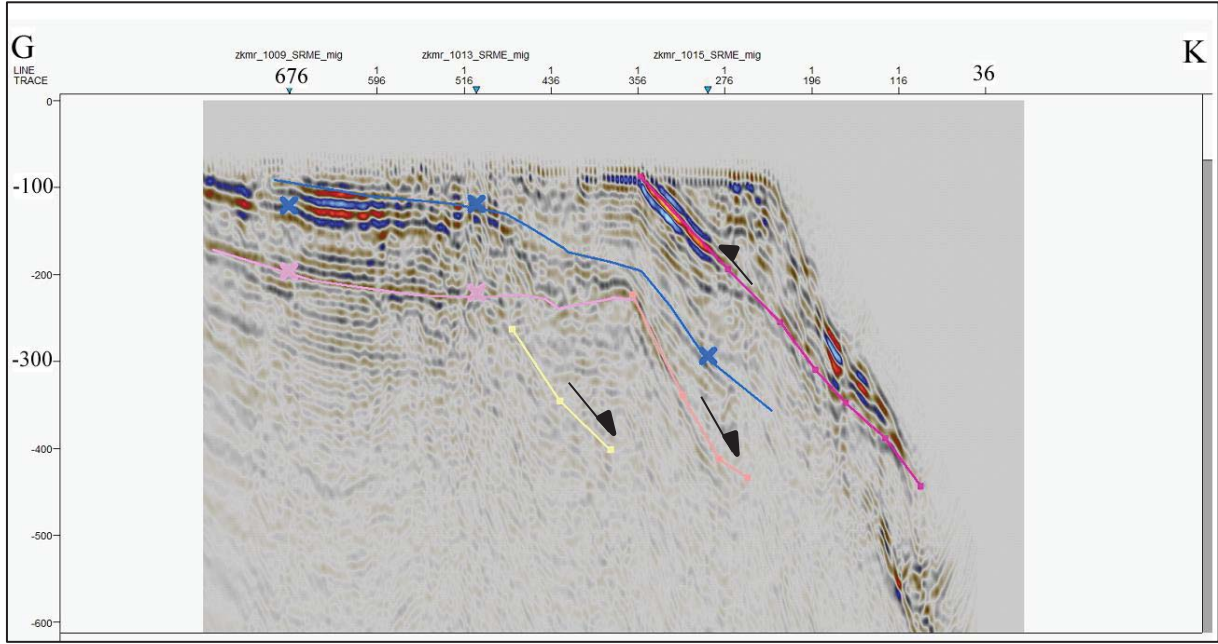
sismogram geliştirilememiş, kuyu denetirmesi ve derinlik dönüşümü yapılamamıştır. Yorumlamalarda PETREL yazılımının “Geophysics” modülü muhtemel formasyon ayrımlarında ve fay yorumlamalarında kullanılmıştır.

Her iki çalışma sahasında da iki adet sismik stratigrafik yüzey ile sınırlanmış üç tane ana litolojik paket olduğu düşünülmektedir. Bu paketler erozyonel kesme, uyumsuzluk yüzeyleri, son depolanma yüzeyi gibi sismik stratigrafik özelliklerle birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Yüzey ayrımı yapılmasının nedeni ne stratigrafik seviye ya da litoloji ayrımı yapmak, ne de iki çalışma sahası arasında ya da birbiriyle ilgili hatlar arasında stratigrafik korelasyon yapmak değildir, halihazırda bahse konu korelasyonların yapılabilmesi için kuyu verisine ihtiyaç duyulmakta ve sentetik sismogram üretilmesi gerekmektedir. Bu işlemdeki ana amaç, fay, kıvrım vb. yapıların daha iyi ortaya çıkarılarak daha sağlıklı bir yapısal yorumda bulunabilmektir.

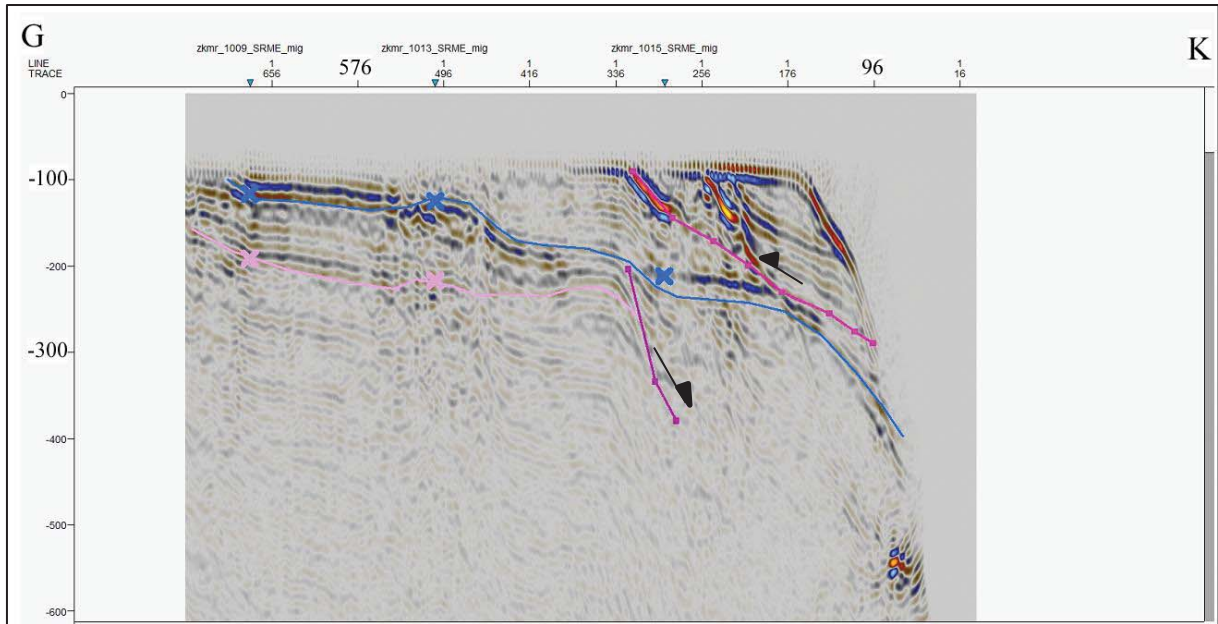
Armutçuk Sahası

Kıyıya paralel hatlar yaklaşık 4-4.5 km uzunluğundadır. Hatların kıyıya en yakın olduğu noktanın kıyıya uzaklığı yaklaşık 750 metredir. Kıyıya dik hatların yaklaşık uzunluğu 5 kilometredir. 5 hat kıyıya paralel (1005, 1009, 1013, 1014, 1015), 5 hat kıyıya dik (1006, 1007, 1008, 1010, 1011) olarak alınmıştır (Şekil 1). Yaklaşık su derinliği en sığ noktada 70-80 metredir. Hatların sismik penetrasyonu yaklaşık 250 ms olup, tahmini penetrasyon derinliği 300-350 metre civarındadır. Havzada alınan sismik kesitlerde kıyıya paralel hatlar aynı zamanda havzanın tektonik yapısındaki doğrultuya da paralel olduğundan, kıyıya paralel sismik kesitlerde faylar vb. yapılar gözlemlenmemektedir.

Armutçuk sahasında kıyıya dik hatlarda iki adet sismik seviye olduğu düşünülen paket ayırt edilmiş olup, bunlar batıdan doğuya 1008, 1007, 1006, 1011 ve 1010 nolu hatlar olarak sıralanmaktadır. Bu 5 adet 2B sismik hattan batıdaki 3 hatta (1008, 1007, 1006) bu iki seviyenin yanı sıra hatların en kuzey uçlarında açıktan karaya doğru bir bindirme fayının varlığı gözlemlenmektedir (Şekiller 3 ve 4). Bunun yansıması, en doğudaki iki hatta (1011, 1010), bu bindirme fayına ek olarak hatların batısına doğru, en az bir tane normal fay tespit edilmiştir (Şekiller 3 ve 4). Bölgede Kurumumuzca yapılmış olan öncel çalışmalar ve literatürü de göz önünde bulundurarak, 2B sismik hatlarda gözlemlenen bindirmenin açılma evresi sonrası meydana gelen sıkışma kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Normal fayların, kesmediği ilk seviyede yarattığı rampa geometrisi göz önünde bulundurulduğunda, bu normal fay ya da fayların, kıyıya olan mesafelerini de göz önüne alınırsa, Batı Karadeniz basenini açan güneydeki ana normal fay ya da bu ana faya yakın büyük basamak faylardan birisi olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3- 1010 nolu hattın zaman ortamında yorumlanmış kesiti.



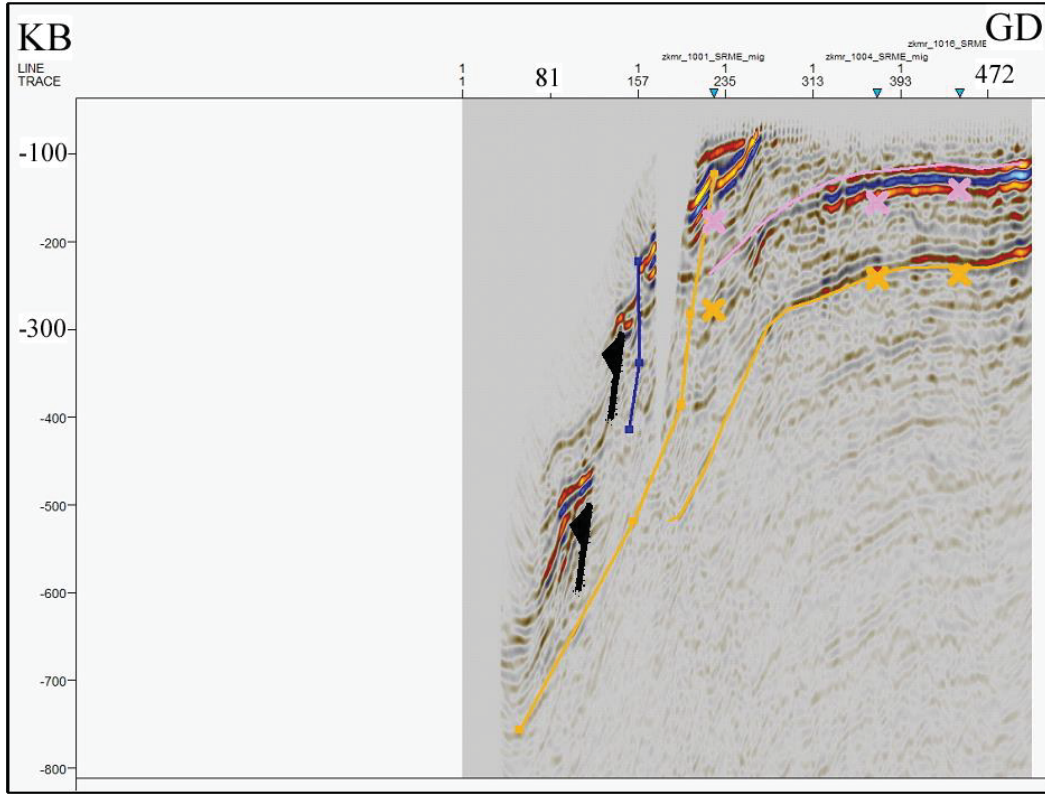
Şekil 4- 1011 nolu hattın zaman ortamında yorumlanmış kesiti.

Kozlu Sahası

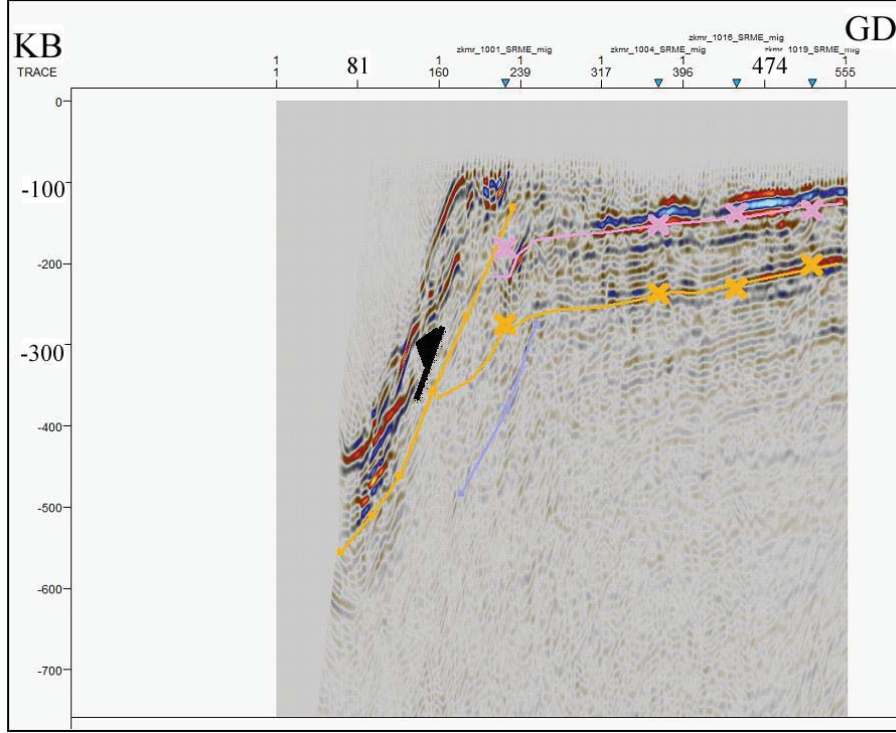
Kıyıya paralel hatlar yaklaşık ortalama 3 km uzunluğunda olup 1001 nolu hat 7 kmdir (Şekil 1). Hatların kıyıya en yakın olduğu noktanın kıyıya uzaklığı yaklaşık Kozlu önlerinde 1,5 km, Zonguldak önlerinde yaklaşık 750 metredir. Kıyıya dik hatların yaklaşık uzunluğu ortalama 3,5 kilometredir. 5 hat kıyıya paralel (1001, 1004, 1016, 1019 ve 1020), 4 hat kıyıya dik (1002, 1003, 1017 ve 1018) olarak alınmıştır (Şekil 1). Yaklaşık su derinliği en sığ noktada 100 metredir. Havzanın bu kesiminde alınan sismik kesitlerde kıyıya paralel hatlar

aynı zamanda havzanın tektonik yapısındaki doğrultuya da paralel olduğundan, kıyıya paralel sismik kesitlerde faylar vb. yapılar gözlemlenmemektedir.

Kozlu sahasında da, Armutçuk sahasında olduğu gibi, yapılar kıyıya dik hatlarda gözlemlenmiştir (Şekiller 5 ve 6). Bu hatlar sırasıyla, güneybatıdan kuzeydoğuya doğru, 1002, 1003, 1017 ve 1018 nolu hatlardır (Şekil 1). 1002 ve 1003 nolu hatlarda kuzeybatıdan güneydoğuya, yani açıktan kıyıya doğru iki adet (Şekil 5), 1017 ve 1018 nolu hatlardaysa birer tane, şelf kırığında yer alan bindirmeler gözlemlenmektedir (Şekil 6). Yine 1002 ve 1003 nolu hatlarda, Batı Karadeniz basenini açtığı düşünülen normal faylar gözlemlenmemekle beraber bu faylar 1017 ve 1018 nolu hatlarda da gözlemlenmiş olup, tüm 2B kesitlerde bu normal fayların yarattığı rampa geometrisi gözlemlenmiştir (Şekiller 5 ve 6).



Şekil 5- 1002 nolu hattın zaman ortamında yorumlanmış kesiti.



Şekil 6- 1017 nolu hattın zaman ortamında yorumlanmış kesiti.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında toplam 74 km 2B sismik veri toplanmıştır. Toplanan veriler üzerinden yapılan ilksel yorumlarda, bölgedeki Eosen sonrası sıkışmalı tektonik gözlemlenmiş, bu sıkışmalı rejimin kıyıya doğru açılma sonrası (Üst Kretase ve daha genç) istiflerini bindirdiği yorumuna varılmıştır. Bu bindirmenin Üst Kretase yaşlı Akveren formasyonu içerisindeki kireçtaşı-şeyl dokanağını decollement (sıyrılma) yüzeyi olarak kullandığı ve sıyrılmanın havzanın açılmasına neden olan, kıyıya yakın ana normal fayları basamak olarak kullanarak basen iç kısımlarına çökelen Tersiyer istiflerini daha yüksek bir yapısal seviyeye taşıdığı, MTA Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı'nın önceki yıllarda yaptığı çalışmalardan bilinmektedir. Mevcut toplanan verilerin de, öncel çalışmalarda elde edilen verilerle örtüştüğü görülmektedir. Oruç Reis gemisi, çalışma alanında, kablo uzunluğu ve draftı nedeniyle TTK'nın taleplerine cevap verecek kıyı yakınlığı ve su derinliğine girememiştir. Toplanan veriler ve yapılan yorumlamalar ışığında, kıyıda denize girişi bilinen kömür galerinin, sismik hatlarda "basen açan ana normal" faylara rastladığı noktada sonlanacağı ve daha ilerisinde gözlemlenemeyeceği öngörülmektedir. Yine, bölgede kıyıya doğru ve kıyı boyunca uzanan sıkışmalı rejimin, basenin kıyıya yakın kesimlerindeki muhtemel kömürlü seviyeleri de kara yönünde öteleyeceği ve üzerine Üst Kretase ve daha genç istifleri bindirerek daha derin seviyelere itebileceği olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır.

MADENCİLİK KİMLİĞİNİN MEKAN ÜZERİNDEN TEMSİLLERİ; RUHR HAVZASI VE ZONGULDAK ÜZERİNE BİR KARŞILAŞTIRMA

REPRESENTATION OF MINING IDENTITY THROUGH SPACE; A COMPARISON ON THE RUHR BASIN AND ZONGULDAK

Nazlı Arslan*

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Server Funda Kerestecioğlu

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

ÖZET Günümüzde üretimi sonlanmış ya da azaltılmış kentler, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların yanı sıra madencilik kimliğine dair göstergelerin gün geçtikçe kent mekanından silinmesi tehdidi ile karşı karşıyadır. Üretim hikayesi sonlanmış endüstri yapılarının geleceğindeki belirsizlik ise gün geçtikçe artmaktadır. Buna karşılık endüstri yapılarının yeniden kullanımı ve bu kullanım modellerinin kentlinin gündelik hayatına dahil edilebilmesi ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı koymakta bu anlamda da uluslararası ölçekte farklı projeler geliştirilmektedir. Bu çalışma, 2018- 2022 arasında Kuzey Ren Westfalya eyaleti ve Zonguldak havzasında yapılan alan araştırmaları neticesinde madencilik kimliğinin sürdürülebilmesine katkı veren müze yapılarının benzerlik ve karşıtlıklarını ortaya koymayı hedeflemektedir. Madencilik kültürünün sürdürülebilirliğine yönelik geliştirilmiş olan projelerin avantaj ve handikapları tespit edilerek kullanım sürecine dair bir analiz ortaya konulmuştur. Bu perspektif mekan kullanımının optimize edilerek kentlinin gündelik hayatına katılımının yollarını keşfetmek adına yararlı olacaktır.

ABSTRACT Today, cities whose production has been terminated or reduced are faced with the threat of losing the identity indicators of mining, besides economic, social and environmental problems. Uncertainty of the future of industrial structures that production story has ended is increasing nowadays. On the other hand, the reuse of industrial buildings and the inclusion of these usage models in the daily life of the locals contribute to economic, social, and environmental sustainability, and in this sense, different projects are being developed on an international scale. This study aims to reveal the similarities and contrasts of the museums that contribute to the sustainability of the mining identity as a result of the field surveys carried out in the North Rhine-Westfalia and Zonguldak basins between 2018 and 2022. The advantages and handicaps of the projects developed for the sustainability of mining culture were determined and an analysis of the usage process was presented. This perspective will be useful for discovering ways of optimizing the using of space and participating in the daily life of the locals.

* nzarlsan@yildiz.edu.tr

1. GİRİŞ

Madencilik faaliyetleri sonlanmış ya da azaltılmış sanayi kentlerinin en önemli kimlik göstergesi olarak madencilik ve ilişkili gündelik hayatının kentsel hafızadaki sürdürülebilirliğini mekan vasıtası ile sağlamak adına farklı yaklaşımlar geliştirilmektedir. Eski sanayi yapılarının yeniden işlevlendirilmesi ya da müze, sergi, eğitim gibi farklı amaçlara hizmet eden yeni hacimlerin üretimi, mekan yolu ile kentsel hafızanın canlı tutulması adına değerlidir. Bu anlamda ister yeni mekan yapımı isterse ömrünü tamamlamış bir sanayi yapısının yeniden yorumlanarak işlevlendirilmesi olsun, madencilik disiplinine dair yaşantıyı tüm sosyal, kültürel, ekonomik ve teknik yönleri ile belgelemek kent kimliğinin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Yeraltı ve yerüstünde var olan mekan düzenlemeleri, mobilya ölçeğinden kentsel tasarım ölçeğine kadar madencilik yaşantısına dair bilgi vermekte, madencilik tarihine dair üretilmiş müze, sergi ve eğitim yapıları da bu göstergelerin sistematik olarak belgelenmesi ve gelecek nesillere aktarılması anlamında önemli bir rol üstlenmektedir.

2. MADEN KENTLERİNİN YAPISAL STRÜKTÜRÜ VE EMEK TARİHİNİN YANSIMASI OLARAK ENDÜSTRİ MİRASI

Kent fiziksel ve kavramsal değerlerin, yeraltı ve yerüstündeki yansımaları ile bütün bir topografyayı ifade etmektedir. Maden kentinin yapısal strüktürünü oluşturan öğelerin yeraltı ve üstündeki karşılıkları kent silüetini belirlerken, bu silüete dair insan faktörü ise sosyal çevreyi ifade etmektedir. Kentsel strüktür endüstri ağı, yollar, yapay ve doğal çevreye ait unsurlar ile tanımlanmakla birlikte onu diğer kentlerden ayıran ise eksi ve artı kotlarda devam eden gündelik yaşantı ve bu yaşantıya ait mekan düzenleridir (Şekil 1). Bu mekanlar üretim sürecinde gündelik hayatın bir parçası haline gelirken, kullanım ömrü tamamlandıktan sonra atıl kalma riski ile karşı karşıyadır.



Şekil 1. Kentsel strüktür bileşenleri.

18. YY' da Avrupa'da ortaya çıkan endüstri devrimi ile özellikle ağır sanayi faaliyetleri gün geçtikçe etkinliğini arttırmaya başlamış, ihtiyaç duyduğu mekan düzenlerini de fonksiyonu özelinde üretmeye başlamıştır. Bu anlamda kentsel ölçekten yapı ölçeğine üretimin yapılacağı mekandan nakliyesine kadar olan süreci kontrol altına almak isteyen üretici erk yatırımlarını arttırarak mekanı şekillendirmiştir. Meta üretimini mümkün kılan yerleşke, yapı, yapı elemanı, donanım ve peyzaj öğeleri kentsel leke ve silüetin bir parçası haline gelmiştir. 20.YY'da ise sanayiye dair tüm unsurların insanlığın üretim serüvenine dair göstergeleri barındırması sebebiyle miras olarak

değerlendirilmesi yaklaşımı benimsenmiştir. Tanyeli, endüstri mirasını “mekanik araçlar ve düzeneklerle mal ve/veya hizmet üretme etkinliğinin gerçekleştiği özgül mimariden oluşan kültürel miras” olarak tanımlamaktadır (Kayın, 2013). Endüstri mirası sanayi kültürüne dair teknik, sosyal, bilimsel, tarihsel değerleri işaret eden belirli kalıntıları işaret etmektedir. Bu anlamda üretimden nakliyeye kadar imalathane, fabrika, makine, atölye, depolama ve ambarlar, enerji üretim tesisleri, demir yolu, liman gibi ulaşım alanları ve hizmet alanları bu kapsam içinde yer almaktadır (Köksal, 2012).

Ömrünü tamamlamış sanayi yapılarının hem içerik hem de mimari anlamda sonraki kuşaklara aktarılabilmesi adına yeniden işlev kazanması son yıllarda özellikle benimsenen yaklaşımlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda sanayi yapılarının klasik müze kurgusundan interaktif müzeye, kültür sanat mekanlarına, eğitim ve araştırma odaklı merkezlere kadar farklı fonksiyonlara dönüşümü, içerik değişirken içeriğin bulunduğu mekan vasıtası ile sanayi kimliğinin sürdürülmesine olanak sağlamaktadır. Yeniden kullanım yaklaşımı, kirlilik, karbon salınımı vb. negatif çevresel etkilerin önüne geçileceğinden çevresel, yeni bir çekim alanı ve istihdam oluşturması ile ekonomik, yeni deneyim ve bir araya gelme olanakları ile sosyal ve kültürel fayda sağlamaktadır. Tüm bu faydaların yanı sıra toplumsal hafıza kaybının önüne geçmesi ve kimlik göstergelerini görünür kılması ile önemli bir role sahiptir. Mekanların yeniden kullanımı ise ancak strüktür, işlev, bağlam, konsept gibi mekanı tanımlayan tüm unsurların bütüncül olarak ele alınması ile başarı sağlayabilir (Büyükarıslan & Güney, 2013).

3. ÜRETİMİ SONLANMIŞ MADEN HAVZASINDA MEKAN YOLUYLA KİMLİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ; ALMANYA RUHR HAVZASI'NDA ENDÜSTRİ MİRASI VE YENİ YAKLAŞIMLAR

3.1 Ruhr Havzası'nın Tarihsel Arka Planı

Güneyde Ruhr, kuzeyde Lippe ve batıda Rhein nehri ile çevrelenen ve yaklaşık 4400 kilometre karelik bir alana yayılan Ruhr havzası, üst karbonifer döneme ait kömür katmanları ile şekillenen yeraltı jeolojisi ile Lippe nehri altında 600-800 m derinliğe ulaşan kömür damarlarına sahiptir (Kretschmann, 2013). Havza Ruhr (Verden, Hattingen, Witten, Hagen ve Schwerte), Emscher (Oberhausen, Bottrop, Gelsenkirchen ve Herne) ve Lippe (Wesel, Dorsten, Marl, Lünen ve Hamm) olmak üzere 3 bölgeye ayrılmaktadır. Endüstri ağı Emscher ve Lippe bölgeleri arasında yoğunlaşmaktadır (ĆopićA, vd. 2014). Zengin yeraltı kömür kaynakları ile kömür ve demir- çelik üretiminin merkezi haline gelen Ruhr havzası uzun yıllar ağır sanayiye ev sahipliği yapmış, Emscher Kanalı etrafında kümelenen ağır sanayiye hizmet eden iş gücü ve nakliye için geliştirilen demiryolu ağları ile altyapı olanaklarına sahiptir. Ağır demir çelik tesisleri 1930-40 yılları arasında Alman ordusuna hizmet etmek üzere silah endüstrisi üzerine yoğunlaşmış, savaş sonrası 1970'li yıllara kadar da Avrupa'nın en önemli sanayi bölgesi olarak faaliyetlerine devam etmiştir. 1960 sonrası kömüre talebin azalması ve çelik krizinin başlaması, düşük maliyetli kömür üretiminin doğu Asya ülkelerine kayması gibi sebepler ile üretim hacminde azalma meydana gelmiştir.

Uzun yıllar ekonomisi ağır sanayiye dayalı gelişen bölgede yeni ekonomik modeller geliştirme ihtiyacı doğmuş, kapanan ağır sanayi tesisleri işlevini yitirmiştir. 1960 sonrası madencilğin duraklama dönemine girmesi bölgede yeni iş olanaklarının ve stratejilerinin keşfini zorunlu kılmıştır. Bu anlamda bölge Ar-Ge ve eğitim odaklı bir gelişmeyi önceleyerek ağır sanayi sonrası yeni teknolojilerin üretimini destekleyecek mekan kurgusunun gelişimi öncelenmiştir. 1970'lere kadar kömür ve demir-çelik üretimi için göç alan bölge, bu dönemden sonra hem araştırma hem de bilgi üretimini önceleyen Ar-Ge faaliyetlerinde yer alacak çalışanları bölgeye çekmiştir (Föhl, 2008). Ekonomik ve sosyal çevrede yaşanan bu değişimler, yapay çevrede de bazı değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu sebeple bölgenin yeni geleceğini inşa etmek adına, sanayi alanları çevresinde gelişen yapay çevrenin rehabilitasyonu, yeni istihdam olanakları ve sosyal- kültürel altyapı olanakları üzerine projeler geliştirilmiştir.

3.2 IBA Emscher Park Uluslararası Yapı Fuarı

1960'tan sonra iş hacmi küçülen madencilik ve demir çelik endüstrisi 1990'dan sonra Ruhr havzası için tamamen sonlanmış, ağır sanayi faaliyetlerinin ardından bölgede çevre sorunları kadar istihdam sorunları da ortaya çıkmıştır. Yıllar içinde sanayisizleşen Ruhr havzasında ortaya çıkan çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara çözüm önerileri getirmek adına Kuzey Ren Vestfalya eyaletinin kurumsal mekanizmaları ve yerel iradenin katılımı ile 1990-99 yılları arasında Uluslararası yapı Fuarı Emscher Park (IBA) hayata geçirilmiştir. Yeni bir çevrenin inşası hedefiyle bölge sakinlerinin de katılımı sağlanarak kolektif bir tasarım süreci ilerletilmiştir (IBA, 2022). IBA'nın amacı geleceğin modellenmesi ve bunun gerçekleşmesinde kamunun üstlendiği rolü göstermek olup 5 ana tema belirlenmiştir. Bunlar; Emscher nehrinin ekolojik restorasyonu ile 350 km'lik kirli akarsuyun temizlenmesi, eski sanayi alanlarına bilim ve teknoloji merkezleri kurarak iş sahası oluşturulması, ekolojik ve tasarım odaklı yeni konut alanlarının inşası ve yenilenmesi, eski endüstri binalarını yeniden kullanarak alternatif işlevlerin tanımlanması, Emscher peyzaj parkı ve yedi yeşil koridor oluşturarak yoğun kent merkezlerinin ayrıştırılması olarak sıralanmaktadır (Laundry, 2008). Şekil 2'de de görüldüğü üzere "Route Industriekultur" endüstri kültürüne ait farklı ölçekli yapısal unsurları bir rota dahilinde birbirine bağlanarak havzayı bütüncül olarak deneyimlemeye olanak sağlamaktadır. Bu noktada raylı sistemlerin yanı sıra geniş bisiklet yolu ağları ile ulaşım çeşitliliği sağlanmıştır. Endüstriyel kültür rotasını değerli yapan en önemli unsur ise sadece sanayi tesislerini değil, bu tesislere hizmet veren konut yerleşimlerini de miras rotasına dahil etmesidir. Havzanın sanayi geçmişine dair silüeti ve coğrafi yapısını gözlemlemeye olanak veren panorama noktaları ise rotaya dahil edilen diğer miras öğeleridir. Rotaya dair temalar ise endüstriyel kültür, bisiklet, alışveriş, şehir gezileri, aktif turizm, yeme- içme ve inovasyon odaklı olmak üzere çeşitlenmektedir (Ruhr Tourismus,2022).



Şekil 2. “Route Industriekultur” Endüstri kültürü bisiklet rotaları (Bottmeyer, 2011’den yararlanarak hazırlanmıştır).

3.3 Endüstri Kimliğinin Yeni Yaklaşımlar ile Sürdürülmesi; Eski Endüstri Alanlarının Yeniden İşlevlendirilmesi

Emscher Park projesi ile endüstri yapılarının birer miras olarak kabul edilmesi ve yeniden kullanımını önceleyen ilkeler benimsenerek bölgede endüstri mirasını işaret eden rotalar oluşturulmuş ve bu rota üzerinde yer alan kullanım ömrü tamamlanmış yapılar, yeni temalar altında bölgeye yeniden kazandırılmıştır. ERIH (Avrupa Endüstri Mirası Rotası) rotasına dahil olan maden ve demir- çelik üretimi odaklı farklı ölçekli endüstri miras unsurları, her ne kadar asıl işlevini kaybetmiş olsa da farklı senaryolar ile kentlerin gündelik hayatına dahil olmakta ve geçmişe dair endüstri kimliğinin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Yapı ölçeğinden yerleşke ölçeğine değin Ruhr havzasına dair endüstri kimliği unsurları, farklı dönüşüm ve kente katılım stratejileri ile anıtsal değerini korumaktadır.

Sadece Ruhr havzası değil küresel ölçekte de endüstri tarihinin bir miras olarak kabul edilmesi yaklaşımının benimsenmesinde büyük rol oynayan ve 2001’de UNESCO’nun Dünya Kültür Mirası listesine giren ilk endüstri yerleşkesi Zollverein, havzanın endüstri tarihini belgeleyen en önemli kampüslerden biridir. Maden kuyuları, kok kömürü fabrikası, işçilere yönelik sosyo-kültürel tesisleri ile 19 ve 20. YY endüstri tarihini ve kömürün ve demir çelik endüstrisinin sosyal ve fiziksel çevredeki dönüşüme etkilerini anlatan bir sembol olarak kabul edilmektedir. 1986 da maden ocağı faaliyetleri, 1993’te de kok fabrikası faaliyetleri sonlanmış, endüstrinin bölgeden çekilmesiyle birlikte yapısal unsurları kültürel amaçlar için hizmete açılmıştır (Zollverein, 2022). 2001’de UNESCO Kültür Mirası listesine alınmasının ardından binalarda yenileme ve restorasyon çalışmaları devam etmiş ve Ruhr bölgesinin endüstriyel tarihini yansıtan Ruhr Müzesi buraya taşınmıştır. 2010 yılında Essen

kentinin Avrupa kültür başkenti seçilmesiyle de kültür, sanat, rekreasyon gibi faaliyetlere ev sahipliği yapması ve uygun alt yapı koşulları sebebiyle kentlinin yaşantısına dahil olmuştur. (Kaçar, 2016) Şekil 3'te de görüldüğü üzere yerleşke, konferans, atölye, restoran, sergi, rekreasyon ve spor gibi farklı etkinlikler dahilinde kentlinin yaşamına katılmaktadır. Bir diğer faaliyetleri sonlanmış Zollern II-IV (Şekil 4) maden ocağı ise Art Nouveau unsurları ile 19.YY mimari tasarım değerlerini yansıtan yapısı ve sergileriyle, hem bir maden işçisinin yeraltı ve üstü arasındaki gündelik hayatına ışık tutmakta hem de sahip olduğu açık, yarı açık, kapalı mekan imkanlarını kullanarak performans sanatları, geçici sergiler, festivaller ve ulusal ve uluslararası toplantılara ev sahipliği yapmaktadır (LWL, 2022).



Şekil 3. Kuyu XII ve etkinlik programındaki örnekler (Zollverein, 2022).



Şekil 4. Zollern II- IV maden ocağı yerleşkesi ve gece etkinlikleri (LWL, 2022).

Ağır endüstri yerleşkeleri, ekonomik faydalarının yanında çevre ve insan sağlığına verdiği zararlar sebebiyle faaliyetleri sonrası rehabilitasyonun öncelikli olduğu alanlardır. Havzanın bu farkındalık altında dönüştürülen en önemli örneği 1901-85 yılları arasında pik demiri üreten Thysenn Demir-Çelik Fabrikası kampüsüdür (Şekil 5). Çoğunluğu açık olan 500 dönüm alanı ile havzanın en büyük peyzajlarından biri olarak, faaliyetleri sonrası geriye atıl yapılar, kirlenmiş toprak ve su ögeleri bırakmıştır (ĆopićA, vd. 2014). Çevresel tahribatı göz önünde bulundurularak doğa- insan etkileşimi dahilinde dönüştürülen sanayi tesisi dahilindeki biyolojik istasyonunda koruma alanlarının bakımı, arazi ıslah önlemleri, doğa koruma, bilimsel araştırma, veri toplama, teknik tavsiye, vahşi yaşamı koruma gibi alanlarda çalışmalar yürütülmektedir. Yaklaşık 700'den fazla bitki türünün yaşadığı alanda biyoloji

istasyonu tarafından düzenlenen etkinliklerle yetişkin ve çocuklara bölgenin flora ve faunası hakkında eğitim verilmekte ve çeşitli atölyeler düzenlenmektedir (Keil, 2016).



Şekil 5. Duisburg Landschaft Park genel görünüm ve doğal çevresi.

Yukarıda da bahsedildiği üzere eski sanayi tesislerine ait mevcut binaların günümüz ihtiyaçlarına yönelik kullanımının yanı sıra havzada madencilik kültürünü anlatmak adına müze işleviyle inşa edilmiş yapılar da mevcuttur. Bunlardan en önemlisi 1930 yılında kurulan Deutsches Bergbau Museum (Alman Madencilik Müzesi), madencilik kimliğine dair mirasın yaşatılması adına sergileme, araştırma, koruma eksenli temalar altında geliştirilmiştir. Müzenin asıl amacı yeraltı madenciliğini deneyim vasıtası ile ziyaretçilerine anlatmak ve üretime dair bir farkındalık kazandırmaktır. 20 m derinlikte yeniden tasarlanan 2,5 km'lik bir rota dahilindeki deneyim ocağı, kömür üretiminden nakliyesine kadar geçen süreci gerçek madencilerin aktarımları ile yaşatmaktadır. (Föhl, 2008) Bir maden ocağını deneyimlenmesi ve bu ocak içerisinde aktif olarak madencilik yapan işçiler ile ziyaretçileri buluşturması anlamında doğrudan bilgi aktarımının gerçekleştiği müze, sadece sergileme ve deneyim değil aynı zamanda arkeo-metalurji, madencilik tarihi, malzeme bilimi gibi alanlara hizmet eden laboratuvar ve araştırma arşivi ile de AR-GE faaliyetlerine imkan vermektedir. Şekil 6'da görüldüğü üzere farklı yaş gruplarına yönelik içerikteki etkinlikleri ile bir sosyal etkileşim mekanı olarak sosyal- kültürel yaşantıya katılmaktadır (DBM, 2022).







Şekil 6. Alman Madencilik Müzesi etkinlik programı örneği (DBM, 2022).

Ruhr havzasında müze ve sergi fonksiyonu için üretimde kullanılan binaların yeniden yorumlanarak işlevlendirildiği, bu sebeple de müze işlevini yerine getiren yapının da kendisini sergileyerek anlamını güçlendirdiği söylenebilir. Bu yapıların sadece müze

fonksiyonu altında kullanılmasının ötesinde eğitim, kültür-sanat, spor gibi yeni işlevler dahilinde günümüz ihtiyaçlarına cevap verebildiği ölçüde kentlinin gündelik yaşamına katılabildiği söylenebilir. İncelenen kampüs ve yapıların ulaşım seçeneklerinin karayolu, demiryolu, bisiklet hatları ile çeşitli olduğu düşünülürse, gündelik aktiviteler için de bu mekanların ulaşılabilir olduğu sonucuna varılabilir. Program çeşitliliği, dijital erişim ve ulaşım kolaylığı bu yapıları tercih edilebilir kılmaktadır. Ruhr havzasında yaygın olarak görülen yaklaşım, eski sanayi yapılarının madencilik disiplinini sosyal, kültürel, ekonomik ve teknik yönleri ile anlatan müze fonksiyonu ile yorumlamanın ötesinde, kentlinin gündelik hayatı içinde aktif olarak kullanılabileceği yeni fonksiyonlar ile desteklemesidir (Tablo 1).

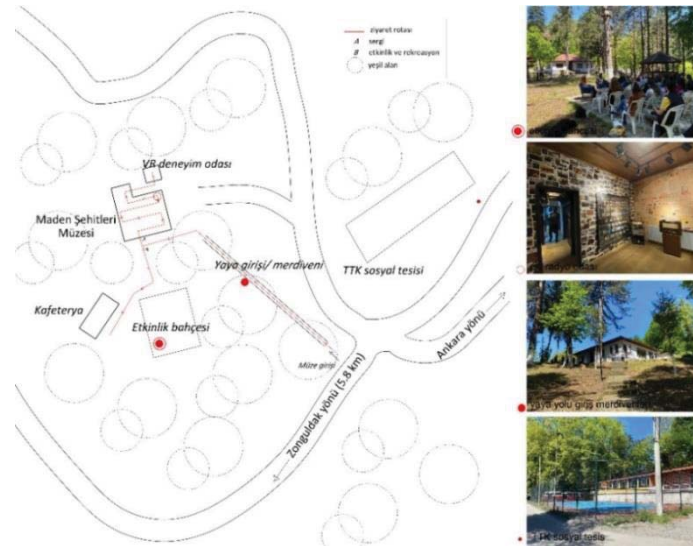
Çizelge 1. ERIH rotasına dahil olan müzeler ve günümüz kullanım alanları.

	İlgili Disiplin	Tema; Sergi Unsurları	Yapısal Öğeler	Kullanım Alanları	Etkinlik Takvimi	APP.(Dijital Uygulama)		
Zollverein	Madencilik	Emek tarihi; havza özellikleri	Vinç kulesi, kömür yıkama tesisi, teknik hacimler, açık -yarı açık depolama birimleri, yönetim binaları	<ul style="list-style-type: none"> Performans Sergi Eğitim Spor Atölye Rekreasyon Panoramik gözlem 	var	<ul style="list-style-type: none"> "Zollverein" "Route Industriekultur" "Perspektivwechsel" 		Video anlatım
Zollern II-IV	Madencilik	Madencinin gündelik hayatı; gündelik rutinler	Vinç kulesi, makine dairesi ve yeraltı teknik hacimleri, yönetim binaları	<ul style="list-style-type: none"> Performans Sergi Eğitim Atölye Panoramik gözlem 	var	<ul style="list-style-type: none"> "Route Industriekultur" 		Revir
Landschaftspark	Demir-Çelik	Doğa rehabilitasyonu; doğa ve ekoloji	Açık strüktürler, vinçler, teknik hacimler, depolama birimleri, yönetim binaları, gazometre	<ul style="list-style-type: none"> Performans Sergi Eğitim Spor Atölye Rekreasyon Panoramik gözlem 	var	<ul style="list-style-type: none"> "The Landscape Park" "Route Industriekultur" 		Bahçeler
Bergbau M.	Madencilik	Deneyim ve teknik çözümleme; maden ocağı	Yeraltı ocağı (özel tasarlanmış), sergi holleri	<ul style="list-style-type: none"> Sergi Eğitim Atölye 	var	<ul style="list-style-type: none"> "Deutsches Bergbau-Museum" "Route Industriekultur" 		Deneyim

4. MADENCİLİK KİMLİĞİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNE YÖNELİK YEREL YAKLAŞIMLAR; ZONGULDAK ÜZÜLMEZ VADİSİ

Üzülmöz vadisi işletmeciliğin başladığı 1848 yılı itibari ile üretimin ilk yapıldığı bölgelerden biri olarak kente dair üretim geçmişine referans veren birçok yapısal değere sahiptir. Günümüzde vadede üretime devam eden yerleşkeler olduğu gibi, mekan yapımı ya da yeniden işlevlendirme yaklaşımı ile madencilik kültürünü yansıtan müzeler ve çok sayıda farklı ölçekli yapısal unsur bulunmaktadır (Şekil 7). Günümüzde kullanıma açılan madencilik temalı müzelerin içerik ve kullanım özelliklerinin tespit edilmesi, uluslararası ölçekte başarı sağlamış örnekler ile karşılaştırılmasına olanak sağlayacaktır.

Madencilik kimliğinin sergilenmesine olanak sağlayan Karaelmas Maden Şehitleri Müzesi madencilik ve sosyal- kültürel yansımalarının kent içi gündelik yaşantıya etkilerinin aktarılması adına önem teşkil eden diğer müze yapısıdır. Eski Üzülmez Müessese Müdür Evi olan yapı, kullanım ömrünü tamamlamış ve uzun yıllar kömür üretimi çerçevesinde hizmet vermiş bir bina olarak yeniden işlevlendirilmesi ile hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliğe örnek oluşturmaktadır (BAKKA, 2022). Müze, TÜRK-İŞ, EKİ, Amelebirliği, Amanejman Programı, ÇATES, TTK, iş güvenliği ve eğitim, sosyal faaliyetler ve havza haritaları gibi hem üretim güçlerini hem de bu üretici güçler aracılığı ile yapay çevre ve sosyal yaşantıda yaşanan gelişmeleri belgelemesi ile kent-üretim ilişkisine dayalı bir temayı işaret etmektedir. Yeraltı maden ocağı deneyiminin sanal gerçeklik (VR gözlükler) altında sunulduğu müze, eski bir konut yapısı olarak hem üretime dair insan hikayeleri hem de sosyal-kültürel yaşantıyı anlatmasının yanı sıra aktif olarak üretim sürecinde kullanılmış bir yapı olmasıyla kendi de ayrı bir sergi nesnesidir. Mimari üslup, çevre düzenlemesi, strüktür ve yaşanmış hikayeleri ile dönemini yansıtan bir miras ögesidir (Şekil 9).



Şekil 9. Zonguldak Maden Şehitleri Müzesi şematik vaziyet planı ve görselleri.

Müze yapılarının yanı sıra kimliğe dair öğelerin yer aldığı kalıcı sergiler de kültürel mirasın parçasıdır. Bülent Ecevit Üniversitesi bünyesinde kurulan Maden Haritaları Sergisi, kentteki madencilik yaşantısını yeraltı üretim planları ve üretime dair alet ve teçhizatlar üzerinden yansıtmayı hedeflemektedir. Günümüzde Geomatik Mühendisliği Bölümü'nün fuaye alanında yer alan sergideki 1900'lü yılların başında üretilen imalat planları, madencilik terimlerinin yanı sıra haritayı üretenlerin çeşitli kültürel simgelerini de taşımaktadır. Buna göre yabancı sermayenin üretimi domine ettiği dönem, dil, işaretleme, renk kullanımı gibi kültürlere ait farklı karakterler üzerinden okunabilmektedir. Kentin sahip olduğu yeraltı üretim hikayesini, çok milletli bir yapı ile sürdürdüğü dönemin yeraltındaki izlerini, iki boyutlu çizimler ve bu çizimlere ait simgeler vasıtası ile okumayı mümkün kılmaktadır. Özellikle üretildiği disipline ait bir mekanda serginin gerçekleşmesi, günümüzde bilimsel eğitimin köklerinin kente özgü yeraltı üretim geleneğine dayandığını vurgulamakta ve bu anlamda serginin kendisi de bulunduğu mekan ile ilişkisi bağlamında kavramsal bir değere dönüşmektedir.

Kullanım ömrü sonlanmış bir kömür ocağı vasıtasıyla deneyim sunması sebebiyle Maden Müzesi, yeniden işlevlendirme yaklaşımı ile Maden Şehitleri Müzesi ve yeraltı üretim planları vasıtası ile havzadaki kültürel çeşitliliğe referans vermesiyle Maden Haritaları Sergisi, madencilik kimliğinin kente özgü değerlerini yansıtan miras öğeleri olarak öne çıkmaktadır. Çizelge 2’de de görüldüğü üzere yerel ve uluslararası örnekler karşılaştırıldığında müzelerin içeriklerinin benzer olduğu, mekan yapımı ve ulaşılabilirlik olanaklarında ise farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 2. Örneklerin belirlenen kriterler üzerinden karşılaştırılması

	Zollverein	Landschaft-park	Bergbau Museum	Zollern II-IV	Maden Müzesi	Maden Şehitleri Müzesi	Maden Haritaları Sergisi
Orijinal İşlev	Maden Ocağı ve Kok Kömürü Fabrikası	Demir Çelik Tesisi	-	Maden Ocağı	-	Müdür Evi	Eğitim Binası
Yeni Fonksiyon	Müze, Rekreasyon, Spor, Kültür-Sanat	Rekreasyon, Spor, Kültür Sanat, Açık Hava Müzesi	Müze, Araştırma Merkezi	Müze, Kültür-Sanat	Müze	Müze	Kahcı Sergi
Ölçek	Yerleşke	Yerleşke	Bina	Yerleşke	Bina-Yerleşke	Bina	Bina
Mekan Yapımı	Yeniden İşlevlendirme+ Yeni Bina Yapımı	Yeniden İşlevlendirme	Yeni Bina Yapımı	Yeniden İşlevlendirme	Yeni Bina Yapımı	Yeniden İşlevlendirme	Yeniden İşlevlendirme
Tema	Emek ve Havza Tarihi	Ekoljik Restorasyon	Kömür Üretim Teknikleri	Madencinin Gündelik Yaşamı	Kent ve Üretim Tarihi	Kömür Üretimi ve Sosyal Yaşamı	Üretimi Planlama
Yeraltı Deneyimi	Lavuar deneyimi	-	Ocak deneyimi	-	Ocak Deneyimi	Sanal gerçeklik	-
Rota	ERİH	ERİH	ERİH	ERİH	ERİH	-	-
Ulaşım	Karayolu+ Raylı Sistem+ Bisiklet	Karayolu+ Raylı Sistem+ Bisiklet	Karayolu+ Raylı Sistem+ Bisiklet	Karayolu+ Raylı Sistem+ Bisiklet	Karayolu	Karayolu	Karayolu

5. SONUÇ

Zonguldak’ta yer alan müze ve sergiler, müze yapımı ve içeriği bakımından uluslararası örnekler ile benzerlik gösterirken, ulaşım olanaklarının yetersiz olması, müze işlevi yanında gündelik hayat pratikleri içinde yeni fonksiyonlar için kullanılabilirliğinin sınırlı olması ve atıl kalmış endüstri yapıları ile ilişki kurmaması olumsuz yönlerini işaret etmektedir. Özellikle Ruhr havzasında da gözlemlendiği üzere yeniden işlevlendirilmiş ya da inşa edilmiş endüstri kimliğine ait miras öğelerinin, uluslararası ve ulusal ağlara dahil olması üretim hikayesini bütüncül okunabilmesine olanak sağlamaktadır. Kimliğin yansımaları olan mekanların, müze fonksiyonu dışında da kullanılabilir olması ve günün ihtiyaçlarına cevap verebilmesi, kentli tarafından sosyal, kültürel ve ekonomik yaşantısının bir parçası olarak yorumlanmasını sağlayacaktır. Bu bilincin hakim olduğu kentlerde endüstriyel kültüre dair fiziksel ve kavramsal değerler korunarak sürdürülebilir. Ancak kimliğin yansımaları olarak yorumlanan bu mekanların gündelik hayatta da aktif olarak kullanılabilmesi için öncelikle ulaşılabilir olması gerekmektedir. Müze fonksiyonunun yanı sıra esnek mekan örüntüsü ve farklı etkinliklere imkan veren altyapı olanakları ile kentlinin gündelik ihtiyaçlarına da cevap verebilecek bu mekanlar, ancak içinde bir hikaye biriktirebildiği takdirde kentlinin hafızasında yer edinebilir.

Zonguldak bölgesinde sadece kömür üretimi değil, kömür üretimi ile ilişkili tüm sanayinin oluşturduğu endüstri kültürü ağı bölgenin hikayesini tüm yönleriyle yansıtmaktadır. Bu noktada önemli olan, işlevi devam etsin ya da sonlansın tüm endüstri unsurlarının ziyarete açık hale getirilerek gelecek kuşaklar için farkındalık oluşturan deneyimler sunmasıdır. Bu ağın anlam kazanması ise ancak ulaşım seçeneklerinin geliştirilmesi ve gündelik hayatta da kullanıma izin veren mekan düzenleri ile mümkün olacaktır. Yaşadığı bölgenin kimliğini belgeleyen yapı ya da yerleşkelerin eğitim, kültür- sanat, spor gibi gündelik ihtiyaçlara cevap verebildiğini düşünen kentli, bu mekanları kullanarak yaşantısına dahil edecektir. Farklı ölçek ve alanlarda üretim, diyalog ve entegrasyona imkan veren mekan kurgusu ise kullanımı sürdürülebilir kılacaktır. Ruhr havzasında da görüldüğü üzere sadece sanayi yapılarının ya da müzelerin değil, onunla var olan barınma birimleri, gözlem noktaları ve anıtsal özellik taşıyan strüktürlerin de endüstri mirası çerçevesinde değerlendirilerek bölgenin sanayiye dair tüm unsurları bütüncül bir bakış açısı ile ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- BAKKA, 2022. Zonguldak Topoğrafyasında Kömürün Tarihsel Etkisi Teknoloji ile Turizme Kazandırılıyor, Karaelmas Maden Şehitleri Müzesi, <http://bakkakutuphane.org/upload/dokumandosya/maden-sehitlerimuzesikatalog.pdf> (09.07.2022)
- Büyükarıslan B., Güney D. E. 2013. Endüstriyel Miras yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Süreci ve İstanbul Tuz Ambarı Örneği, Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6, 2, 31-58
- Bottmeyer, M. 2011. Land Management of Former Industrial Landscapes in the Economic Metropolis Ruhr, Bridging the Gap between Cultures, Marekeş
- ĆopićA, S., ĐorđevićA, J., LukićA, T., StojanovićA, V., ĐukićinA, S., BesermenjiA, S., StamenkovićA, I. ve TumarićB, A. 2014. Transformation of Industrial Heritage an Example of Tourism Industry Development in the Ruhr Area, Geographica Pannonica, 18,2, 13-50
- DBM, 2022. Deutsche Bergbau-Museum Bochum, <https://www.bergbaumuseum.de/museum/geschichte> (12.07.2022)
- Föhl, A. 2010. Architekturführer Ruhrgebiet, IHA AU TU Delft, 304
- Kaçar, A.D. 2016. Learning From the Ruhr: The Case of the World Heritage Site Zollverein as a Model of Conserving Industrial Culture in Turkey, İdealkent, 7, 19, 474- 496
- Kayın E. 2013. Endüstri Mirasına Yönelik Koruma Müdahalelerini Değerlendirme Ölçütleri ve Terkos Pompa İstasyonu, Mimarlık Dergisi, 370, 43-49
- Keil, P. 2019. Industrial Nature and Species Diversity in the Landscape Park Duisburg-Nord, Electronic Publications of the Biological Station of Western Ruhrgebiet, 39, 1-6
- Köksal, G. 2012. Endüstri Mirasını Koruma ve Yeniden Kullanım Yaklaşımı, Güney Mimarlık, 8, 18-23
- Kretschmann, J. 2013. Stakeholder Orientated Sustainable Land Management: The Ruhr Area as a Role Model for Urban Areas. International Journal of Mining Science and Technology, 23, 659-663.
- Landry, C. 2008. The Creative City: A Toolkit for Urban Innovators, Routledge, Londra, 352
- LWL, 2022. <https://www.museum.de/museen/lwl-industriemuseum---zeche-zollern> (10.07.2022)
- Ruhr Tourismus GmbH, 2022 Entwicklung und Bedeutung des Tourismus für die Metropole Ruhr, [https://www.recklinghausen.de/inhalte/startseite/freizeit_tourismus/dokumente/2017-09-15_impulsvortrag_ruhrgebiet_recklinghausen-02_\(2\).pdf](https://www.recklinghausen.de/inhalte/startseite/freizeit_tourismus/dokumente/2017-09-15_impulsvortrag_ruhrgebiet_recklinghausen-02_(2).pdf) (11.08.2022)
- ZMM, 2022. Zonguldak Maden Müzesi, <https://www.zonguldakmadenmuzesi.com/assets/upload/dosyalar/flayermuze.pdf> (10.07.2022)
- Zollverein, 2022. <https://www.zollverein.de/zollverein-unesco-world-heritage-site/> (10.07.2022)

MADEN ÇALIŞANLARININ ÇOCUKLARININ EĞİTİM DURUMLARINA BAKIŞ VE BİR MADENCİ KÖYÜ İNCELEMESİ

EDUCATIONAL STATUS OF THE CHILDREN OF MINING WORKERS AND A MINING VILLAGE INVESTIGATION

Rahmi Kocaman,*

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı, Ankara

Birsen Kocaman

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Doğaltaş Dairesi Başkanlığı, Ankara

ÖZET Dünyanın en meşakkatli mesleklerinden biri olan madencilik belli bir kültürün birikmesiyle yapılan mesleklerdendir. Genelde belli bir yöreye aitlik göstermektedir. Madencilik kültürü yerleşmiş yerlerde yaralanma, ölüm, meslek hastalığı veya ömür boyu sakat kalma gibi risklere rağmen madenciler yerin altında çalışmaya devam etmektedir. Madencilik kültürü yerleşen yerlerde genellikle madencilik babadan oğula geçen mesleklerdendir. Yine çıkarılacak madenin o yörede olması da o mesleğin seçilmesinde etkindir. Zonguldak yöresinde yaşayanların çoğunun madencilğe başlaması kömürün bulunması sonrası maden ocaklarının açılmasıyla olmuştur. En büyük etken ise o dönemlerde kömürün çıkarılma zorunluluğu bulunması nedeniyle maden ocaklarında çalışılma gerekliliği olmuştur. Bu çalışmada; Karabük ili Yenice ilçesine bağlı Çeltik köyündeki yaşayanların mükellefiyet yıllarından itibaren TTK (daha önceki ismiyle Ereğli Kömürleri İşletmesi- EKI), çalışma şekilleri, meslek dağılımları, çocuklarının eğitim durumları incelenmiş ve “Sözlü Tarih” yöntemi kullanılmıştır.

ABSTRACT Mining, one of the most demanding professions in the world, is one of the professions made with the accumulation of a specific culture. It generally belongs to a certain region. Miners continue to work underground despite risks such as injury, death, occupational disease, or lifelong disability in areas where mining culture is established. In places where mining culture is settled, mining is generally one of the professions passed from father to son. The location of the mine to be mined in that region is also a factor in choosing that profession. Most of the people living in the Zonguldak region started mining with the opening of the mines after the discovery of coal. The most significant factor was working in the mines due to the necessity of extracting coal at that time. In this study; From the years of the obligation of the residents of Çeltik village of Yenice district of Karabük province, TTK (previously known as Ereğli Coal Enterprise- EKI), working styles, occupational distributions, and educational status of their children were examined, and the "Oral History" method was used.

* rkocaman074@hotmail.com

1. GİRİŞ

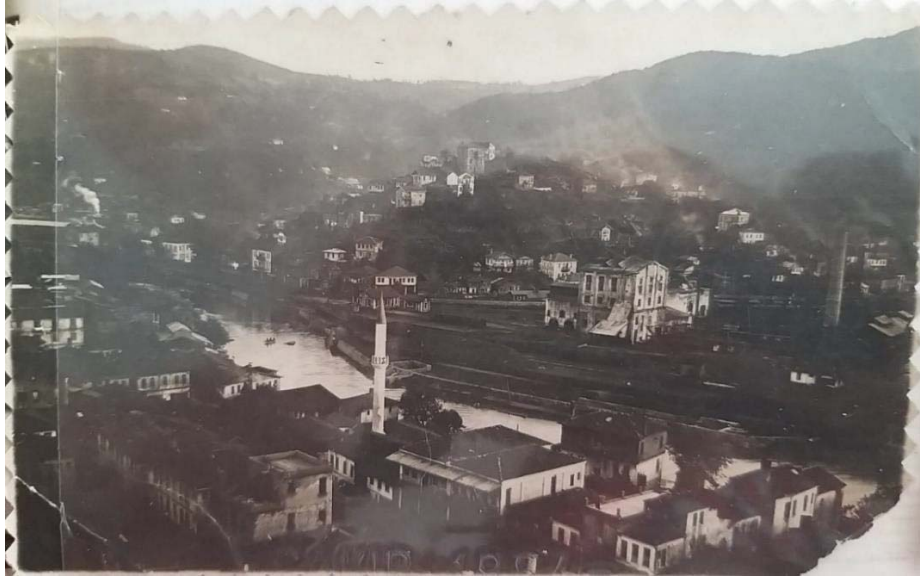
İlkçağlardan itibaren insanlar, yeraltı ve yerüstü kaynakları ile ilgilenmiş, bu kaynaklar onlar için varlıklarını koruma ve devam ettirmede önemli bir vasıta, başka toplumlar üzerinde hâkimiyet kurmada ise bir güç kaynağı olarak görülmüştür. Bu kaynaklar hem insanların ekonomik hayatının belirleyicisi olmuş hem de maddi anlamda üstünlüğünün ortaya konulmasını sağlamıştır. Bir ülkenin sahip olduğu maden kaynaklarının zenginliği, üretim faaliyetleri ve üretilen madenlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi, o ülkenin ekonomik ve sosyal hayatı ile doğrudan ilgilidir (Demir, 2012).

Yüzyıllardır Dünya'nın en önemli enerji kaynaklarından biride kömürdür. Isıtmadan aydınlatmaya, sanayileşmeye kadar birçok alanda kömür baş faktör olarak yer almıştır. Sanayileşmeyle birlikte buharlı gemilerin kullanılmasıyla kömürün önemi günden güne artmıştır. Buharlı gemilere sahip olan gelişmiş ülkeler, az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere yatırım yaparak yeraltı zenginliği olan kömüre ulaşmaya çalışmışlardır. Zonguldak Kömür Havzası, kömürün bulunuşunun bölgede yarattığı iktisadi ve sosyal dönüşümler nedeniyle tarihsel açıdan büyük bir önem taşımaktadır. Resmi tarih kaynaklarına göre, 1829 yılında bulunan kömür ancak 1848 yılında ocakların işletmeye açılması ile ekonomik bir değer olarak havza tarihindeki dönüşümleri başlatmıştır (Gökbayrak,2008).

Madencilik, yarattığı yüksek katma değer ile ülkeler ekonomisindeki en etkin rolü oynayan faktörlerden biridir. Ekonomi ve refah kavramlarının birbirleriyle doğru orantılı olduğu ve gelişmiş ülkelerin günümüzdeki refah düzeylerine ulaşmada izledikleri yollar düşünüldüğünde, özellikle doğal kaynaklarından yeterince yararlanamayan ulusların geri kalmış ya da gelişmekte olan ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır (İstanbul Ticaret Odası Raporu, 2009). Şekil 1'de Zonguldak kömür havzasından 1940'lı yıllardaki çalışmalardan ve maden ocağındaki bayram kutlamaları görülmektedir. Şekil 2'de ise Zonguldak şehir merkezinin geçmiş yıllardaki hali görülmektedir. Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi madenciliğin şehrin her yerinde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 1. Zonguldak şehrinin 1940'lı yıllarından görünüm.



Şekil 2. Zonguldak şehrinin geçmiş yıllarından görünüm.

2. MADENCİLİKTE EĞİTİM ÇALIŞMALARI

2.1. Maden İşçileri İçin Okuma Eğitimleri

Şekil 3’de de görüleceği üzere “İşçi Okuma Kitabı” Ereğli Kömürleri İşletmelerinde çalışmaya başlayan bir işçinin öncelikli olarak okuma yazma sorununun çözümüne yönelik hazırlanmış bir eser olduğu görülmektedir. Kitabın ana amacı okuma yazma bilmeyen maden işçilerine, okuma yazma öğretmektir. Kitap bunun yanında işçilere “İş Teknik Öğütleri, Yurt Bilgisi ve Temel Matematik Becerileri” öğretmeyi de hedeflemiştir. Kitapta okuma yazma probleminin çözümü iş güvenliği, yurt bilgisi ve matematikle iç içe ele alınmıştır. Bu durum eserin, işçilere okuma yazma öğretiminin yanında çalışma hayatı ve gündelik yaşam için gerekli bilgilerin de bir an önce kazandırılarak nitelikli maden işçisi yetiştirme amacı ile oluşturulduğu izlenimini oluşturmaktadır. Kitabın bu yönüyle önemli bir işlevi yerine getirdiği söylenebilir. Hazırlandığı ve yayınlandığı yıl olan 1947 yılı itibariyle de içinde bulunduğu dönem için çok nitelikli ve amacına uygun bir eser olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 3. Madencilikle ilgili metinler.

2.2. TTK Çıracak Kursu

Eski adı EKİ olan Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Çıracak Kursu maden çalışanlarının çocuklarına çeşitli mesleklerde iş ve eğitim imkânı sunmuştur. 20 dönem devam eden çıracak kursu 1970'li yıllarda açılıp 1990'lı yıllarda kapanmıştır. Mezunlar EKİ döneminde TKİ'ye daha sonra da TTK Genel Müdürlüğünde işbaşı yapmışlar, çeşitli müesseselerde çalışmışlardır. Şu anda da bazıları emekli olmuş emekli olmayanlar da TTK Merkez atölyesi başta olmak üzere birçok kurumda çalışmaya devam etmektedirler. Çıracak kursundan sonra eğitim hayatına devam edenlerden TTK'da ve diğer kurumlarda da yönetici olarak çalışanlar bulunmaktadır. Çıracak kursunda motorcu, elektrikçi, torna tesviyeci, kaynakçı, ağaç işleri, lavvar işleri, dökümcü bölümlerinde eğitim görenler bunları meslek edinmişlerdir. Günümüzde de çıracak kursunun yeniden açılması halinde maden çalışanlarının çocuklarına meslek ve iş imkânı sağlayarak, ailedeki madencilik kültürü devam edecektir. Şekil 4'de çıracak kursu 17. dönem elektrik bölümünde okuyan öğrenciler görülmektedir.



Şekil 4. Çıracak Kursunda okuyan öğrencilerden görünüm.

2.3. Madenci Ailelerine Yönelik Sosyal Sorumluluk Projesi

Demir Export Manisa bölgesindeki çalışanları ve aileleri için yepyeni bir sosyal sorumluluk projesini hayata geçirerek ailelerine eğitimler vermiştir. Etkili aile iletişiminden, İş Sağlığı ve Güvenliğine, kız çocuklarının kodlama eğitimi almasına kadar pek çok başlığı kapsayan çok yönlü 'Hayallerimizi kodluyoruz' projesi gerçekleştirilmiş birçok aileye bu kapsamda eğitim verilmiştir. Kadınlara ve öncelikle kız çocuklarına yönelik olarak projenin ilk aşamasında, Manisa Eynez bölgesindeki firma çalışanlarının eşlerine 'İş Sağlığı ve Güvenliği', 'Etkili Aile İletişimi', 'Etkili Ergen İletişimi' ve 'Kadın Sağlığı' konularında eğitimler verilmiştir. (Demir Export,)

2.4. Madencilik Meslek Lisesi

Türkiye'nin ilk madencilik lisesi olan Nurettin Çarmıklı Madencilik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi 15.01.2022 tarihinde Balıkesir ili İvrindi ilçesinde açılmıştır. Bu lise madencilik alanında meslek lisesi olarak istihdam garantili tek okuldur. Avrupa Projesi olan 51. AR-GE Merkezi projesi bu okula hayata geçmeye başlamıştır ve üniversiteler ile iş birliği içinde farklı projeler yürütülmektedir. Okul, AR-GE ve inovatif çalışmaları kullanarak ülkemizde madencilik sektörünün gelişimine katkıda bulunmayı hedeflemiştir (NÇMMAL,2022).

Bu özelliklerde bir meslek lisesinin açılması madencilik için teknik yönlerden eğitim açısından geleceğe yönelik ışık tutacaktır. Ayrıca maden bölgelerinde bu tür liselerin açılması madencilikte eğitim kalitesini artıracaktır.

3. MADENCİLİK KÜLTÜRÜ

1940'lı yıllarda Zonguldak'ta başlayan kömür madenciliği kültürünün ülke geneline yayıldığı gözlemlenmiştir. Yapılan incelemelere göre ülkemizde yeraltı yöntemi ile kömür üretimi yapan birçok işyerinde çalışanların memleket dağılımlarının Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinden olduğu görülmektedir. Trakya bölgesinde, Manisa bölgesinde, Denizli bölgesinde, Ankara-Çayırhan bölgesinde, Eskişehir-Mihalıççık bölgesinde çalışan madencilerin bir kısmı Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinden göç eden madencilerden oluştuğu görülmektedir. Şekil 5' de Zonguldak 3. Kültür-Sanat Festivalinde madencilik kültürü oluşumu anlatılmaya çalışılmıştır. Ocak girişi hazırlanmıştır.



Şekil 5. Madencilerin ocak girişinin festivalde anlatılmasından görünüm.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

4.1. Seçilen Köyün Tanıtımı

Çalışmada bahsedilen Çeltik köyü geçmişte bir madenci köyü iken günümüzde ise bir orman köyüne dönüşmüştür. Çeltik köyü Yenice ilçesinin bir köyüdür. Eskiden Yenice, Zonguldak'a bağlı bir ilçe iken Karabük il olduktan sonra Karabük'ün ilçesi olmuştur. Şekil 6'da Yenice ilçesi ve Çeltik köyünün uydu haritasından görünümü yer almaktadır.



Şekil 6. Yenice ilçesi ve Çeltik köyünün uydu haritasından görünümü.

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Kozlu Müessesesinde 3 Mart 1992 tarihinde meydana gelen Kozlu grizu faciasında yaşamını yitiren 263 madenci şehidinden, 42 madenci şehidi ile Yenice en çok kaybın yaşandığı ilçe olmuştur. İlçede şehit madenciler için şekil 7'deki anıt bulunmaktadır. Her yıl 3 Mart tarihinde ilçede maden şehitlerini anma günü yapılmaktadır.



Şekil 7. Yenice ilçe merkezindeki maden şehitleri anıtından görünüm.

4.2. Çeltik Köyündeki İncelemeler

Köyde madenci çocukları ile yapılan görüşmeler sonucunda; madenci çocuklarının babalarının yönlendirmeleri ile madenciligi meslek edinme isteklerinin diğer ailelerin çocuklarına göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra babalarının madende çalıştıkları sürelerde köyde yapılması gereken işlerin büyük bir sorumluluğu bu madenci çocuklarına yüklenmiştir. Bu sebeple de köyde kalmak ve köy yaşantısını devam ettirmek yerine kente gidip eğitimlerine devam etmeyi tercih etmişlerdir. Ancak köydeki zorlu yaşam şartlarından dolayı okula gitme imkanını herkes elde edememiştir. Buna neden olan faktörler ise;

- İş yoğunluğunun köyde fazla olması,
- Aile içinde eğitimlerine yardımcı olacak birilerinin olmaması,
- Kız çocuklarının okula gönderilmek istenilmemesi,
- Madenci babaların çocukları ile yeteri kadar ilgilenmemeleri,
- Çevrelerinde örnek alabilecekleri yeteri kadar bireylerin bulunmaması gibi durumlar sayılabilir.

4.3. Çeltik Köyünde Madencilik

Çeltik köyünün nüfusu yaklaşık 110 kişidir. Köydeki vatandaşların çoğunlukla çalıştığı işler ormancılık, kereste fabrikasında çalışma ve madenlerdir. Köyde yaşayanlar madencilikle ilk önce mükellefiyet yıllarında tanışmışlardır. Madenci torunları ile yapılan görüşmelerden mükellefiyet yıllarında köyden 13 kişinin madende çalıştığı fakat bu çalışanların günümüzde hayatta olmadığı ve onlar gibi madencilige aynı aileden çocukları devam ettiği öğrenilmiştir. Günümüzde de bu yaklaşımın devam ettiği, madenci torunlarının maden sektöründe çalışmasından anlaşılmaktadır. Çeltik Köyündeki madencilerin TTK Kozlu Müessesinde çalıştıkları ve bu köyün kazmacı köyü olarak adlandırıldığı bilinmektedir. Kozlu ile Yenice arası yaklaşık 80 km civarındadır. Mükellefiyet yıllarında çalışanlar tecrübelerini nesilden nesille aktararak madenci kültürünün devam etmesini sağlamışlardır. Köyde yapılan sohbetlerin büyük bir kısmı madencilik anıları ile ilgilidir. Ayrıca bu görüşmelerde geçmiş yıllarda madende çalışma koşullarının zorluklarından bahsedilmiştir. Bu zorluklar saat 15:30'da ocağa girip gün aydınlanınca ocaktan çıkılması, çalışma sürelerinin çok uzun olması, çalışanlar tarafından pavyon olarak adlandırılan yatakhane koşullarının iyi olmaması, beslenmelerinin yeterli olmaması gibi zorluklardır. Gelişen teknolojinin kullanılmaması, kazma kürekle klasik madencilik yapılması iş koşullarının zor olmasına neden olmuştur. Madenlerde gruplu çalışma sisteminin bir ay çalışma, bir ay izinli olma şeklinde düzenlendiği anlatılmaktadır. Erkekler madende çalışırken tarım işleri, bahçe işleri veya kışlık yakacak ihtiyacının karşılanması gibi işlerin kadınlar ve çocuklar tarafından yapıldığı bilinmektedir. Köyde yaşayan kadınların ve annelerine yardımcı olan çocukların hayatlarının zor olduğu aşikardır. Gruplu çalışmadan vazgeçerek daimî çalışmaya başlayanlar ise aileleriyle birlikte madenlerin bulunduğu yerlerdeki gecekondu mahallelerine taşınarak buralarda yeni bir hayat şekli ve gurbet olayı ile tanışmışlardır. Madencilikle ilgili çalışma koşullarının zorluğunun yanında,

elde edilen deneyimlerin usta-çırak ilişkisi ile kuşaktan kuşağa aktarıldığından ve kazmacı yedeklerinin ustalarına karşı çok saygılı olduğu, kazmacı ustalarının da maden başçavuşlarına ve şeflerine değer verdiklerinden bahsedilmektedir.

Bahsi geçen madenci ailelerinin yaşadıkları zorluklara, zorlu çalışma şartlarına ve kaza risklerine rağmen aile büyüklerinin çocuklarına madencilik öğendirerek anlattığı ve çocukların da madenci olma hayali ile büyüdüğünden bahsedilmektedir. Bu çocuklar daha okuma yazmayı öğrenmeden önce çevrelerinden madenci terimlerini (kazmacı, sarma, domuzdamı, başyukarı, kelebe, varagel, desandre, vagon, tahkimatçı, nakliyatçı, şef, mühendis, amir) öğrenmişlerdir. Madencilerin çocuklarının vasıfsız işçi olarak değil, kalifiyeli eleman olarak çalışmalarını istemişlerdir. Geçmişte Çeltik köyünden 5 kişinin E.K.İ. çırak kursu sınavını kazanarak çırak kursuna başladığı ve 2 yıllık okul döneminden sonra mezun olarak 2 kişinin kaynakçı, 2 kişinin elektrikçi ve 1 kişinin torna tesviyecisi olduğu, mükellefiyet yıllarında çalışan madencilerin torunlarından 4 tanesinin mühendis olduğu yapılan görüşmelerde belirtilmiştir. Şekil 8’de Çeltik köyünün uzaktan genel görünümü yer almaktadır.



Şekil 8. Çeltik köyünden genel görünüm.

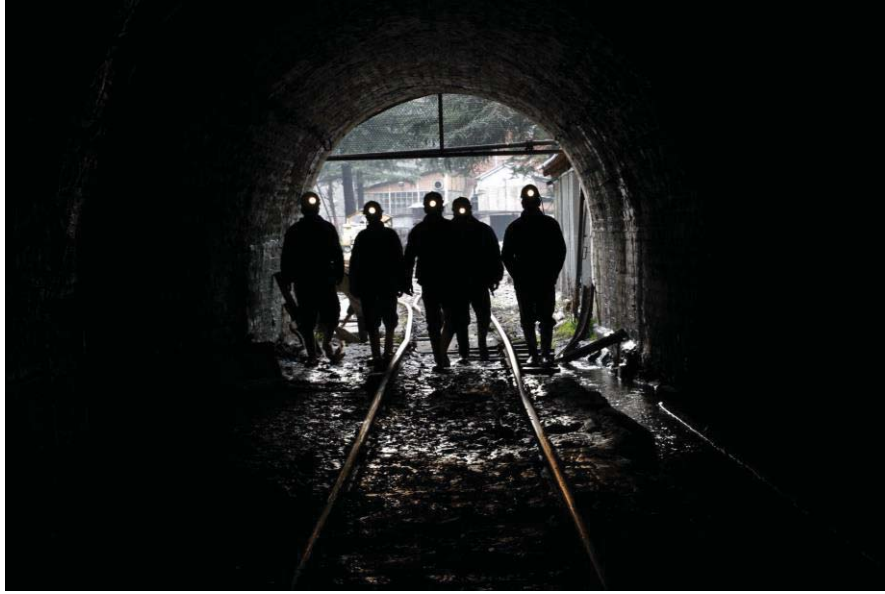
4.3.1. Hanelerde Yaşayanlar ve Yaşamış Olanların Madencilik Dokümanları

Madencilerin yaşadığı Çeltik Köyü ile ilgili yapılan araştırmalarda aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır. Bu inceleme tüm haneler üzerinden yapılmıştır. Karabük İli Yenice İlçesi Çeltik köyü toplam 31 haneden oluşmaktadır. Köyde Mükellefiyet yıllarında zorunlu olarak 14 kişinin çalıştığı görülmüştür. Madende çalışanlardan ise 43 kişi emekli olmuştur. Bir kişi maden şehidi olmuştur. Ayrıca köyde kaza sonucu emekli olanların ve kalıcı sakatlıkları olanların da bulunduğu belirlenmiştir.

4.4. Günümüzde Çeltik Köyünde Madencilik

Çeltik Köyünde yapılan görüşmeler sonucunda günümüzde köyden TTK’da çalışan madenci sayısının 5 kişi olduğu, TTK’da işe giremeyen genç nüfusun bir kısmının Türkiye’nin diğer madenci bölgelerine dağıldığı öğrenilmiştir. Örneğin, Edirne-Uzunköprü-Keşan, Sivas-Divriği, Karaman-Ermenek, Manisa-Soma, Bolu-Mengen, Denizli-Kale, Kütahya-Değirmisaz, Ankara-Çayırhan bölgelerinde madenlerde

çalışanların bahsi geçen yörede doğup büyüdüğü saptanmıştır. Şekil 9’ da baca ağzından ocağa çalışmaya giden madenciler görülmektedir.



Şekil 9. Ocak girişinden görünüm.

5. BULGULAR

Çizelge 1’de Çeltik Köyü madenlerde çalışanların mesleklerine göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çeltik Köyü maden çalışanlarının meslek dağılımı

Meslekler	Çalışan sayısı
Mühendis	3
Tekniker	2
Şeflik	3
Başçavuş	2
Posta başı	2
Kazmacı ustası	27
Nakliyat İşçisi	5
Yeraltı Mekanist	2
Ajöstör	2
Topoğraf	1
Emniyet memuru (gaz ölçücüsü)	1

Yapılan araştırmalara göre günümüzde Kamu kurumlarında (TTK vd.) 5 işçi (kazmacı, nakliye ustası, kaynak ustası, torna tesviyecisi, şef), 2 maden mühendisi, özel sektörde 1 maden mühendisi, 1 malzeme mühendisi, 2 makine teknikeri, yurtdışında kömür madeninde 1 kişinin makinist olarak çalıştığı, bahse konu köyden toplam 11 kişinin maden sektöründe çalıştığı belirlenmiştir.

6 SONUÇ

Yapılan araştırmaların sonucunda, Çeltik Köyünde madencilik kültürünün mükellefiyet yıllarında başladığı ve oluşan madencilik kültürünün günümüze kadar etkilerinin devam ettiği saptanmıştır.

Madenci çocukları ele alındığında, babalarının mesleğinden dolayı zorlu bir çocukluk hayatı yaşadıkları, ancak madencilik kültürü ile büyüdüleri için birçoğunun maden sektöründe çalışmaya başladığı ve bunun yanı sıra madenci çocuklarının eğitime devam etme oranlarının diğer meslek grubu çocuklarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

TTK bünyesinde bulunan ve geçmişte faaliyet gösteren Çırac Kursuna benzer kursların tekrar açılması, maden kültürüne sahip bir il olan Zonguldak ve civarında maden meslek liseleri kurulması, gelecekte daha çok kalifiyeli madenci nesiller yetiştirilmesini ve madencilik kültürünün devam etmesini sağlayacaktır.

Bir Avuç Kömür İçin Canını Verenlerin Anısına Saygılarımızla



Şekil 10. Zonguldak Madencilik Anıtı.

KAYNAKLAR

- Apaydın, A, 2020, Zonguldak Şehrinin Kömüre Bağlı Tarihi ve Talihi Üzerine Bir İnceleme, *Yer Altı Kaynakları Dergisi* Yıl-18, sayı 18,
- Devlet Planlama Teşkilatı, (1991) VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Taşkömürü Raporu, Yayın No: DPT: 2286 - ÖİK: 398, Ankara,
- Duran, E., Asar, A. (2019). Kitap İncelemesi - İşçi Okuma Kitabı - 1947. Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi , 5 (2) , 128-135 ., Uşak
- Dünyada ve Türkiye’de Madencilik Sektörü İstanbul Ticaret Odası Raporu, 2009, S.4 İstanbul
<http://kdzereglifutbol.blogspot.com/2019/02/1947-ylna-ait-bir-fotograf-yer-zonguldak.html>
<http://www.haber3.com/kelebegin-ruyasindan-yansiyan-mukellefiyet-donemi-Zonguldakta-genc-yasta-veremden-o-1810017h.htm#ixzz3x4DTmpXX>
<https://www.hedefhalk.com/haber/madenci-ailelerine-yonelik-sosyal-sorumluluk-projesi-1366038>
- Madencilik Sektörü ve Politikaları Raporu Maden Mühendisleri Odası yayınları 2011, Ankara
- Meliha Tümerderim Fotoğraf Albümü, (Ağustos 2018), Balıkesir.
- NÇMMTAL,2022, Nurettin Çarmıklı Madencilik Meslekî ve Teknik Anadolu Lisesi,
[https://ivrindi.meb.gov.tr/www/turkiyenin-ilk-madencilik-lisesi-olan-nurettin-carmikli-madencilik-mesleki-ve-teknik-anadolu-lisesinin-acilisi-gerceklestirildi/icerik/1109,\(Temmuz,2022\)](https://ivrindi.meb.gov.tr/www/turkiyenin-ilk-madencilik-lisesi-olan-nurettin-carmikli-madencilik-mesleki-ve-teknik-anadolu-lisesinin-acilisi-gerceklestirildi/icerik/1109,(Temmuz,2022))
- Rahmi Kocaman Fotoğraf Albümü, (Mart 2018), Ankara
- Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama Hüseyin Ceylan ve Volkan S. Başhelvacı Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 71450 Türkiye. AKG Gazbeton A.Ş. Kırıkkale İşletmeleri, Bahşılı, Kırıkkale, 71100 Türkiye Telefon: 0 (318) 357-4242; Fax: 0 (318) 357-2923, husceylan@hotmail.com, volkanbashelvaci@akg-gazbeton.com.
- TTK, 2022, Türkiye Taşkömürü Genel Müdürlüğü, TTK, <http://taskomuru.net/tr/tarihce/> (Temmuz 2022)
- Yurtoğlu, N, (2016/Güz) Türkiye’de Zonguldak- Ereğli Kömür Havzasının Yapısal Analizi. (1920-1960) 215 ÇTTAD, XVI/33, Kastamonu

MADEN ÇALIŞANLARINDA BESLENMENİN ÖNEMİ IMPORTANCE OF NUTRITION IN MINE EMPLOYEES

Gülgün Ünal*

KİAŞ Çayırhan Linyit İşletmesi Beslenme ve Diyet Uzmanı

ÖZET İşçi beslenmesi, işçi sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmesi gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Madencilik sektöründe çalışanların enerji gereksinimleri ve beslenme örüntülerinin sağlıklı bir şekilde düzenlenmesi için kurumlarda Diyetisyenlerin bulunması elzemdir. Çalışanların hastalıklara karşı korunmasında ve düzenli takiplerinin yapılabilmesi için iş yeri hekiminin ve diyetisyenin iş birliği önemlidir. Son yıllarda maden işçileri beslenmesine yönelik yeterli kaynak bulunmamaktadır. Bu derlemenin amacı, maden işçilerinde beslenmenin önemine dikkat çekmektir.

ABSTRACT Worker nutrition is among the important issues that should be evaluated within the scope of worker health and safety. It is essential to have Dietitians in institutions in order to regulate the energy needs and nutrition patterns of those working in the mining sector in a healthy way. The cooperation of the workplace physician and the dietitian is important in order to protect the employees against diseases and to make their regular follow-ups. In recent years, there are not enough resources for the nutrition of mine workers. The purpose of this review is to draw attention to the importance of nutrition in mine workers.

* gulgununal8221@gmail.com

1. GİRİŞ

Beslenme; sağlığı korumak, geliştirmek ve yaşam kalitesini yükseltmek için vücudun fizyolojik gereksinimi olan besin öğelerini yeterli miktarlarda ve uygun zamanlarda almak için bilinçli yapılması gereken davranıştır.

Sosyal yaşam, çevresel faktörler, cinsiyet, fiziksel aktivite yoğunluğu, maddi olanaklar beslenme düzenimizi etkileyen önemli etmenlerdendir. Özellikle iş yaşamındaki çalışma koşulları (harcanan enerji, tüketilen öğünlerdeki besin kalitesi, çalışılan bölgenin sıcaklığı) çalışanların yaşam kalitesinde önemli bir rol üstlenir. Temel olarak işçi beslenmesi, beslenmeye ait ilke ve süreçlerin işçiler için uygulanmasıdır (Saltık, 1995).

İşçi Beslenmesi ile ilgili 23.08.2015 tarihli ve 29454 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Kamu Görevlilerinin Geneline ve Hizmet Kollarına Yönelik Mali ve Sosyal Haklara İlişkin 2016 ve 2017 yıllarını kapsayan Toplu Sözleşmede koruyucu gıda hükmü bulunmaktadır (TÜBER, 2015).

2.ÇALIŞAN BESLENMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN TEMEL HUSUSLAR

2.1. Enerji Gereksinimi

Fizyolojik olarak kadın ve erkeğin kas yüzdesi, yağ yoğunlukları hormonal aktiviteleri, vb. farklıdır. Bu sebeple aynı işi yapsalar dahi farklı cinsiyetlerdeki bireylerin enerji tüketiminin aynı olması mümkün değildir (TÜBER, 2015).

Çizelge 1. Farklı cinsiyetlerdeki bireylerin enerji tüketimi.

İŞİN AKTİVİTESİ	KADIN	ERKEK
HAFİF	2100 kkal	2500 kkal
ORTA	2300 kkal	3000 kkal
ORTA-AĞIR ARASI***	2600 kkal	3500 kkal
AĞIR***	3000 kkal	4000 kkal

Yapılan işin niteliği (dakika başına harcanan enerji) , cinsiyet ve çalışma koşulları (sıcaklık dengesi); enerji hesabı yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır. Maden işçileri ağır fiziksel aktivite kategorisinde değerlendirilmektedir (McPhee, B. 2004). 564 maden işçisinin beslenme durumlarının incelendiği bir çalışmada yetersiz enerji

alımının yorgunluk belirtilerini arttırdığı sonucuna varılmıştır (Pelders and Nelson, 2019).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO); enerji alımında % 1 kalorilik artışının, genel işçi üretkenliğini % 2.27 arttırdığını bildirmektedir. Ayrıca düşük kalori alımı ve vücut ağırlığının azalmasıyla güçsüzlük, halsizlik, düşük üretim, yorgunluk ve iş kazalarının olabileceği gibi çeşitli durumlara dikkat çekilmiştir (Wanjek, 2005).

Yeraltı çalışanları enerji ihtiyaçları bakımından orta ağır ve ağır kategorilerine dâhildir. Bu sebeple çalışanlara iş yerinde verilecek menü planlanırken ekstra özen ve dikkat gerekmektedir. Çalışan bireye ani enerjilerine yüklemelerine neden olacak yoğun menüler sunmak kısa vadede çalışanın kan şekerinde değişime, gün içerisinde rehavete ve çalışma konsantrasyonunda bozulmalara neden olabilir. Aynı zamanda harcanan kaloringin altında beslenme programı oluşturmak ise kan glikozunda düşüşe neden olmakla birlikte kas ve karaciğerde glikojen depolarının boşalmasına sebep olabilir. Uzun vadede ise kişide beslenme yetersizliklerinin görülmesine neden olabilir (TÜBER, 2015; Üner ve Yılmaz, 2020).

Çok soğuk veya çok sıcak çalışma ortamında çalışan işçilerin enerji alım değeri artar. Örneğin; ortamın sıcaklığı 10-14 derecenin altında her 10 derece indiğinde, enerji gereksinimi %5-10, ortamın sıcaklığı 30 derecenin üzerinde her 1 derece yükseldiğinde enerji gereksinimi %5 artar (TÜBER, 2015).

İş yerinde verilen bir öğün yemeğin işçilerin günlük enerji gereksinimlerinin en az yarısını karşılaması gerekir. Yeraltı çalışma ortamlarında ise ortam sıcaklığı çalışılan bölgeye göre değişiklik göstermektedir (TÜBER, 2015).

3.BESLENME ÖRÜNTÜSÜNÜN DÜZENLENMESİ

3.1.Karbonhidrat

Birincil makro enerji kaynağı olan karbonhidratlar, işçilerde de %55-60 oranında beslenme düzeninde yerini almalıdır. Karbonhidrattan gelen enerjinin %85'nin bileşik karbonhidrat, % 15'inin basit karbonhidratlardan oluşması gerekmektedir (Türk İş., 2014).

Ağır fiziksel hareket gerektiren durumlar için kompleks karbonhidratlar daha elverişli olup, kas aktivitelerinde yağlara oranla % 4-5 oranında daha verimli enerji kaynağıdır (Arslan, 2006; Baysal, 2009). Örneğin kurubaklagiller, tam tahıllı unlu mamüller, sebze ve meyveler beslenme örüntüsüne dahil edilebilir. Fazladan karbonhidrat alımı özellikle de ulaşımı kolay olan basit şekerlerin tüketimi (çikolata, beyaz ekmek, helva asitli içecek vb.) kan şekerinde ani yükselmelere ve düşüslere

sebepler olur. Hipoglisemi çalışanın motivasyonunda bozulmalara ve iş kazası riskinin artmasına zemin hazırlar (TÜBER, 2015).

3.2. Protein

Maden işçilerinde kas gücü temel iş yükünü oluşturduğu için kas kaybı sıklıkla görülmektedir. Kasların tekrardan onarılabilmesi için optimal protein alımı elzemdir (Dabhadker et al., 2013). Bu nedenle ağır işçi statüsünde ve gece vardiyası sisteminde çalışanlarda protein ihtiyacının karşılanmasına özen gösterilmelidir. Protein kaybını arttıran bir diğer unsur ise dehidrasyondur (TÜBER, 2015).

Kas kütlelerinin korunmasını sağlamak için beslenme örüntüsü açısından gelen enerjinin % 12-15 'i proteinlerden karşılanmalıdır. Ağırlıklı olarak hayvansal proteinler kullanılmalıdır. Her gün olmamak kaydıyla bitkisel temelli proteinleri de tahıl ile zenginleştirerek verimli bir yemek sunmak mümkündür (TÜBER, 2015).

3.3. Yağ

Günlük enerji alımının en az %15-20'si yağlardan karşılanmalıdır. Çünkü yağlar, diyetin enerji içeriğini arttırmakla birlikte yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E ve K vitaminleri) emiliminin sağlanmasında etkin rol oynar. İşçinin beslenme örüntüsünde yağdan alınacak enerji toplam diyet enerjisinin % 30'unu geçmemeli ve büyük çoğunluğu doymamış yağ asitlerinden sağlanmalıdır (TÜBER, 2015). Orta yoğunlukta bir aktivite esnasında iskelet kasının ihtiyaç duyduğu enerjinin yarısı plazmadaki serbest yağ asitleri ile çeşitli yağ kaynaklarından karşılanmaktadır. Aktivite süresi arttıkça enerji harcamasında yağ oksidasyonunun payı artış göstermektedir. Maden işçileri de yüksek yoğunlukta fiziksel aktiflik gösterdikleri için diyetlerindeki yağ örüntüsü önem arz etmektedir (Stellingwerff et al., 2007).

3.4. Vitamin-Mineral

Yeraltı çalışanlarında antioksidan özelliğe sahip; A,C,E vitaminlerinin tüketimi önemlidir. Özellikle ağır metal benzeri toksisiteye sebep olabilecek ortamlarda çalışanların beslenmelerinde mutlaka yeşil yapraklı sebzeler, turuncgiller, kuru yemişler bulunmalıdır.

Vardiya usulü veya yeraltında çalışan işçiler gün ışığından daha az yararlanmaları nedeniyle D vitamini eksikliği açısından risk altındadırlar. Yağda çözünen vitaminler grubuna dahil olan D vitamini eksikliğinde, kaslarda güç kaybı, denge koordinasyonunda azalma ve düşme riskinin artışa neden olur. Bunun sonucunda ise işçi sağlığı ve güvenliğini olumsuz etkilenmektedir. (Murad, et al., 2011; Romano et al., 2015; Bilici vd., 2015) Düzenli vitamin kontrollerinin hekim gözetiminde takip

edilmesi aynı zamanda beslenme alışkanlıklarına yağlı balıkların ve örnek protein olan yumurtanın dahil edilmesi önem taşımaktadır (Baysal, 2009).

Mineraller vücut metabolizmasında çok fazla enzim işleyişinde görevlidir. İşçilerin metabolizmalarının düzenli çalışması için elzemdir. Yeterli çinko alımı çalışanın performansını olumlu yönde etkiler (TÜBER, 2015). Örneğin; minerallerden demirin vücutta oksijen taşınması ve kan yapımındaki rolü nedeniyle işçi performansı üzerinde önemli etkileri vardır. Gecikmeden tedavi edilen demir eksikliği anemisi üretkenlik seviyelerini %20'lere kadar arttırabilmektedir (WHO,2017). Bu nedenle demir emilimini arttırmak için C vitamini kaynakları ile tüketilmesi önerilmektedir. Maden işçilerinde potasyum eksikliğine bağlı kas krampları görülebilmektedir.

Potasyumdan zengin, kuru kayısı, muz ve portakal gibi besinlerin iskelet kasları ve kalp kasının düzenli çalışmasında etkili olduğu bilinmektedir (TÜBER, 2015).

Yetersiz çinko alımı, bağışıklık sisteminin bozulmasına ve fiziksel aktivitede düşüşe sebep olmaktadır. Bunlara ek olarak, çinko eksikliğinde karanlığa adaptasyonda azalma, doku yenilenmelerinde gecikme ve sinir sistemi bozuklukları rapor edilmiştir. Kömür madeni işçilerinde sıkça görülen akciğer hastalıklarından korunmada çinko etkin rol oynamaktadır. İşçilere çalışma saatlerinde olmasa da; yağlı tohumların tüketimini ara öğün alışkanlığı kazandırılarak beslenme planına dâhil edilmesi sağlanabilir (Baysal, 2009; TÜBER, 2015).

3.5. Sıvı Alımı

Metabolizmanın düzenli çalışması için önemli unsurlardan birisi de sıvı alımıdır. Sıcakta fiziksel çalışma sırasında, ter çıkışı genellikle su alımını aşabilir ve bu da vücutta su eksikliğine veya dehidrasyona neden olabilir. Tam veya yarım yüz maskeleri gibi koruyucu ekipmanların kullanılması sıvı tüketimini zorlaştırabilir ve iş yerinde dehidrasyona daha fazla katkıda bulunabilir (Robert and Michael, 2007).

Maden işçilerinin temiz suya ulaşımının sağlanması önem arz etmektedir. Aynı zaman şeker ve kafein içeriği yüksek içeceklerin tüketiminin sınırlandırılması gerekebilir. Örneğin, fazla miktarda tüketilen çay demir eksikliğine; şekerli içeceklerin de şeker düzeylerinde dengesizliklere zemin hazırlayabileceği unutulmamalıdır (Baysal, 2009; Varghese and Hansen, 2018).

Sıcak ortamlarda ortalama 15 dk. 'da bir kez 1 bardak sıvı tüketimi önerilmektedir. Süt bazlı sıvılar sindirim sistemini yormalarından dolayı sıcak ortam çalışmalarında uygun görülmemektedirler (Babalık, 2016).

Brake ve ark. (2003) termal stres altında uzun vardiyalarda (12 saat) çalışan maden

işçilerinin sıvı kayıplarını ve hidrasyon durumunu gözlemlemişlerdir. Madencilerin %60'ının susuz çalıştıklarını ve hidrasyon durumlarının 10-12 saatlik vardiya boyunca iyileşmediğini saptamışlardır. İşçilerin genellikle sadece iş başında susuz kalmakla kalmayıp, aynı zamanda iş gününe sıvı eksikliği ile de başlayabilecekleri belirlenmiştir (Brake and Bates, 2003).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşçi beslenmesi, beslenme ve diyetetik uzmanlıkları içerisinde farkındalığının artırılması gereken alanlardandır. Üretim sektörü ile birebir ilişkili bu alanda çalışanların iyi halinin korunması uzun vadede ülke ekonomisine de pozitif katkılar sağlayacaktır. Bu konuda dikkat edilecek hususlar aşağıda sıralanmıştır:

1-Menüler sulu yemek ve kumanya menülerinin diyetisyen ve gıda mühendisi kontrolünde çalışanların enerji ve besin ögesi ihtiyaçları göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Aynı zamanda yemeğin tat, koku, sunum açısından tatmin edici olmasına da özen gösterilmelidir.

2-Yemeğin yenildiği ana öğünde fazla yüklenilmemesi adına çalışanlar; ana öğüne ek 1 ara öğün yapmalıdır.

3- İşçiler ara öğünlerde içecek olarak; süt, ayran, limonata, bitki çayları, meyve suları, yiyecek olarak çeşitli sandviçler, kek, bisküvi, poğaç, börek, meyve, ceviz, fındık ve kuru meyve tüketebilirler.

4- İşçiler gün içerisinde antioksidan vitamin, mineral ve bitkisel kimyasalları yeterince tüketebilecekleri meyve ve sebze çeşitliliğini sağlamalıdır.

5-Sıvı alımının artırılması amacıyla su harici içeceklerin de (süt, ayran, limonata, meyve suyu) belirli miktarlarda tüketimi teşvik edilmeli.

6- Beslenme konusunda bilgilendirici afiş ve broşürler hazırlanmalı, eğitimler düzenlenmeli gerekirse sadece kurumdaki çalışanlarla da kalmayıp aileleri de dâhil edilmelidir.

Sonuç olarak, toplu beslenmenin yapıldığı kalabalık kurumlarda çalışan işçilerin diyetisyen tarafından vücut ağırlığı ve beslenme durumunun kontrol altında tutulması optimal sağlık ve çalışma verimliliği açısından elzemdir.

KAYNAKLAR

- Arslan, P. Beslenme Eğitimi. Ankara: Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası
- Babalık, F. C. Mühendisler İçin Ergonomi İşbilim. Bursa: Dora Yayıncılık. 2016.
- Baysal, A. Beslenme. Ankara: Hatiboğlu Yayınları. 2009.
- Bilici, S., Sağlam, F., Beyhan, Y., Barut-Uyar, B., Dikmen, D., Goktas, Z., Attar, A. J., Mucka, P., Uyar, M. F. Energy Expenditure And Nutritional Status of Coal Miners: A Cross-Sectional Study. Archives of Environmental & Occupational Health, 2015, 71 (5), 293-299
- Brake DJ, Bates GP: Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts. Occup Environ Med 60(2):90-96, 2003.
- Dabhadker, K., Shrivastva, R., Sharma, A. Nutrition of Coal Mine Workers (A Case Study of Korba Coal Mines, Chhattisgarh. International Journal of Scientific & Technology Research, 2013, 2 (5), 278-287.
- McPhee, B. (2004). Ergonomics in mining. *Occupational Medicine*, 54(5), 297-303.
- Murad, M. H., Elamin, K. B., Abu Elnour, N. O., Elamin, M. B., Alkatib, A. A., Fatourehci, M. M., Almandoz, J.P, Mullan, R.J., Lane, M. A., Liu, H., Erwin, P. J., Hensrud, D. D., Montori, V.M. The effect of vitamin D on falls: a systematic review and meta-analysis. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2011; 96 (10), 2997-3006.
- Kenefick, R.W & Sawka, M. (2007) Hydration at the Work Site, Journal of the American College of Nutrition, 26:sup5, 597S-603S, DOI: 10.1080/07315724.2007.10719665
- Romano, A., Vigna, L., Belluigi, V., Conti, D. M., Barberi, C. E., Tomaino, L., Consonni, D., Riboldi, L., Tirelli, A. S., Andersen, L. L. Shift work and serum 25-OH vitamin D status among factory workers in Northern Italy: Crosssectional study. Chronobiology International. 2015; 32 (6), 842-847.
- Saltık, A. İşçi Beslenmesi. Beslenme ve Diyet Dergisi. 1995, 24 (1), 123-149.
- Stellingwerff, T., Boon, H., Gijzen, A. P., Stegen, J. H., Kuipers, H., & van Loon, L. J. Carbohydrate supplementation during prolonged cycling exercise spares muscle glycogen but does not affect intramyocellular lipid use. Pflügers Archiv-European Journal of Physiology, 2007, 454 (4), 635-647.
- TÜBER Türkiye Beslenme Rehberi 2015. Ankara:T.C. Sağlık Bakanlığı. 2016.
- Türk İş. Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu, İş Sağlığı ve Güvenliği Ders Notları. Ankara: Grup Matbacılık, 2014. Erişim: <http://www.turkis.org.tr/dosya/IEzkbGK8Lyp.pdf>
- Üner, M. H., & Yılmaz, İ. İşçi Beslenmesi, İş Kazaları ve Üretkenlik İlişkisinin İncelenmesi. Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 3(3), 169-179. 2020
- Wanjenk, C. Food At Work, Workplace Solutions For Malnutrition, Obesity, And Chronic Diseases. Geneva: International Labour Office (ILO). 2005 Erişim: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcom-publ/documents/publication/wcms_publ_9221170152_en.pdf
- World Health Organization. (2017, Mart) Micronutrient deficiencies. 2017; March 3-5, Geneva, Switzerland. Erişim: <http://www.who.int/nutrition/topics/ida/en/>

ZONGULDAK TAŞKÖMÜRÜ HAVZASI KÖMÜR KAYNAKLI METAN POTANSİYELİ ZONGULDAK HARDCOAL BASIN COALBED METHANE POTENTIAL

Muhammed Emin Bulguroğlu*, Canalp Özkul

Türkiye Petrolleri Genel Müdürlüğü, Arama Daire Başkanlığı, 06830 Ankara, Türkiye

Ali Sarı

Ankara Üniversitesi Üniversitesi, Müh.Fak.Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Ankara, Türkiye

ÖZET Ülkemizin enerjide tam bağımsız olması için ülke içerisindeki geleneksel ve geleneksel olmayan tüm doğal gazın üretime kazandırılması gerekmektedir. Zonguldak havzasında uzun yıllardır kömür kaynaklı metan gazı birikiminin olduğu bilinmektedir. Günümüze kadar birçok özel şirket Zonguldak Taşkömürü Havzasında bu amaçla çalışmalar yürütmüştür, ancak havzadan henüz ekonomik miktarda kömür kaynaklı metan gazı üretildiği bilgisi bulunmamaktadır. TPAO-TTK iş birliği ile yapılacak olan projenin Türkiye’de bugüne kadar yapılan en kapsamlı ve en profesyonel kömür kaynaklı metan gazı projesi olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada Zonguldak Taşkömürü Havzası’nın kömür kaynaklı metan gazı potansiyeli taşkömürünün; rezervi (1,5 milyar ton), olgunluğu Yüksek Uçuculu A-B), toplam gaz içeriği (8-25 m³/ton), metan tutma kapasitesi (5,7-18,91 m³/ton), iletkenliği (11 milidarcy) ve çatlak sistemleri (gelişmiş cleat sistemi) bakımından incelenmiş ve analiz sonuçları Dünya’daki üretken kömür kaynaklı metan gazı basenleriyle karşılaştırılmıştır. Zonguldak Taşkömürü Havzası’nın diğer basenlere kıyasla yüksek potansiyel gösterdiği ve önemli bir enerji kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT In order for our country to be fully independent in energy, all traditional and non-traditional natural gas in the country must be brought into production. It is known that there is coalbed methane accumulation in the Zonguldak basin for many years. Until today, many private companies have carried out studies for this purpose in the Zonguldak Hard Coal Basin, but there is no information that an economical amount of coalbed methane has been produced from the basin yet. It is thought that the project, which will be carried out with the cooperation of TPAO-TTK, will be the most comprehensive and professional coalbed methane project ever done in Turkey. In this study, the coalbed methane potential of the Zonguldak Hard Coal Basin was determined as; reserve (1,5 billion tons), maturity (High Volatile A-B), total gas content (8-25 m³/ton), methane holding capacity (5,7-18,91 m³/ton), permeability (11 milidarcy) and cleat systems (developed cleat system) and the results of the analysis were compared with productive coalbed methane basins on Earth. It has been concluded that Zonguldak Hard Coal Basin has a high potential compared to other basins and can be an important energy source.

*mebulguroglu@tpao.gov.tr

1.GİRİŞ

Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın metan gazı potansiyeli çok uzun yıllardır bilinmektedir. Zonguldak Taşkömürü Havzası'nda 1848 yılından günümüze kadar taşkömürü kömür üretimi yapılmaktadır. Bu üretim sürecinde metan gazının madenlerdeki oranının artması ve tetiklenmesi sonrasında grizu patlamalarının meydana geldiği bilinmektedir. Zonguldak'ta taşkömürü madenlerinde 1969 ve 2013 yılları arasında 90 adet ani gaz ve kömür püskürmesi olayı kaydedilmiş ve bu olaylarda 374 kişi hayatını kaybetmiştir (Esen vd. 2018). Grizu kaynaklı ölümleri engellemek ve maden güvenliğini sağlamak amacı ile 1980'li yıllardan itibaren Zonguldak taşkömürlerinin metan gazı potansiyeli ve bu gazın üretilerek ülke ekonomisine kazandırılması amaçlı çeşitli bilimsel araştırmalar yapılmıştır.

2. ZONGULDAK TAŞKÖMÜRÜ HAVZASINDA ÖNCEKİ YILLARDA YAPILAN KÖMÜR KAYNAKLI METAN GAZI PROJELERİ

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Zonguldak Taşkömürü Havzasında kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin tespitine yönelik 1991 yılında TÜBİTAK destekli bir proje gerçekleştirmiştir. Havzadaki gaz potansiyeli 620 milyar m³, maksimum üretilebilir gaz miktarı 120 milyar m³, gaz üretme potansiyeli 30-90 m³/ton, gaz tutma kapasitesi 5-20 m³/ton ve üretilecek metanın kalorifik değeri 11.470 kcal/m³ olarak hesaplanmıştır (Baltaş, 2018).

Zonguldak Taşkömürü Havzasında bulunan kömürlerin metan türetme potansiyelinin 75-200 m³/ton olduğu ancak metan gazı tutma kapasitelerinin 20-25 m³/ton olduğu yapılan modelleme çalışmasında görülmektedir (Yalçın vd., 2002). Havzada yapılan sondajların Mud Logging Unit (MLU) gaz okuma değerleri incelendiğinde metan okumalarının sadece kömürlerde olmadığı ayrıca kömürlerin tavan ve taban kumtaşları ile silttaşlarında da yüksek miktarda olduğu görülmüştür. Uzun yıllar boyunca taşkömürleri olgunlaşmalarına bağlı olarak türettikleri metanın bir kısmını kendi bünyelerinde barındırırken bir kısmını da daha gözenekli ve geçirgen özellikli taban ve tavan kayalarında biriktirmişlerdir.

Zonguldak Taşkömürü Havzasının kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin anlaşılması konusunda en kapsamlı çalışmalardan bir tanesi HEMA şirketi tarafından 2005-2016 yılları arasında yapılmıştır. HEMA şirketi raporuna göre havzada 251 bcf (71 milyar m³) ile 1823 bcf (516 milyar m³) arasında değişen metan gazı potansiyeli olduğu düşünülmektedir (US Trade and Development Agency Activity, 2012).

TTK hâlihazırda kömür üretilen ocaklardaki vantilatörlerden geçen metan gazı oranlarını kullanarak VAM (Ventilation Air Methane) hesaplamaları yapmıştır. Kurum tarafından yıllık kömür üretimi sırasında 5 maden işletme tesisinden 60 milyon m³ metan gazının dışarıya atıldığı hesaplanmıştır. Yine, TTK'nın yayımladığı raporda Zonguldak Taşkömürü Havzasında 40 milyar m³ üretilebilir metan gazı olduğundan bahsedilmektedir (Baltaş, 2018).

Yapılan bir başka çalışmada ise Zonguldak Taşkömürü Havzasının kömür kaynaklı metan gazı potansiyelini Monte Carlo yöntemi ile test edilmiş ve 1,5-7 milyar m³ yerinde gaz, 1,03-2,9 milyar m³ ise üretilebilir doğal gaz olabileceğini öne sürmüştür (Serpen vd. 1998).

2018 yılında TPAO ile TTK arasındaki iş birliği protokolü ile başlayan ve 06.05.2020 tarihinde imzalanan “TTK’nın İmtiyaz Sahasında Yapılacak Olan Kömür Kökenli Metan (CBM) Gazı Pilot Projesi Sözleşmesi” ile devam eden süreçte TPAO çeşitli kurumlardan topladığı verileri ve analizleri değerlendirerek “Zonguldak’ta Bulunan TTK’nın İmtiyaz Sahalarındaki Taşkömürlerinin Metan Gazı Potansiyelinin İncelenerek Ülke Ekonomisine Katılması Üzerine Yapılan Fizibilite Çalışması” adlı kapsamlı bir rapor hazırlamıştır. Günümüze kadar yapılan tüm çalışmaların değerlendirildiği bu raporda yapılan rezerv hesaplamaları değerlerinin birbirlerinden çok farklı olmasının sebepleri de anlatılmıştır.

Zonguldak Taşkömürü havzasında toplam rezervin hesaplanmasında TTK tarafından MTA’ya yaptırılan kömür aramacılığı sondajları kullanılmıştır. Bu sondajlar çoğunlukla 900-1.000 metre uzunluğundadır, ancak havzada açılan bazı derin sondajlarda ise kömürlerin 1800 metrelere ulaştığı bilinmektedir. Bu nedenle TTK tarafından 2017 yılında verilen havzadaki toplam taşkömürü rezervini gösteren yaklaşık 1,5 milyar ton toplam taşkömürü rezervinin gerçek rezervin çok altında olduğunu göstermektedir (TTK 2017). TPAO tarafından Zonguldak Taşkömürü havzasında yapılan 2 ve 3 boyutlu sismik çalışmaları incelediğinde, özellikle sondaj yapılmayan alanlarda da kömürlü formasyonların bulunduğu ve devamlı olduğu görülmektedir. Ereğli’den Cide’ye kadar uzanan ve boyutları 7.000 km²’den fazla olan Zonguldak Taşkömürü havzasındaki 1.5 milyar ton kömür rezervinin en az 10-20kat daha fazla olduğu düşünülmektedir. Ancak sondajların azlığı, yeterli çözünürlükte ve sayıda sismik araştırmanın olmaması sebebiyle en azından yakın gelecekte gerçekçi bir kömür kaynaklı metan gazı rezervi hesaplaması yapılmasının mümkün olmadığı görülmüştür. Bugüne kadar yapılan tüm kömür kaynaklı metan gazı rezerv değerlerinin, toplam kömür rezervi üzerinden yapılmış olması nedeniyle bu çalışmaların tamamının görünenden daha az rezerv değeri hesapladığını göstermektedir.

TPAO tarafından yapılan fizibilite çalışmalarında kömür kaynaklı metan gazının kömürlü formasyonları örten geçirimsiz killi formasyonların olmadığı durumlarda yeryüzüne çıkmış olduğu tespit edilmiştir. Ancak, Karadon sahasında olduğu gibi, TTK’nın Karadon Taşkömürü İşletmesinden doğuya doğru gidildikçe, kömürlerin Baremiyen yaşlı Zonguldak Formasyonu Kireçtaşlarının altında kalması ve içlerinde kömürlü seviyeler bulunan Karadon, Kozlu, Kılıç, Alacağzı Formasyonlarının çeşitli şeylli seviyeler bulunması sebebiyle kömür gazına örtü görevi yapabileceği, bu nedenle de havzadaki metan gazı potansiyelinin hesaplanan değerlerden çok daha fazla olabileceğini değerlendirmişlerdir.

3. KÖMÜR KAYNAKLI METAN GAZI PROJESİNİN ÖNEMİ

Ülkemizin enerjide tam bağımsız olması için ülke içerisindeki geleneksel ve geleneksel olmayan diğer enerji kaynakları ile birlikte tüm doğal gaz kaynaklarının üretime kazandırılması gerekmektedir. Uzun yıllardır içerisinde metan gazı birikiminin bulunduğu bilinen ve çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulan üretilebilir rezerv değerlerine bakıldığında Zonguldak havzasında ciddi bir kömür kaynaklı metan gazı çalışmasının yapılmasının gerektiği açıktır. Günümüze kadar birçok bilim insanı ve özel şirket bu konuda çalışmalar yürütmüş ancak buna rağmen henüz Zonguldak Taşkömürü Havzasından ekonomik miktarda kömür kaynaklı metan gazı üretildiği bilgisi mevcut değildir. Dolayısıyla TPAO-TTK iş birliği ile yapılacak olan projenin Türkiye’de bugüne kadar yapılan en kapsamlı ve en profesyonel kömür kaynaklı metan gazı projesi olacağı düşünülmektedir.

Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin modern bilimsel çalışmalarla belirlenmesinin ardından kömür kökenli metanı ve kömürü alınmış terk edilen galerilerdeki metanın üretilmesi ile hem ülke ekonomisine katkı sağlanabilir ve hem de ocaklardaki grizu patlamalarının önüne geçilerek can ve mal güvenliği artırılabilir.

Zonguldak’ta kömür madenciliği esnasında havaya verilen metan gazı değerleri yıllık 60 milyon m³ civarındadır (Baltaş 2018). Metan gazı, karbondioksit gazına oranla atmosferde 21 kat daha fazla sera gazı etkisi oluşturmaktadır (Aydın ve Karakurt 2009). 2015 yılında Zonguldak Kozlu’da metan drenajının iyi bir şekilde sağlanması için bir çalışma yürütülmüş ve hazırlanan raporda Kozlu’da sera gazı etkisinin çok fazla olduğu ve azaltılması gerektiği vurgulanmıştır (US EPA 2015). Avrupa Birliği’nin ve Türkiye’nin başlatmış olduğu gaz emisyonunu azaltma ve çevreyi koruma projelerinden önemli bir tanesi Zonguldak Taşkömürü Madenlerinin sera etkisinin azaltılmasıdır.

Kömür kökenli gazlarda çoğunlukla %95’den fazla CH₄ bulunmaktadır. Üretilmesi planlanan metan gazının saflığı ve çok fazla işleme gerek duyulmadan şebekeye verilecek olması üretim maliyetlerini de azaltacaktır.

Doğal gaz fiyatları son zamanlarda gerek bütün dünyayı etkileyen pandemi ve gerekse Rusya Ukrayna arasındaki savaş nedeniyle hızlı bir şekilde yükselmiş ve önceki yıllardaki satış rakamlarının kat be kat üzerine çıkmıştır. Bu durumlar ülkemizde kendi imkânlarımızla üretebileceğimiz her metre küp doğalgazı daha önemli hale getirmektedir.

Karadeniz’de doğalgaz keşifleri sonrasında Zonguldak Bölgesi çok yakın bir gelecekte doğalgaz üretim ve dağıtım merkezi haline gelecektir. Filyos Gaz Dağıtım İstasyonu Zonguldak’ta potansiyel olarak açılacak kömür kaynaklı metan gazı kuyularına yakın konumda olup, kömür kaynaklı olarak üretilecek doğalgaz çok düşük bir maliyetle doğrudan dağıtım sistemine katılabilecektir.

Bölgede bulunan derin kömür damarlarının madencilik yöntemi ile üretilmesi mümkün görülmemekle birlikte kömür kökenli metan gazı açısından değerlendirilmesi oldukça kolay ve ekonomik olacaktır.

4. KÖMÜR KAYNAKLI METAN GAZI POTANSİYELİ

Bir havzanın kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin anlaşılabilmesi için 5 önemli parametrenin derinlemesine incelenmesi gerekmektedir. Bunlar; taşkömürünün rezervi, olgunlaşma derecesi, toplam gaz içeriği, metan tutma kapasitesi, geçirgenliği ve çatlak sistemleridir.

4.1. Taşkömürünün Rezervi

Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın kömür rezerv hesabı en kapsamlı şekilde MTA tarafından yapılmıştır. Bu rezerv hesabında Zonguldak bölgesinde taşkömürü varlığının ve devamlılığının anlaşılabilmesi için çoğunlukla 1000 metre derinliğinde açılan sondaj verileri kullanılmıştır. Sondajlardan ölçülen kömür kalınlıkları poligon yöntemiyle birleştirilerek TTK'nın 5 farklı işletmesi olan Armutçuk, Kozlu, Üzümez, Karadon ve Amasra sahaları için ayrı ayrı rezerv hesaplamaları yapılmıştır. Sonuç olarak havzada 733 milyon ton görünür, 464 milyon ton muhtemel, 313 milyon ton da mümkün olmak üzere toplam 1,52 milyar ton kömür rezervi olduğu hesaplanmıştır (TTK 2017). Ancak, Bölgedeki yoğun tektonizma, kuyuların sadece belirli madenlerin etrafında olması, kuyuların yeterince derin olmaması ve madenlerin etrafı haricinde araştırma sondajlarının yapılmamış olması bu rezerv hesabının çok doğru olmadığını göstermektedir. Kozlu-20G gibi bazı derin araştırma sonuçları ortaya çıkarmıştır ki bölgede devasa büyüklükte bir taşkömürü rezervi bulunmaktadır. Bu rezervin tam miktarının anlaşılması mevcut sığ sondajlar ve eski sismikler ile mümkün değildir. Kömür rezervinin bilinmesi, havzadaki kömür kaynaklı gerçek metan gazı potansiyelinin ortaya çıkartılması için de çok önemlidir. Eldeki mevcut veriler değerlendirildiğinde Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki taşkömürü rezervinin kömür kaynaklı metan gazı potansiyeli açısından fazlasıyla yeterli olduğunu göstermektedir.

4.2. Taşkömürünün olgunlaşma derecesi

Taşkömürü kaynaklı metan gazı potansiyelini belirleme çalışmalarında kömürlerin olgunlaşma değerleri büyük önem arz etmektedir. Linyit seviyesi olgunluğuna sahip bir kömür çok düşük miktarlarda termal kökenli metan gazı türetme potansiyeline sahipken taşkömürleri ise derin gömülme ve aşırı olgunlaşmaya bağlı olarak daha yüksek termal kökenli metan gazı türetme potansiyeline sahiptir. Taşkömürü örneklerinin tam analizlerinde nem, uçucu madde, kül, sabit karbon, toplam kükürt, üst ısıl değer, alt ısıl değer, külde kükürt oranı ve hidrojen değerleri hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar TTK tarafından kömür satışında kullanım amaçlı olarak rutin bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Genel olarak, Zonguldak taşkömürlerinin olgunlaşma derecesi Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından ASTM

Rank gurubuna göre yüksek uçuculu A-B sınıfı olarak ölçülmüştür. Kömür kaynaklı metan gazı değerlendirilmesinde kömürün sınıfının bilinmesi termal olarak ne kadar metan üretebileceğine dair fikir edinilebilmesi için yeterlidir. Zonguldak'ta bulunan taşkömürlerinin olgunluk verileri metan gazı türetme kapasitesi bakımından yüksek potansiyele sahip olduklarını göstermektedir.

4.3. Taşkömürünün toplam gaz içeriği

TTK tarafından işletilen kömür madenlerinden rezervuar koşullarında kömür örnekleri alınarak toplam gaz içeriklerinin hesaplanması Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın metan gazı potansiyelinin belirlenebilmesi için çok büyük önem arz etmektedir. TTK İş Güvenliği Daire Başkanlığının yeni açılan galerilerden kömür örnekleri alarak toplam gaz içeriği ölçümleri yaptığı bilinmektedir. Toplam gaz içeriği ölçümleri, Türkiye Taşkömürü Kurumu İş Güvenliği Daire Başkanlığı laboratuvarlarında Australian Standarts 3980-1999 direkt ölçme metodu kullanılarak yapılmaktadır. Kömür damarlarının ayrı ayrı Q1 (Kayıp Gaz), Q2 (Yayılan Gaz), Q3 (Artık Gaz) fraksiyonları hesaplanmaktadır. Q1 – kayıp gaz hesaplanması burju sondaj tijleri ile alınan kömür örneklerinin rezervuar koşullarını karşılayan kanisterlere koyulmasına kadar geçen sürede kaybedilen gaz anlamına gelmektedir. Fiziksel olarak ölçülmesi mümkün olmayan bu değer Q2 fraksiyonunun yardımıyla formüller ile elde edilmektedir. Kanister içerisine alınan örnekler ile yaklaşık 45 günlük bir ölçüm sürecine başlanmaktadır. Ölçümler belirli periyotlar ile kanister içerisindeki yayılan gaz ölçümü şeklinde yapılmaktadır. Kömür örneğinin kanister içerisine yaymakta olduğu metan gazının miktarı neredeyse durma noktasına geldiğinde ölçülen toplam değer Q2 olarak yazılır ve kanister açılarak kömür örneği öğütme değirmenine aktarılır. Sonrasında değirmen içerisinde kömür iyice öğütülür. Dışarıya verdiği metan gazı ölçülür ve Q3 olarak yazılır. Toplam gaz içeriği de Q1, Q2 ve Q3 toplamı olarak hesaplanmaktadır.

TTK tarafından 2013 yılından günümüze kadar havzada farklı bölgelerden 94 adet kısa mesafeli yatay sondaj yapılarak toplanan 340 örneğin Q1 (kayıp gaz), Q2 (yayılan gaz), Q3 (artık gaz) ve toplam gaz içeriği değerlerinin ölçüldüğü bilinmektedir. Aynı örneklerden ayrıca kül içeriği, uçucu madde içeriği ve su içeriği analizleri de yapılmıştır. Çay kömür damarından 122, Acılık kömür damarından 81, Sulu kömür damarından 42, Büyük kömür damarından 29 örnek toplanmıştır. Ortalama toplam gaz içerikleri Çay kömür damarında 6,67 m³/ton, Acılık kömür damarında 5,9 m³/ton, Sulu kömür damarında 4,83 m³/ton ve Büyük kömür damarında 6,2 m³/ton olarak ölçülmüştür. Diğer 6 kömür damarından alınan 66 örneğin ortalama toplam gaz içeriği ise 7,76 m³/ton olarak ölçülmüştür (Bulguroğlu ve Sarı 2022).

Toplam gaz içeriği ölçümlerinin en doğru şekilde yapılması için daha önce madencilik ile ulaşılmamış kömür damarlarına yüzeyden yapılacak sondajlar ile ulaşılması ve damarda da muhafazalı bir şekilde karot operasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. TTK'nın gerçekleştirmiş olduğu toplam gaz içeriği

ölçümleri Zonguldak Taşkömürü Havzası için kömür kaynaklı metan gazı potansiyeli hakkında bir fikir vermekle beraber tam olarak doğru sonuçları göstermemektedir. Örnekleme esnasında kırılan kömür bünyesinde barındırdığı metan gazını havaya vermekte ve gerçek gaz potansiyelini büyük oranda kaybetmektedir. Zonguldak Taşkömürü havzası kömürlerinin toplam gaz içeriği değerlerinin 8 ile 25 m³/ton arasında olduğu değerlendirilmektedir. Bu değer sektörde kömür kaynaklı metan gazı üretim eşik değeri olarak bilinen 5 m³/ton değerinin oldukça üzerindedir.

4.4. Taşkömürünün metan tutma kapasitesi

Taşkömürünün metan gazı tutma kapasitesi adsorpsiyon olarak bilinmektedir. Adsorpsiyon için Zonguldak Taşkömürü Havzası kömürlerini temsil eden üç adet örnek galerilerden alınarak Türkiye Petrolleri AR-GE Merkezine getirilmiş ve bu örnekler üzerinde adsorpsiyon analizi yapılmıştır. Adsorpsiyon testleri için örneklerin 40 – 120 mesh aralığına kadar öğütülmüş olması gerekmektedir. Bu sebeple, 3 örnek de uygun aralığa kadar öğütülmüş ve her bir örnek için yaklaşık 60 gram örnek kullanılmıştır. Metan adsorpsiyon testi, GAI-100 test sistemi ve %99,95 saflıkta metan kullanılarak, 30 °C sıcaklıkta yapılmıştır. Üç adet kömür örneğinin de metan tutma kapasitesi 15,7-18,91 m³/ton olarak ölçülmüştür. Bu sonuç Zonguldak taşkömürlerinin toplam metan gazı içeriğinin %100 doygun olması durumunda 15-18 m³/ton arasında olduğunu göstermektedir. Doygunluk derecesi azaldıkça kömürlerin toplam gaz içeriği değerleri de azalacaktır. Ancak, galerilerde yapılan burğu sondajlar esnasında kömürlerin sondaj tijlerini fırlatmaları, kömürlerin yüksek gaz doygunluğuna ve basınca sahip olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarından hesaplanan toplam gaz içeriği değerlerinin doğruluğunun yüksek olması Zonguldak Taşkömürü Havzası taşkömürlerinin yeterli metan tutma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

4.5. Taşkömürlerinin geçirgenliği ve çatlak sistemlerinin incelenmesi

Kömür kaynaklı metan gazı üretiminde en önemli parametrelerden biri de metan gazının kömür dışına iletim mekanizmasının anlaşılmasıdır. Bu mekanizma öncelikle kömürdeki iletkenlik değerinin ölçülmesi ile görülebilir. Bu sebeple Zonguldak'ta bulunan TTK kömür galerilerinden bir kömür örneği alınarak TPAO AR-GE Merkezine getirilmiş ve bu örnekten tupa numunesi alınarak geçirgenlik ölçümü yapılmıştır. Örneğin geçirgenlik değeri 11 milidarcy olarak belirlenmiştir. Ancak kömürlü formasyonların yeraltı rezervuar koşullarında iletkenlik değerlerinin daha düşük olduğu bilindiğinden bu sonuç iyimser bir senaryo olarak değerlendirilmiştir. Daha doğru sonuçların alınabilmesi için, önceden madencilik yapılmamış olan bir bölgeden yüzey sondajı yardımıyla muhafazalı karot örneği alınmalı ve bu örnek üzerinde de geçirgenlik analiz tekrarlanmalıdır.

Kömürlerde oluşan çatlaklara “cleat” adı verilir. Bu çatlaklar genellikle kömür damarlarında tabaka yönlerine dik yönde gelişip birbirine paralel olan farklı çatlakların oluşturduğu çatlak sistemler halinde bulunurlar. İletkenlik ölçümü yapılan

örnekte ayrıca çatlak sistemlerinin anlaşılması önem arz etmektedir. Alınan örneğin boyutunun küçük olması sebebiyle aynı örnekte çatlak sistemi araştırması yapılamamıştır. Ancak aynı galeriden alınan daha büyük boyutlu örnek X-Ray CT analizine tabi tutulmuştur. Bu yöntemle kömür örneğinin içeriği 3 boyutlu olarak incelenmiş ve çatlak sistemlerinin varlığı görülmüştür.

İletkenlik değerlerinin yüksek olması ve efektif çatlak sistemlerinin varlığı da Zonguldak Taşkömürü Havzasında kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Zonguldak Taşkömürü Havzasının kömür kaynaklı metan gazı potansiyeli farklı parametreler vasıtasıyla Dünyadaki diğer üretken basenler ile karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Yaş olarak Karbonifer-Pennsylvanian-Westphalian olarak tanımlanan Zonguldak taşkömürleri Appalachian ve Arkoma Basenlerine benzerlik göstermekte, Uinta ve San Juan Basenlerinden daha yaşlı oldukları görülmektedir. Jeolojik yaşın kömürün olgunluğunu ve dolayısıyla kömürlerin metan gazı türetme kapasitesini etkilediği için oldukça önemli bir faktördür.

Çizelge 1. Zonguldak Taşkömürü Havzası kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin çeşitli parametreler yardımıyla Dünya'daki diğer kömür kaynaklı metan gazı üreten basenler ile karşılaştırılması (Flores 2014).

Kömürün Özellikleri	Zonguldak Taşkömürü Havzası	Appalachian Basın	Arkoma Basın	Uinta Basın	San Juan Basın
Yaşı	Pennsylvanian	Pennsylvanian	Pennsylvanian	Late Cretaceous	Late Cretaceous
Kalınlığı(m)	15-45	1-6.7	1.2-2.4	1-10	1.5-12.5
Olgunluğu	H.V.A-B Bituminous	H.V.A-Low Volatile	M.V.-L.V	H.V.B Bituminous	S.b.A-L.V
Toplam Gaz İçeriği(m³/t)	8-25	0.1-18.7	2.3-17.8	0.1-10.3	3-25
İletkenliği(md)	5-15	0.5-1.5	1-10	5-20	10-100
Derinliği(m)	0-2000	150-762	87-1341	305-1345	169-1220
Gaz Üretim Değerleri(m³/g)	Bilinmiyor	12-1.420	0-221.906	23.848-46.265	28.000-170.000

Zonguldak havzasında Kozlu, Karadon, Kılıç ve Alacağzı Formasyonları bol miktarda kömürlü seviye içermektedir. Bu Formasyonlardaki kömür kalınlıkları 0,1 ile 8 metre arasında değişmektedir. Derin sondajlardan alınan bilgilere göre ise toplamda 45 metreye kadar kömür kalınlığının var olduğu görülmektedir. Bu değer karşılaştırılan diğer tüm basenlerden daha yüksektir. Ancak tekil olarak kömür

damarı kalınlığında San Juan Baseni 10-12 metrelik kömür kalınlıkları ile daha iyi potansiyel göstermektedir.

Yüksek uçuculu A-B ve orta uçuculu-düşük uçuculu kömürler en yüksek termal metan gazı türetme potansiyeline sahip kömürlerdir. subbitümlü kömürlerin termal kökenli metan türetme potansiyeli çok sınırlıdır. Bu sebeple Zonguldak taşkömürleri diğer basenlere benzerlik göstererek yüksek potansiyel arz etmektedir.

Toplam gaz içeriği değeri olarak Zonguldak Taşkömürü Havzası, Amerika Birleşik Devletlerinin en üretken baseni olan San Juan Basenine benzerlik göstermektedir. Kömürün iletkenliği ve çatlak sistemleri bakımından Zonguldak Taşkömürü Havzası 5-15 milidarcy olarak değerlendirilmiş olup, Uinta Basenine benzerlik göstermektedir. San Juan Baseninden düşük değerler görülmesine rağmen her geleneksel olmayan enerji kaynaklarında olduğu gibi hidrolik çatlatma yöntemi gibi farklı teknikler kullanılarak iletkenlik artırılabilir.

Amerika Birleşik Devletleri basenlerinde kömürler sığdan başlayarak yaklaşık 1200 metre derinliğe kadar inmektedir. Zonguldak'ta ise durum buna benzer olmakta beraber 1200 metreden daha derinlerde de kömür varlığının olduğu bilinmektedir. Günümüz ekonomik şartlarında yüksek sondaj maliyetleri sebebiyle derin kömür damarlarından metan gazı üretimi ekonomik olmayabilir, ancak gelişen teknolojiler sayesinde maliyetler süratle düşmektedir. Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki derinlerde bulunan yüksek olgunluktaki taş kömürleri yakın bir gelecek de kömür kaynaklı metan gazı rezervleri açısından bir avantaj olacaktır.

Kömür kaynaklı metan gazı üretme değerleri ortalama özelliklere sahip basenler için bir kuyuda 5.000-20.000 m³/gün arasında iken San Juan Baseni gibi yüksek potansiyeli olan bölgelerde 170.000 m³/gün'e ulaşmaktadır. Zonguldak havzasında bu değer ne kadar olacağı bilinmemekle beraber, birden fazla seviyede yapılacak hidrolik çatlatma operasyonu ve gazlı olduğu değerlendirilen rezervuar özelliğindeki kumtaşlarında uygulanacak farklı üretim teknikleri ile San Juan Basenine benzer üretimlerin gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aydın, G., Karakurt, İ. 2009. Yeraltı Kömür Damarlarından Üretilen Metanın Kullanım Teknolojileri, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15, 1.
- Baltaş, A. 2018. Zonguldak Havzasının Metan Potansiyeli ve Metan Üretimi Çalışmaları, Türkiye 21. Uluslararası Kömür Kongresi Bildirileri, 125-139.
- Bulguroğlu, M.E., Sarı, A., 2022. Zonguldak Taşkömürü Havzası Kömür Kaynaklı Metan Gazı Potansiyeli, Uluslararası Katılımlı 74. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 446
- Esen, O., Fisne, A., Ökten, G. ve Black, D. 2018. Gas Desorption rate of coal seams in Zonguldak coal basin as an indicator of outburst proneness, Coal Operators Conference, 264-272.
- Flores, R.M., 2014. Coal and Coalbed Gas, Worldwide Coalbed Gas Development, 511-572
- Serpen, U., Alpkaya, E. N. ve Ozkan, E. 1998. Preliminary Investigation of Coalbed Methane Potential of the Zonguldak Basin Turkey

- U.S EPA Coalbed Methane Outreach Program 2015. Pre-feasibility Study for Coal Mine Methane Drainage and Utilization at the Kozlu Coal Mine in Zonguldak, Turkey
- U.S. Trade and Development Agency 2012. Coalbed Methane Recovery and Utilization Project in Turkey, Feasibility Study
- TPAO, 2020. Zonguldak'ta Bulunan TTK'nın İmtiyaz Sahalarındaki Taşkömürlerinin Metan Gazı Potansiyelinin İncelenerek Ülke Ekonomisine Katılması Üzerine Yapılan Fizibilite Çalışması
- TTK, 2017. Zonguldak Kömür Havzası Rezervleri
- Yalçın, M.N., İnan, S., Gürdal, G., Mann, U. ve Schaefer, R.G. (2002). "Carboniferous coals of the Zonguldak Basin (Northwest Turkey): Implications for coalbed methane potential", AAPG Bulletin, v.86, no.7 (July 2002), 1305-1328.

KÖMÜR MADENLERİNE PSİKOSOSYAL RİSK ANALİZİ BAKIŞI: MADEN ÇALIŞANLARININ İŞ TALEPLERİNE DAİR ALGILARI

A PSYCHOSOCIAL RISK ANALYSIS PERSPECTIVE TO COAL MINES: PERCEPTIONS OF MINING WORKERS ON JOB DEMANDS

İdil Işık*, Şafak Öz Aktepe, Esin Çetin Özbudak, Faruk Ceylan, Yasin Kuzdağ, Aleyna Dönmez, Kağan Güney

İstanbul Bilgi Üniversitesi

ÖZET Bir endüstri olarak madencilik, çalışanların çeşitli fiziksel, biyolojik, kimyasal ve psikososyal risklerle karşı karşıya olduğu çalışma ortamları yaratır. Görevlerin çok çaba sarf edilmesini gerektirmesi, yani iş taleplerinin yüksek olması, çalışanların bu talepleri mevcut kaynakları ile karşılamalarını güçleştirir. Bu "yüksek talep" bağlamı, işin yarattığı fiziksel yükün dışında, çalışanların psikolojik açıdan da zorlanmalarına, çeşitli psikolojik sağlık sorunlarına, yani psikososyal risklere yol açabilmektedir. Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilen "İş'te Psikososyal Güvenlik Projesi" maden sektörü çalışanlarının psikososyal risklerini araştıran ve çözüm için model önerileri getirmeyi hedefleyen bir projedir. Bu bildiri de, maden sektöründe çalışmanın neden olabileceği psikososyal risk unsurları arasında yer alan "işin çalışandan yoğun talepleri" üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda, Zonguldak taşkömürü havzasında madencilik faaliyetlerini sürdüren işletmelerin çalışanlarının katılımıyla gerçekleştirilen 22 odak grup görüşmesinden ve 130 madencinin katılımıyla uygulanan anketten elde edilen gözlemler paylaşılmaktadır. Bulgular, Zonguldak taşkömürü havzasındaki maden çalışanlarının nicel, fiziksel, bilişsel ve duygusal talepler altında çalıştığını göstermektedir.

ABSTRACT Workers in the mining sector are exposed to physical, biological, chemical, and psychological hazards. Tasks require a great deal of effort, or high job expectations, making it difficult for employees to fulfill the demands with the resources at their disposal. This "high demand" context, apart from the physical load created by the job, can lead to psychological strains and various psychological health problems, known as psychosocial risks. "Psychosocial Safety at Work Project" is funded by the European Union and the Republic of Turkey and analyzes the psychosocial risks of mining sector employees and intends to provide model recommendations for a solution. The current study focuses on the "job demands" as one of the psychosocial risk factors that might be induced by working in the mining industry. In this context, the observations obtained from the data gathered via 22 focus group meetings held with the involvement of the workers of the companies that perform mining operations in the Zonguldak hard coal basin and the survey conducted with the participation of 130 miners are presented. The results indicate that employees face physical, quantitative, cognitive, and emotional demands.

* idal.isik@bilgi.edu.tr

1 Fonlanan projenin resmi adı "Maden Sektöründe Çalışanların Psikososyal Risklerinin Değerlendirilmesi ve Önlenmesine Yönelik İşyeri Hekimlerinin Kapasitesini Geliştirme Projesi"dir. "İş'te Psikososyal Güvenlik" ismi ile yürütülmektedir; Şubat 2021'de sözleşmesi aktif hale gelen 18 aylık bir projedir. İstanbul Bilgi Üniversitesi, esas faydalanıcı, İşyeri Hekimleri Derneği eş faydalanıcı kurumlardır. Bu araştırmanın yürütülmesi amacıyla İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 31.05.2021 tarihinde onay alınmıştır (Proje No: 2021-400024-25).

2 Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali katkısıyla hazırlanmıştır. Bu yayının içeriğinden yalnızca İstanbul Bilgi Üniversitesi ve İşyeri Hekimleri Derneği sorumludur ve bu içerik hiçbir şekilde Avrupa Birliği veya Türkiye Cumhuriyeti'nin görüş ve tutumunu yansıtmak zorunda değildir.

1. GİRİŞ

1.1. Kömür Madenlerinde Çalışmak

Çok tehlikeli işler sınıflandırmasında yer alan madencilik işletmelerinde çalışanlar pek çok risk türü ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu risklerin çalışanlar üzerindeki etkileri de çeşitlilik göstermektedir. Çalışanların fizyolojik sağlıkları üzerinde somut olumsuz etkiler oluşturan risk türlerinin tespitinin, ölçümünün, raporlanmasının daha bilinir olması, çalışanların fizyolojik sağlıkları ile doğrudan ilişkilendirilebilen risklerin yönetiminin yasa koyucular ve maden işletmeleri nezdinde öncelikli hale gelmesine neden olmaktadır. Diğer taraftan çalışanlar üzerindeki güçlü etkileri kolaylıkla ayırt edilemeyen, ölçümü mühendislik dışı bilgi-birikim-yaklaşımları gerektiren, oluşturduğu etkilerin genellikle doğrudan gözlemlenemediği yeni bir risk grubu daha bulunmaktadır. Psikososyal riskler olarak anılan bu gruptaki riskler kaynağını, işin içeriğinden, kişiler arası ilişkilerden, örgütün kültüründen, sergilenen yönetim yaklaşımlarından, güvencesiz ve insana yaraşmayan çalışma koşullarından ve bunların çalışan üzerinde yarattığı baskıdan almaktadır. Bu baskı çalışanın yüksek nicel, bilişsel ve duygusal iş talepleri ile karşı karşıya kalması anlamına gelmekte, bu durum, talepleri karşılamakta zorlanan çalışanın yoğun stres deneyimlemesine ve zorlanmasına neden olmaktadır. Bir kömür madeni işletmesi düşünüldüğünde; yürütülen işin niteliği, yürütülmesi gereken görevler, görevlerin yürütüldüğü çalışma ortamının barındırdığı tehlikeler arasındaki etkileşim, yer altında çalışan bir maden işçisinin iş talepleri ve bu taleplerin kendisi üzerinde oluşturduğu baskıyla baş edebilmesinin önünde bariyer oluşturmakta; zamanla bireyin fiziksel ve psikolojik sorunlar yaşamasına neden olabilmektedir (Cox vd., 2000).

Bu bildiri Zonguldak taşkömürü havzasında faaliyet gösteren kömür madeni işletmelerinde çalışan maden işçilerinin, maden mühendislerinin, iş güvenliği uzmanlarının ve iş yeri hekimlerinin yukarıda kısaca çerçevesi çizilen psikososyal tehlike kaynaklarından birisi olan “maden sektörüne özel iş talepleri”ne odaklanılacak ve sektör çalışanlarının bu konudaki algı ve deneyimleri tartışmaya açılacaktır.

1.2. Kavramsal Çerçeve

İş talepleri, çalışanın fiziksel, zihinsel ve duygusal çaba göstermesini gerekli kılan tüm uyarıcıların ve gerekliliklerin çalışma ortamında bulunma derecesiyle ilgilidir (Jones ve Fletcher, 1996; Peeters vd., 2005). Çalışma ortamındaki uyaranlar, iş hedeflerini gerçekleştirmeye çaba gösteren çalışanların kişisel becerileriyle ve kendisine verilen araç-gereç, sosyal destek, kararlara katılım, yetki, bilgi, zaman gibi çeşitli kaynakları kullanarak başa çıkabileceğinin ötesine geçtiğinde (Fuller, 2000) ve bu gereklilik devamlılık kazandığında kişi yüksek iş talepleri ile karşı karşıya kalmakta, stres deneyimlemekte ve zorlanmaktadır (Demerouti vd., 2001).

İş talepleri-kontrol modeli geçmişi 1970’li yıllara dayanan köklü teorilerdendir (Karasek, 1979) ve bu teoriye göre “yüksek stresli” ya da “yüksek düzeyde zorlayıcı”

işler, çalışanı yoğun iş yükü, rol çatışmaları gibi koşullar içinde bırakan, ancak, çalışana işi üzerinde düşük özerklik ve karar verme imkânı, kısıtlı kontrol hakkı tanıyan işler şeklinde tanımlanmaktadır. Örneğin; yüksek üretim kotalarıyla çalışan bant işçileri üretim miktarına ilişkin yüksek taleplerle karşılaşırken, bu talepleri yerine getirmek için üretimin şekli ya da hattın hızı konusunda kontrole yani karar verme ve uygulama hakkına sahip değildir (Kain ve Jex, 2010). Bu durum yüksek talepler karşısındaki kontrol eksikliğini, kişinin bu talepleri gerçekleştirmek konusunda zorlanacağını göstermektedir. Fakat, iş talepleri her durumda olumsuz sonuçlar üretmeyebilir; talebin miktarı ile çalışanın işi üzerinde sahip olduğu kontrol arasındaki etkileşim, taleplerin birey üzerinde oluşturacağı etkiyi farklılaştırabilmektedir. İş taleplerinin araştırılmasına öncelik eden teorik modelin geliştiricisi olarak Karasek (1979) hem talebin hem kontrolün yüksek düzeylerde deneyimlendiği işleri “aktif işler” olarak sınıflandırmakta, bu işlerin bireyin yeni beceriler edinmesine ve gelişimine katkı sağlayarak olumlu sonuçlara neden olabildiğini belirtmektedir. Warr'a (2007) göre, çalışanlar iş yerindeki zorlukların üstesinden gelmek için uzmanlıklarını uygulama fırsatına değer verirler. Genel olarak uzmanlıklarını ve becerilerini kullanabilen çalışanlar, psikolojik açıdan daha iyi hissetmekte ve iş sonuçlarına ulaşmak açısından daha kararlı ve üretken davranmaktadır (Van Ruyseveldt & van Dijke, 2011). Yine de karmaşık becerileri uygulama ve geliştirme fırsatı genellikle olumlu algılanan, değer verilen bir iş özelliği olarak kabul edilebilirken, çalışanlar diğer iş taleplerinin varlığında, örneğin uzun çalışma saatleri ve yoğun fiziksel yük altında çalıştıklarında, karmaşık becerileri edinmeyi ve kullanmayı bir yük olarak algılayabilir (Wang, Johnson, Ngyuen, Goodwin ve Groth, 2020).

Demerouti vd. (2001)'nin iş talepleri-kaynakları modelinde *iş talepleri* işle ilişkili potansiyel tehlike kaynaklarına, *iş kaynakları* ise çalışanı çaba göstermesi konusunda güdüleyici unsurlara işaret etmektedir. Bu modelde, aşırı iş yükü ve zorlu duygusal etkileşimler gibi bireyin sürekli fiziksel veya psikolojik çabasını gerektiren süreçler, birey üzerinde fiziksel veya psikolojik emek vermesini gerektiren, fiziksel, psikolojik, sosyal veya örgütsel yönler iş talepleridir. İş kaynakları ise kişisel gelişimi teşvik eden ve iş hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olan ve böylece iş taleplerinin birey üzerindeki etkisini azaltan fiziksel, psikolojik, sosyal veya örgütsel yönler olarak tarif edilmektedir (Bakker ve Demerouti, 2007). Modele göre, iş daha talepkar hale gelirken (Bakker, 2015), iş kaynakları bireye bu çabayı göstermesi için ihtiyaç duyacağı enerjiyi sağlamakta, iş taleplerini karşılamaında çalışana yardımcı olmaktadır (Schaufeli ve Taris, 2014).

Peeters vd. (2005) tarafından geliştirilen çok boyutlu modelde iş talepleri nicel, bilişsel ve duygusal iş talepleri şeklinde sınıflandırılmaktadır. Nicel iş talepleri; çalışanın aşırı iş yükü ile iş baskısı altında çalışmasını ya da çok kısa bir sürede tamamlamak zorunda olduğu çok miktarda işinin bulunmasını ifade etmektedir. Zihinsel iş talepleri, görevlerin yerine getirilmesi için çalışanın bilişsel olarak ne kadar çaba sarf etmesi gerektiği ile ilgilidir; yani uzun süreli dikkat, karmaşık problemlere çözüm bulmak, karar vermek, bilgiyi kısa ya da uzun süreli hafızada tutmak gibi yoğun bilgi işleme süreçlerini gerekli kılan işler, zihinsel yük yaratan işlerdir. Sürekli bilişsel çaba

gerektiren görevler bireyin yüksek zihinsel taleplere yanıt vermesi gerekliliğini oluşturmakta, bu durum birey üzerinde baskı ve ağır zihinsel yük yaratmaktadır. Duygusal iş talepleri ise işin birey için duygusal açıdan ne derecede zorlayıcı olduğu ile ilgilidir. Söz konusu boyutlar Kristensen vd. (2005) tarafından geliştirilen, işin psikososyal unsurlarını ölçümledikleri Kopenhag Psikososyal Risk Değerlendirme Anketi'nde de (Copenhagen Psychosocial Questionnaire) karşımıza çıkmaktadır.

Yüksek iş talepleri arasında yer aldığı kabul edilen uzun çalışma saatleri (Hilton vd., 2008; Virtanen vd., 2011), fazla mesai (Virtanen vd., 2012), kararlara düşük katılım (Karasek vd., 1998), iş güvencesizliği (Butterworth vd., 2011; Michie ve Williams, 2003; Stansfeld ve Candy, 2006), zorbalık ve ayrımcılık (Niedhammer vd., 2012; Verkuil vd., 2015) çalışanların fizyolojik ve psikolojik sağlıkları üzerinde olumsuz etkiler oluşturmakta, işten ayrılma niyetlerini artırmaktadır (Hakanen vd., 2008).

İş yerlerinin fiziksel koşulları da çalışanların psikolojik sağlığı açısından tehlike kaynağı olma potansiyeline sahiptir (Balducci vd., 2011). Maden işletmeleri özelinde bakıldığında özellikle yer altı madenlerinde çalışmanın yarattığı stresin altı çizilmektedir (Ghosh vd., 2004). Yer altının getirdiği yüksek riskli, dinamik ve belirsiz çalışma koşulları, özellikle daha derinlere inildikçe süreklilik içeren bir tehlike algısına yol açmaktadır (Pule, 2011). Bu zorlayıcı fiziksel çalışma ortamı ve uzak damarlarda çalışmayı gerektiren koşullar, maden sahalarının benzersiz iş yeri özelliklerine sahip olmasına neden olmaktadır. Yoğun iş yükü, uzun çalışma saatleri, monoton görevler, zaman baskısı, iş güvencesizliği, sosyal destek eksikliği, arkadaşlardan ve ailelerden uzakta olmak ve destek hizmetlerine sınırlı erişim gibi psikososyal şartlar da maden çalışanlarına mesai boyunca eşlik etmektedir (James vd., 2020; McLean, 2012; Roche vd., 2016; Stewart, 2020). Söz konusu unsurlar bir araya geldiğinde, maden sektörü çalışanları sürekli ve yoğun çaba göstermelerini zorunlu kılan taleplerle boğuşur hale gelmektedir. Bu araştırmada, bu bakış açısından hareketle madencilik sektörü çalışanlarının karşı karşıya kaldıkları iş talepleri bu özgün bağlam içinde karma araştırma tekniği ile incelenmektedir. Araştırmanın nitel fazında, odak grup görüşmeleriyle başlayan çalışma, bu veriye dayalı şekilde yapılandırılan ve “İş'te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu” olarak isimlendirilen psikososyal risk analizi ölçeğinin kullanıldığı anket çalışması ile devam etmektedir.

2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

“İş'te Psikososyal Güvenlik Projesi”nin ilk aşamasında, Zonguldak taşkömürü havzasında faaliyet gösteren özel ve kamu taşkömürü maden işletmelerinde çalışan maden işçisi, maden mühendisi, iş güvenliği uzmanı ve iş yeri hekimlerinden oluşan 90 katılımcının dahil olduğu, toplam 23 saat, 49 dakika, 12 saniye süren, 22 odak grup görüşmesi gerçekleştirildi. Görüşmeler 2021 yılının nisan ile temmuz ayları arasında, her bir grupta ayrı ayrı yürütüldü. Sözü edilen gruplardan maden işçileri ile yüz yüze; maden mühendisleri, iş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekimlerinden oluşan gruplarla çevrim içi görüşüldü. Odak grup görüşmeleri, her bir grupta en fazla beş katılımcı

olacak şekilde organize edildi. Çizelge 1 bu fazdaki katılımcıların demografik özelliklerini özetlemektedir.

Çizelge 1. Nitel Faz Katılımcılarının Demografik Özellikleri.

	Katılımcı sayısı	Cinsiyet		Yaş			
		Erkek	Kadın	Min.	Maks.	Ort.	Standart Sapma
Maden İşçileri	26	26	-	30	46	38	3,81
İş Güvenliği Uzmanları	20	20	-	33	64	43	7,72
Maden Mühendisleri	23	18	5	28	68	41	11,33
İş Yeri Hekimleri	20	19	1	35	73	54	10,22

Odak grup görüşmelerinde katılımcılara yarı yapılandırılmış açık uçlu sorular yöneltildi. Önceden hazırlanan sorular sırayla tüm katılımcılara soruldu, fakat yarı yapılandırılmış görüşmelerin doğası gereği katılımcıların aktardığı görüşlere göre yeni sorular da yöneltildi. “Maden sahalarındaki risk değerlendirmelerinde hangi riskler ele alınır?”, “Psikososyal riskler gündemde midir?”, “Maden işçileri hangi psikolojik ve sosyal risklere sahiptir ve en ciddi sorunlar nelerdir?”, “Deneyimleriniz ışığında psikososyal unsurların maden işletmeleri ve çalışanları üzerindeki etkisi hakkında ne düşünüyorsunuz?” soruları görüşmenin ana çerçevesini oluşturdu.

Her oturumda katılımcıların izinleriyle ses kaydı alındı ve birebir deşifre edilerek, yazılı metinlere dönüştürüldü. Analizde MAXQDA20 nitel veri analiz programı kullanıldı. Görüşme verileri deneyimli uzman araştırmacılarımız tarafından, Peeters ve diğerlerinin (2005) modeli baz alınarak; yani nicel-bilişsel-duygusal iş talepleri başlıkları altında, tümdengelimle dayalı nitel analiz yaklaşımı ile sistematik şekilde kodlandı.

Daha önce de belirtildiği üzere araştırmanın bir de anket fazı bulunmaktadır. Anket çalışması, Zonguldak taşkömürü havzasında kamu tarafından işletilen kömür işletmelerinde çalışan 130 maden işçisinin katılımıyla (Çizelge 2) ve proje kapsamında maden çalışanlarının psikososyal risklerini ölçmek amacıyla KOPSOR Psikososyal Risk değerlendirme ölçeğini temel alarak geliştirilen “İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu”nun uygulanması ile gerçekleşmiştir. Anketler söz konusu kömür işletmelerinde bir araştırmacının takibi altında yüz yüze uygulanmıştır. Ankete katılan 130 katılımcının tamamı erkektir. Yaşları 21-52 arasında değişmektedir (Ortalama= 40,30; SS=6,94). Katılımcıların maden sektöründeki deneyimleri en az iki sene, en fazla 34 senedir (Ortalama=15.33 sene; SS=8,40).

Çizelge 2. Anket Uygulamasına Katılan Maden İşçilerinin Demografik Bilgileri.

Soru	Seçenekler	N	%
Eğitim düzeyi	İlköğretim	44	33,8
	Lise	74	56,9
	Yüksekokul	5	3,8
	Üniversite	6	4,6
	Yüksek Lisans	1	0,8
Medeni Durum	Bekar	14	10,8
	Evli	114	87,7
	Boşanmış	1	0,8
	Dul	1	0,8
Çalışma yeri	Yer altı	85	65,4
	Yer üstü	18	13,8
	Duruma göre değişken	27	20,8
Ekonomik durum	Temel ihtiyaçlarımı bile zor karşılıyorum.	9	6,9
	Düşünerek harcama yapabilirim.	98	75,4
	Rahat harcama yapabilirim	23	17,7

“İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu” psikososyal riskleri farklı boyutlar altında inceleme imkanı veren 114 sorudan oluşmaktadır. Bu bildiri sadece iş taleplerine yönelik bulguları sunmaktadır. Çizelge 3’te, iş talepleri kapsamındaki sorular ve ait oldukları boyutlar verilmektedir.

Çizelge 3. İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu, “Talepler” Boyutunun Alt Boyutları ve Alt Boyutlar Bazında Sorular.

Boyut	Soru
Nicel talepler	Çok hızlı/yüksek tempolu çalışmak zorunda kalır mısınız? Vardiyada, o vardiyada bitirebileceğinizden fazla iş yapmanız beklenir mi? İş yükünüz devamsızlık yapanlar nedeniyle artar mı?
Duygusal talepler	İşiniz gereği duygularınızı göstermediğiniz olur mu? İşiniz sizi duygusal olarak yorar mı?
Bilişsel talepler	İşinizi yaparken aynı anda çok fazla şeye dikkat etmeniz gerekir mi?
Fiziksel talepler	İşiniz sizi bedensel olarak yorar mı? Ocak içerisindeki çalışma alanına yürürken taşımanız gereken yükünüz oluyor mu? Eğimli zeminde (desandre) yürümeniz ya da çalışmanız gerekiyor mu?

Araştırmanın odak grup çalışmaları ışığında maden sektörüne özel fiziksel talepleri anlamak için bedensel yorgunluk, taşınması gereken yük ve çalışılan zemin şartlarını irdeleyecek sorular da anket içeriğinde yer almaktadır (Çizelge 3).

“İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu”na cevaplar sorunun kapsamına göre “1= Hiç ile 10= Çok” ya da “1= Hiçbir Zaman ile 10= Herzaman” aralığını sunan ölçeklerle verilmektedir. Ölçeğin geliştirilme sürecinde Şubat 2022 ve Mayıs 2022 tarihlerinde iki pilot çalışma gerçekleştirildi. Bu çalışmalar, farklı sosyo-kültürel özelliklere sahip katılımcıların soruları cevaplarırken 10 puan üzerinden bir ölçek kullanılmasının kolaylaştırıcı olduğu gözlemlendi. Pilot uygulamalarda anketin “1”

ile “10” arasındaki bu puanlandırma yöntemi ile etkili şekilde uygulanabildiği gözlemlendi ve takip eden veri toplama sürecinde ölçek bu şekilde kullanıldı.

Toplanan verinin analiz edilmesi için SPSS istatistik programı kullanıldı.

3. BULGULAR

Bulguların sunduğu bütünsel resme bakarak başlayacak olursak, odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular, madencilik sektöründe taleplerin nicel, bilişsel, duygusal ve fiziksel talepler olarak dört ana grupta incelenebileceğini göstermektedir. Bunlardan ilk üçü, Peeters vd. (2005)’nin iş taleplerine dair tanımladığı bileşenlerle tutarlıdır. Diğer taraftan, odak grup görüşmelerinde en çok sözü edilen zorluklar arasında fiziksel talepler gözlenmektedir.

Bu talep türlerinin madenlerde nasıl deneyimlendiğini biraz daha derinleştirme imkanı veren bulgular takip eden alt başlıklarda sunulmaktadır.

3.1. Nicel talepler

İş yükünü odağa alan fikirler, odak grup görüşmelerinde öne çıkmaktadır. Bir maden işçisi işinin kendisini nasıl zorladığını, işin getirdiği fiziksel yükü başa çıkma için gösterilen çabanın fiziksel/bedensel bir tahribata yol açtığını ve psikolojik etkisinin de olduğunu şu cümleleri ile aktarıyor: “*Maden ocağında çalışmak, 13-14 seneden sonra bir duraklama yaşıyor. Yani vücut ister istemez eziliyor. Ağır şartlarda çalışmaktan, insan psikolojisinin bozulmasından...*” (Maden işçileri 3. Odak).

İş yükünün artıp, işçi sayısının azalması işin çalışana dayattığı nicel talepleri artıran bir unsurdur. Geçmişten günümüze havzadaki taşkömürü madenlerindeki işçi sayısının ciddi düşüşü, odak grup görüşmelerinde sıklıkla dile getirilen bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun işçinin iş yükünü artırdığını, kişinin kapasitesini aşan bir hal aldığını ve yüksek nicel iş talepleri nedeniyle odaklanma ve dikkat sorunları yaşadığını, tüm bunların iş kazalarına sebebiyet verdiğini bir maden işçisi şu sözleri ile gündeme getiriyor: “*İş yükü artıyor, iki kişinin yapacağı işi mesela tek kişi yapmak zorunda kalıyor. Bu da iş kazalarına neden oluyor. Mecburen... İşçi sınırlı, sınırlı işçiyle belli bir işi yapmak zorundayız. Bu da iş kazalarına neden oluyor. Sıkıntı buradan kaynaklanıyor yani.*” (Maden işçileri 3. Odak).

İşçilerin devamsızlık yapmaları ya da izin kullanmaları durumunda da işe devam eden işçiler artan nicel taleplerle karşılaşmaktadır. Şu söylem bu durumu oldukça net tarif etmektedir: “*A: Vardiyada kaç kişi aşağı iniyorsa o sayıya göre bir üretim gerçekleştiriliyor. Doğru mu? K: Tabii öyle. Ama ne oluyor, 15 kişi indiğinde de normalde 30 kişiyle 100 ton çekmen gerekiyorsa varsayalım, 15 kişi olduğunda da 100 ton bekleniyor. Bu sefer ‘böyle böyle’ denildiğinde, sana psikolojik baskı uygulanıyor. ‘Neden izin kestir o zaman?’ hesabı.*” (Maden işçileri 3. Odak).

Katılımcılar iş dağılımının vardiyadaki kişi sayısına göre yapıldığını belirtirlerken; işçi sayısının diğer izne çıkanlar sebebiyle azaldığı durumlarda dahi aynı üretim miktarının kendilerinden talep edilmeye devam edildiğini vurguluyorlar. Bu durumun psikolojik baskı yarattığı dile getiriliyor. Bu noktada iş, insan ve organizasyon temelli bir zorluk yaşandığını anlayabiliriz. İşin zorlayıcı doğası zaten çalışanın sınırlarını zorlarken; izin kullanımı ya da devamsızlık gibi iş gücünün azalmasına neden olan koşulların eklenmesi, şartları daha da zorlayıcı hale getiriyor. Üretim hedeflerinden sorumlu kişilerin “hesap soran” tavırları ise psikolojik bir baskı yaratarak psikososyal risk düzeyini artırıyor.

Odak grup görüşmeleri, sadece maden işçilerinin değil, madende çalışan diğer uzmanlıkların ve iş kollarının da iş yükünün birbirleriyle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu konuda bir iş yeri hekimi şöyle bir döngüye işaret etmektedir: “İş yükü biniyor. Kimlere biniyor? Başta işçilere biniyor. Artan iş yükünü denetlemekle görevli insanlara da iş yükü biniyor. İş güvenliği uzmanı arkadaşlar da kazanın nedenlerini biliyor. Nasıl önlenmesi gerektiğini biliyor. Herkes biliyor bunu ama yeteri kadar önlenemiyor; önlenebileceği kadar önlenemiyor.” (İş yeri hekimleri 4. Odak). Ağır iş yükü ile çalışmak ve çalıştırmak hesap verebilirlik konusunu da gündeme getirmektedir. Kapasiteyi zorlayan ek iş yüklerinin iş kazalarına sebep olabileceği iş güvenliği uzmanları tarafından bilinmekte fakat dile getirilemeyebilmektedir. Bu durum üretim baskısının sadece işçi üzerinde değil, iş güvenliğinden sorumlu kişiler üzerinde de olduğuna işaret ediyor.

3.2. Bilişsel talepler

Bilişsel taleplerin yoğunluğuna ve önemine vurgu yapan şu segment bu talep türünü özetler niteliktedir: “Yeraltına indiğiniz zaman dünyayla bağlantınız kopuyor. Orada biz bizesiniz. Uyanık olmak gerekiyor, dikkatli olmak gerekiyor. Bütün duyu organlarınızın dört dörtlük çalışıyor olması gerekiyor.” (İş yeri hekimleri 3. Odak).

Maden çalışanlarının ağır zihinsel yük altında olduğu zamanlarda, işin gereklerini yerine getirmeye çalışırken kendisini işe yeterince verememesi, dikkat ve odaklanma ile ilgili sıkıntılar yaşaması ve bu durumun tehlike yaratacak unsurları fark etmelerine engel olabilmesi bilişsel talepler kapsamında kodlanabilen deneyimlerdir: “İşçi çalışırken kafasında bir sürü sorun varsa kendini işe veremeyince çevredeki faktörleri yani tehlike faktörlerini ön plana çıkartamıyor, göremiyor.” (Maden mühendisleri 4. Odak)

İşini yaparken dikkatini verebilmenin ve odaklanabilmenin hayati bir işlevi olduğunu görmekteyiz. Zihni kurcalayan sorunlar, çalışanların zihinsel enerjisinin hem işe ve çalışma ortamındaki tehlike kaynaklarına, hem de bu sorunlara bölünmesine neden olmaktadır. Madencinin işinin başındayken işi dışında zihnini meşgul eden ne varsa bir kenara bırakması gerektiği birçok odak grup görüşmesinde dile getiriliyor.

İşçinin deneyimlediği bilişsel yükü artıran faktörlerden bir diğeri iş sağlığı güvenliği uzmanları tarafından “yer altında geçen zaman” olarak belirtilmektedir: “*Sürekli, zamanın geçip bir an önce yeryüzüne çıkma duygusuyla çalışıyor. Madencileri, yeraltındaki çalışanlarımızı etkileyen bir durum yani. Onların zaman zaman hata yapmalarına sebep oluyor.*” (İş güvenliği uzmanları 6. Odak).

3.3. Duygusal talepler

Duygusal talepler boyutunda ise ölüm korkusu ve ölüm korkusunun eşlik ettiği birçok durumun dillendirildiğine tanıklık ediyoruz. Bir maden mühendisi katılımcımıza psikososyal risk etmenleri hakkındaki görüşlerini sorduğumuzda şunları söylüyor: “*İş güvencesizliği, maddi kaygılar... ve Zonguldak havzası için benim çalışırken yaptığım en büyük gözlemim ölüm korkusuyla baş etmeydi.*” (Maden mühendisleri 1. Odak). Ölüm korkusuyla baş etmek büyük bir duygusal çaba gerektirir; hem yer altı hem de yer üstü için varoluşsal niteliktedir. Bu korkuyu yaratan koşullarda ölüm korkusuyla baş ederek yer altında çalışmak, yer üstündeki yaşamın ekonomik sürekliliği için bir araçtır. Yer altının getirdiği tehlikelerin ve yer üstünün ekonomik zorluklarının doğurduğu belirsizlikler çalışanlarda kaygı düzeyini artırabilmektedir. Kaygıyla mücadele için kaynaklara sahip olmak, bu yükün etkisini hafifletebilir.

Madencinin ölüm korkusunun sadece iş yerinde deneyimlenen bir şey olmadığını, özel yaşama da sirayet ettiğini görmekteyiz. Bir iş yeri hekimi şu şekilde ifade ediyor: “*Mesleklerde sabah çıkarken ailesiyle helalleşen var mı? Madenciler...*” (İş yeri hekimleri 2. Odak Grup). Kişinin işinin sadece kendisi üzerinde değil, her sabah helalleştiği kişiler üzerinde de bir etki, yük, duygusal talep yaratacağını tahmin etmek zor olamayacaktır. Çalışanın her sabah helalleşmesi; yakınlarının/sevdiklerinin de kaybetme korkusuyla yüzleşmelerine neden olabilir.

3.4. İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu Uygulamasına göre Öne Çıkan İş Talepleri

Farklı talep kategorilerini inceleme imkanı veren “İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden İşçileri Formu”ndaki sorulara verilen cevaplara göre Çizelge 4’te görüldüğü üzere, bilişsel talepler en yüksek puana sahip psikososyal tehlike faktörü olarak ortaya çıktı. Sonrasında ise fiziksel talepler geldi.

Çizelge 4. Katılımcıların Talepler Boyutlarında Aldıkları Puanlara Dair İstatistikler

Değişken	N	Min.	Maks.	Ort.	Ss
Bilişsel Talepler	130	1	10	8.14	2.28
Fiziksel Talepler	130	1	10	6.61	2.64
Duygusal Talepler	130	1	10	4.80	2.40
Nicel Talepler	130	1	10	4.95	2.19

Araştırmanın anket aşamasında fiziksel talepler kapsamında katılımcılara ocak içerisinde çalışma alanlarına giderken taşınmaları gereken yükleri hakkında ve eğimli zeminlerde yürüme veya çalışma gereklilikleri hakkında iki soru yöneltilmişti. Çizelge 5'e baktığımızda maden işçilerinin genellikle taşınmaları gereken yükleri olduğunu ve eğimli zeminlerde çalışmak gibi kişiyi bedensel olarak yorabilecek taleplerle karşılaştığını anlıyoruz. Bu durum maden işçisinin sadece görevini gerçekleştirirken değil, aynı zamanda, görevini gerçekleştireceği alana ulaşmaya çalışırken, uygun çalışma pozisyonunu belirlemeye çalışırken de işin fiziksel taleplerine maruz kaldığını göstermektedir.

Çizelge 5. Taşınan Yük ve Eğimli Zeminde Çalışma.

Soru	Cevap	N	%
Ocak içerisindeki çalışma alanına yürürken taşınmanız gereken yükünüz oluyor mu?	Hayır	30	31,3
	Bazen	29	30,2
	Her zaman	37	38,5
Eğimli zeminde (desandre) yürümeniz ya da çalışmanız gerekiyor mu?	Hayır	29	24,4
	Bazen	53	44,5
	Her zaman	37	31,1

Anket uygulamasında ele alınan talep boyutlarının birbirleriyle ve bu boyutların ekonomik durum ile ilişkilerini görmek amacıyla Pearson Korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6. Farklı Talep Türleri Arasındaki İlişkiler.

Değişken	Nicel T.	Fiziksel T.	Duygusal T.	Bilişsel T.
Fiziksel Talepler	.473**			
Duygusal Talepler	.359**	.403**		
Bilişsel Talepler	.317**	.235**	.259**	
Ekonomik Durum	-.202*	-.155	-.291**	-.084

*p<0,05, **p<0,01

Çizelge 6'da görüldüğü üzere iş taleplerinin tüm boyutları arasında; yani, nicel, fiziksel, duygusal ve bilişsel talepler arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bu durum şuna işaret etmektedir; iş taleplerinden herhangi birinin artışı algılayan çalışan, diğer iş taleplerinde de artış algılamaktadır. Ancak ekonomik durumun iş talepleri ile ilişkisi incelendiğinde, ekonomik durum ile nicel ve duygusal talepler arasında anlamlı ve negatif ilişkilerin olduğu görülmektedir. Bu bulgu, ekonomik durumunu olumlu algılayan maden işçilerinin, nicel ve duygusal taleplerin oluşturduğu yükten daha az etkilendikleri şeklinde yorumlanabilir.

4. TARTIŞMA

Yüksek riskli çalışma kolları arasında yer alan taşkömürü madenciliği akademik yazında farklı yönleri ile incelenmekte; yasa koyucular tarafından da madenciliğin fiziksel, kimyasal ve biyolojik risklerinin yönetilmesine ilişkin çalışmalar yürütülmekte, standart ve yönetmelikler oluşturulmaktadır. Yasa koyucuların bu alandaki hassasiyetleri maden işletmelerinin bu riskleri yönetmelerinde, gerekli tedbirleri oluşturmak için adım atmalarında ve risklerin yönetilebilmesi için yatırım yapmalarında etkili olmaktadır. Bu risk türlerinin yasa koyucular ve işverenleri tarafından önemsendiğini gören çalışanlar da bu risklere ilişkin farkındalık oluşturmak, kendi yetki ve sorumlulukları ölçüsünde bu risklerin oluşumunun önüne geçmek üzere sorumlu hissetmekte, çaba göstermektedirler. İçinde “insan” olan hiçbir süreç insan olmanın etkilerinden arındırılmayacağı için, madencilik işletmeleri içerisindeki üretim, destek ve yönetim ile ilgili tüm süreçler de insan doğasının etkilerine değişen ölçülerde açıktır. Bu durum, tüm işletmeler gibi herhangi bir maden işletmesinin tüm süreçlerini de insan algısı ile yakından ilişkili olan psikososyal risklerin etkilerine açık hale getirmektedir. Ayrıca, fiziksel, kimyasal ve biyolojik riskler için oluşturulan tedbirlerin de başarıya ulaşmasında insan algısının, tutumlarının ve davranışlarının önemli olumlu ya da olumsuz etkileri bulunmaktadır. Öyleyse psikososyal riskler kendi kapsamı ile sınırlı tutulamayacak kadar geniş etkilere sahiptir.

Psikososyal riskler sıklıkla iş stresi deneyimlenmesine neden olabilecek unsurlarla beraber anılmaktadır. Bu unsurlar içinde çalışma yaşamındaki bireyin bilişsel, fiziksel, duygusal yükünü artıran iş talepleri kritik bir yere sahiptir. Madencilikte; işin doğası ve iş gerekleri madende çalışanları yüksek iş taleplerine cevap vermek durumunda bırakmaktadır. Bu bildiriye konu olan araştırmada da işin bireyden talepleri ve bu taleplerin Zonguldak havzasındaki taşkömürü madenlerinde çalışanlar üzerindeki etkileri hem nitel hem de nicel araştırma yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Hem odak grup görüşmelerinde hem de anket uygulaması fazlarında elde edilen bulgular nicel, fiziksel, bilişsel ve duygusal taleplerin çalışanların iyi oluşları üzerinde yıkıcı etkilerinin olabileceğine işaret etmektedir. Schütte ve arkadaşlarının (2014), maden çalışanları üzerinde gerçekleştirdikleri, psikososyal risk faktörleri ile iyi oluş arasındaki ilişkiyi inceledikleri geniş kapsamlı çalışmalarında, iş taleplerinin ve psikolojik taleplerin bir risk faktörü oldukları ve iyi oluş ile negatif ilişkili oldukları tespit edilmişti. Bu bulgular bildiriye konu olan çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Araştırma bulgularına genel olarak bakıldığında taşkömürü madeni çalışanlarının görevlerini yerine getirirken nicel, bilişsel, duygusal ve fiziksel talepler ile yoğun olarak karşı karşıya kaldıkları görülmektedir. Araştırmanın bulgularından hareketle; söz konusu talep türlerinin maden işçilerini hem tek tek yani bağımsız olarak hem de birbirleriyle etkileşerek etkiledikleri ifade edilebilir. Örneğin, nicel iş taleplerinin çokça dile getirilmesi çalışanların yoğun stres deneyimlemelerine sebep olabilmekte, işletmeler çalışanlarıyla sadece üretim miktarını konu alan iletişimleriyle çalışanlarının psikolojik durumlarına olumsuz etki edebilmektedir.

“İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği: Maden Formu”na verilen puanlar incelendiğinde, alt boyutlardan olan *bilişsel talepler* puanının, diğer talep puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yelboğa (2018)’nin bakır madeninde yürüttüğü çalışmada bir maden çalışanının “*Her an bir şey olabilir. Tehlikeye uyanık olacaksın. Çünkü çalışan malzemelerin içinde çalışıyorsun. Değirmenler olsun, pompalar olsun, elektrikli motorlar falan kayışlar. Gerçi hepsinin muhafazası var ama yine de onların arasında çalıştığımız için devamlı uyanık olmamız gerek, dalgınlığa gelmez yani. (Mekanik bakım ustası)*” (Yelboğa, 2018, s.132) alıntısı ile ifade ettiği bilişsel talepler bizim çalışmamızda da kritik bir risk faktörü olarak ortaya çıkmaktadır.

Benzer şekilde, Azeez ve diğerleri (2019) farklı sektörleri dahil ettikleri araştırmalarında, bilişsel ve fiziksel iş talepleri ile olumsuz iş sonuçlarının pozitif ilişki içerisinde olduğuna ve de bilişsel ve fiziksel taleplerin ortalama değerleri yükseldikçe ölümlü kaza oranının da yükseldiğine dikkat çekmiştir. İş taleplerinin iş güvenliği üzerindeki etkisini ortaya bir kez daha koyan bu çalışma aynı zamanda farklı iş talepleri arasındaki etkileşime de işaret etmektedir. İşlerin kendine özgü talepleri olmaktadır. Bazı işler ağırlıklı olarak bilişsel taleplerin karşılanmasını gerektirirken, bazıları duygusal, fiziksel taleplerin karşılanmasını daha çok gerektirebilmektedir. Araştırmamızda her ne kadar iş taleplerini alt boyutlarla, sanki bağımsızlarmış gibi incelesek de çalışanlar tüm talepleri çoğu durumda eş zamanlı olarak karşılamak durumundadır. Çalışanın bu taleplerden nasıl etkileneceğinin belirleyicilerinden biri de çalışanın becerileridir (Fuller, 2000). İş taleplerinin kişinin becerilerini aştığı durumlarda kişi durum üzerindeki kontrolünü yitirmiş hissetmekte, bu da kazaların oluşumuna zemin hazırlamaktadır. İş taleplerinin artması çalışanın üzerindeki yükü artırmaktadır. İş’te Psikososyal Güvenlik Ölçeği Maden İşçileri Formu ile maden işçilerinin bilişsel taleplerini ölçmek amacıyla maden işçilerine “İşinizi yaparken aynı anda çok fazla şeye dikkat etmeniz gerekir mi?” sorusunu da yöneltmiştik. Sonuç olarak ulaştığımız risk puanının literatür ile uyumlu olduğunu gördük. Mevcut çalışma ve literatür göstermektedir ki maden çalışanlarının tehlikelere karşı sürekli tetikte olması çalışanların bilişsel yüklerini, karşılamak durumunda oldukları bilişsel talepleri artırmaktadır.

Diğer taraftan, bulgulardan hareketle, bilişsel ve duygusal talepler açısından bir kısır döngünün mevcut olduğu da ifade edilebilir. Madencilerin “Yer altında kafan rahat olacak!” söylemi, madencinin bir yandan tehlikelere karşı dikkatli olmaya çaba gösterirken, zihnini kurcalayan konuları arka plana atmasına neden olduğunu da ifade etmektedir. Bu durum zihinsel bir çaba gerektirir, bunların doğurduğu duyguların yok sayılması ise hem yeni zihinsel yükleri hem de yeni duygusal yükleri doğurmaktadır. Dolayısıyla, farklı talep türlerinin birbirleri ile etkileşimi de söz konusudur. Maden çalışanlarında duygu kontrolünü içeren çabanın duygusal emek kavramı (Morris ve Feldman, 1996), duygu regülasyonu (Grandey ve Gabriel, 2017) ve yönetimi (Mallory ve Rupp, 2016) ile ilişkisinin incelenmesi gelecek araştırmalar için ilgi çekici bir araştırma alanı olacaktır. Yanyu ve Jizu (2022) güncel bir çalışma ile madencilerde duygusal emek ve duygusal zeka olgularının, güvensiz davranışlar üzerinde olumlu ve olumsuz etkilerini inceleyerek, maden sektöründe duygu araştırmaları için iyi bir örnek

oluşturmaktadır. Maden çalışanlarında duygular konusuna dokunan bir diğer çalışmayı Michrina (2004)'ün kitabında “Tehlikelere Yönelik Duygular” başlıklı bölümde görüyoruz. Yazar şu sorgulama ile başlıyor:

“Maden camiasının tehlike hissi ile şirketlerin güvenlik konusundaki sorumluluğu arasındaki ilişki nedir? Maden camiasının söyleminde, madenlerdeki tehlikeli koşullarla ilgili olarak şirketlere karşı çok az ahlaki öfke kanıtı buldum. Madencilerin ve eşlerinin iş yerindeki tehlike tehdidini nasıl algıladıkları ve bunlarla nasıl başa çıktıkları, sosyal uygulamalarının doğası ve bu uygulamaların nesiller arası muhtemelen nasıl yeniden üretildiği hakkında daha fazla şey öğrendikçe bu şaşırtıcı olgunun nedenlerini anlamaya başladım. Bu tutumlar ve duygusal uygulamalar aslında şirketlerin güvenlikten ödün vermelerini sağladı.”

Çalışma ortamında bireylerin fiziksel ve psikososyal olarak güvende hissetmeleri, iyi oluşları kadar fiziksel sağlıklarını ve iş kazalarının yaşanma ihtimalini de etkilemektedir. Michrina (2004)'ün ve bizim çalışma bulgularımızın da gösterdiği gibi bunun duygusal çaba yükü de çok yüksektir. Yu ve Li (2019) Çin'de kömür madencileri ile yaptıkları çalışmada psikososyal güvenlik ikliminin iş stresi ve iş tükenmişliği ilişkisinde aracı rolü olduğunu ve bu ilişkinin sonucu olarak madencilerin güvensiz iş davranışlarının azaldığını bulmuşlardır. Sonuç olarak; dengeli iş taleplerinin olduğu, çalışanların kendini güvende hissettiği ve yüksek stres deneyimlemediği koşulların sağlanması ile hem fiziksel hem de psikolojik iyi oluş sağlanabilecektir.

Araştırmanın bulguları çalışanların kendilerini yüklü fiziksel, psikolojik ve duygusal talepler ile karşılaşmış hissetmelerinin psikososyal risk göstergesi olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir. Çalışanların fizyolojik sağlıklarına genellikle zaman içerisinde, bazen doğrudan bazen de dolaylı olarak etki edebilen psikososyal risklerin çok tehlikeli iş kollarıyla adeta özdeşleşmiş olan diğer riskler gibi önceliklendirilmesine ve yönetilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Farklı boyutlar altında incelenen iş talepleri arasındaki etkileşim gibi işin sürekliliğine, çalışan iyi oluşuna etki eden farklı risk türleri arasında da etkileşim bulunmaktadır. Geniş kapsama sahip olan psikososyal risklerin etkin yönetilememesi diğer risk türlerini de yönetilemez hale getirebilecektir.

KAYNAKLAR

- Azeez, M., Gambatese, J., & Liu, D. 2019, June. Comparison of job cognitive and physical demands in different industries for implications on safety outcomes. In Proc., Annual Conf.—Canadian Society for Civil Engineering.
- Bakker, A. B. 2015. A job demands–resources approach to public service motivation. *Public Administration Review*, 75(5), 723-732.
- Bakker, A. B., Demerouti, E. 2007. The job demands-resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309–328.

- Bakker, A. B., Demerouti, E., Euwema, M. C. 2005. Job resources buffer the impact of job demands on burnout. *Journal of Occupational Health Psychology*, 10, 170–180.
- Balducci, C., Schaufeli, W. B., Fraccaroli, F. 2011. The job-demands-resources model and counterproductive work behaviour: The role of job-related affect. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 20(4), 467-496.
- Butterworth, P., Leach, L. S., Strazdins, L., Olesen, S. C., Rodgers, B., Broom, D. H. 2011. The psychosocial quality of work determines whether employment has benefits for Mental Health: Results from a Longitudinal National Household Panel Survey. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(11), 806–812.
- Cox, T., Griffiths, A., Rial-Gonzalez, E., 2000. Research on work-related stress. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. <https://osha.europa.eu/sites/default/files/TE2800882ENC - Research on Work-Related Stress.pdf>
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., Schaufeli, W. B. 2001. The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86, 499–512.
- Fuller, R. (2000). The Task-Capability interface model of the driving process. *Recherche-Transports-Sécurité*, 66, 47-57.
- Ghosh, A. K., Bhattacharjee, A., Chau, N. 2004. Relationships of working conditions and individual characteristics to occupational injuries: A case-control study in coal miners. *Journal of Occupational Health*, 46(6), 470–478.
- Grandey, A. and Gabriel, A. (2015). Emotional labor at a crossroads: where do we go from here?. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 2(1), 323-349.
- Hakanen, J. J., Schaufeli, W. B., Ahola, K. 2008. The job demands resources model: A three-year cross-lagged study of burnout, depression, commitment, and work engagement. *Work & Stress*, 22, 224-241.
- Hilton, M. F., Whiteford, H. A., Sheridan, J. S., Cleary, C. M., Chant, D. C., Wang, P. S., Kessler, R. C. 2008. The prevalence of psychological distress in employees and associated occupational risk factors. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 50(7), 746–757.
- Hobfoll, S. E., Johnson, R. J., Ennis, N., Jackson, A. P. 2003. Resource loss, resource gain, and emotional outcomes among inner city women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(3), 632–643.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. 2012. 6331 Sayılı İş Sağlığı Güvenliği Kanunu. Resmî Gazete No: 28331. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/kurum/24304011?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- James, C., Rahman, M., Bezzina, A., Kelly, B. 2020. Factors associated with patterns of psychological distress, alcohol use and social network among Australian Mineworkers. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 44(5), 390–396.
- Jones, F., Fletcher, B. 1996. Job control and health. In M. J. Schabracq, J. A. M. Winnubst., C. L. Cooper (Eds.), *Handbook of work and health psychology* (pp. 33–50). Chichester, England: Wiley.
- Kain, J., Jex, S. 2010. Karasek's job demands-control model: A summary of current issues and recommendations for future research. *Research in Occupational Stress and Well-Being*, 237–268.
- Karasek, R., Brisson, C., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P., Amick, B. 1998. The Job Content Questionnaire (JCQ): An instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3(4), 322–355.
- Karasek, R.A 1979. Job demands, job decision latitude and mental strain: implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285–308.
- Kristensen, T. S., Hannerz, H., Høgh, A., Borg, V. 2005. The Copenhagen Psychosocial Questionnaire—a tool for the assessment and improvement of the Psychosocial Work Environment. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 31(6), 438–449.
- Mallory, D., Rupp, D.E. (2016). Focusing in on the emotional laborer: emotion regulation at work. İçinde Baumeister, R. and Vohs, K. (Editörler), *Handbook of Self-Regulation: Research, Theory, and Applications*, 3rd ed., Guilford Press, New York, NY, 323-344.

- McLean, K. N. 2012. Mental health and well-being in resident mine workers: Out of the fly-in fly-out box. *Australian Journal of Rural Health*, 20(3), 126–130.
- Michie, S., Williams, S. 2003. Reducing work related psychological ill health and sickness absence: A systematic literature review. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(1), 3–9.
- Michrina, B.P. (2004). *Pennsylvania Mining Families: The Search for Dignity in the Coalfields*. University Press of Kentucky.
- Morris, J.A., Feldman, D.C. (1996). The dimensions, antecedents, and consequences of emotional labor. *Academy of Management Review*, 21(4), 986-1010.
- Niedhammer, I., Sultan-Taieb, H., Chastang, J.- F., Vermeylen, G., Parent-Thirion, A. 2012. Exposure to psychosocial work factors in 31 European countries. *Occupational Medicine*, 62(3), 196–202.
- Peeters, M. C. W., Montgomery, A. J., Bakker, A. B., Schaufeli, W. B. 2005. Balancing Work and Home: How Job and Home Demands Are Related to Burnout. *International Journal of Stress Management*, 12(1), 43–61.
- Pule, T., 2011. Mining activities and occupational health and safety at work. *African Newsletter of Occupational Health and Safety*, 21(1), 4–7.
- Roche, A. M., Pidd, K., Fischer, J. A., Lee, N., Scarfe, A., Kostadinov, V. 2016. Men, work, and mental health: A systematic review of depression in male-dominated industries and occupations. *Safety and Health at Work*, 7(4), 268–283.
- Schaufeli, W. B., Taris, T. W. 2014. A critical review of the job demands-resources model: Implications for improving work and health. *Bridging occupational, organizational and public health*, 43-68.
- Schütte, S., Chastang, J.-F., Malard, L., Parent-Thirion, A., Vermeylen, G., Niedhammer, I. 2014. Psychosocial working conditions and psychological well-being among employees in 34 European countries. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 87(8), 897–907.
- Stansfeld, S., Candy, B. 2006. Psychosocial work environment and Mental Health—a meta-analytic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32(6), 443–462.
- Stewart, A. G. 2020. Mining is bad for health: A voyage of discovery. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(4), 1153–1165.
- Van Ruysseveldt, J., & van Dijke, M. (2011). When are workload and workplace learning opportunities related in a curvilinear manner? The moderating role of autonomy. *Journal of Vocational Behavior*, 79(2), 470–483.
- Verkuil, B., Atasayi, S., Molendijk, M. L. 2015. Workplace bullying and mental health: A meta-analysis on cross-sectional and longitudinal data. *PLOS ONE*, 10(8), 1-16.
- Virtanen, M., Ferrie, J. E., Singh-Manoux, A., Shipley, M. J., Stansfeld, S. A., Marmot, M. G., Ahola, K., Vahtera, J., Kivimäki, M. 2011. Long working hours and symptoms of anxiety and depression: A 5-year follow-up of the Whitehall II Study. *Psychological Medicine*, 41(12), 2485–2494.
- Virtanen, M., Stansfeld, S. A., Fuhrer, R., Ferrie, J. E., Kivimäki, M. 2012. Overtime work as a predictor of major depressive episode: A 5-year follow-up of the Whitehall II Study. *PLoS ONE*, 7(1), 1-5.
- Wang, K. L., Johnson, A., Nguyen, H., Goodwin, R. E., & Groth, M. (2020). The changing value of skill utilisation: Interactions with job demands on job satisfaction and absenteeism. *Applied Psychology*, 69(1), 30–58. <https://doi.org/10.1111/apps.12200>
- Warr, P. (2007). *Work, happiness, and unhappiness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Yanyu, G., & Jizu, L. (2022). The effect of emotional intelligence on unsafe behavior of miners: the role of emotional labor strategies and perceived organizational support. *International journal of occupational safety and ergonomics*, (just-accepted), 1-43.
- Yelboğa, N. 2018. Maden işçilerinin psikolojik, sosyal ve ekonomik açıdan gündelik yaşamlarının incelenmesi: Murgul bakır madeni örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 123-147.
- Yu, M., Li, J. 2019. Psychosocial safety climate and unsafe behavior among miners in China: The mediating role of Work Stress and Job Burnout. *Psychology, Health & Medicine*, 25(7), 793–801.

ALMANYA ESSEN ZOLLVEREIN'DAN ZONGULDAK'A KÖMÜR MİRASINA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

CURRENT APPROACHES TO COAL HERITAGE FROM GERMANY ESSEN ZOLLVEREIN TO ZONGULDAK

T. Gül Köksal*

Doç. Dr. Mimar, Koruma Uzmanı, Grenoble Mimarlık Okulu, Fransa.

ÖZET İnşa edildikleri yerlerde köklü değişimlerin sebebi olan, kitlesel insan göçlerine, politik-ekonomik dönüşüme, ekosistemin etkilenmesine neden olan sanayileşmeden geriye kalanların bize söylediği çok şey var. Dolayısıyla bu süreci geçmişten bugüne ulaşan bir miras olarak ele almak hayli anlamlı. Ancak aynı zamanda sanayinin devam ediyor oluşu geçmişte kalanın halen bir şekilde sürekliliğine de işaret ediyor. Tam da bu noktada sanayinin miraslaştırılması pratiği, diğer bir deyişle nasıl bir miras olarak ele alındığı önem kazanıyor. Sanayiden geriye kalanlar, bize hem bu süreci hem de daha adil, eşit, nitelikli bir yaşam hakkında bazı gerçekleri somut olarak yerinde gösterebilir.

Bu bildiri ile kömür madenciliğinin mirasına yönelik farklı yaklaşımlar bu çerçevede sorunsallaştırılıyor. Bu bağlamda Almanya'nın ağır sanayi bölgesi olan Ruhr havzasının erken dönüşmüş öncü örneklerinden biri olan Essen Zollverein kömür işletmesi üzerine yapılan güncel tartışmalar ele alınırken, Zonguldak için de yeni açılımlar ortaya koymak hedefleniyor.

ABSTRACT The remains of industrialization, which caused radical changes in the places where they were built, caused mass human migration, political-economic transformation, and affected the ecosystem, have much to tell us. Therefore, it is meaningful to consider this process as a legacy from the past to the present. However, at the same time, the fact that industrialization continues also points to the continuity of the past in some way. It is precisely at this point that the practice of inheritance of industry, in other words, how it is treated as a legacy, becomes important. Remains of the industry show us both this process and some truths about a more just, equal and quality life?

This paper problematizes different approaches to the legacy of coal mining within this framework. In this context, the current debates on the Essen Zollverein, one of the pioneering examples of the early transformation of the Ruhr, Germany's heavy industry region, will be discussed, and new insights for Zonguldak will be put forward.

* tgulkoksal@gmail.com

1. SANAYİNİN MİRASLAŞTIRILMASI

İngiltere’de 18. yüzyılda, “Sanayi Devrimi” adı altında tüm dünyayı etkileyen ve sonuçları günümüze kadar ulaşan gelişmeler, teknolojik, iktisadi, sosyal ve siyasal boyutları ile 19. yüzyıl, hatta 20. yüzyıl başlarına kadar tüm dünyaya hızla yayılmıştır. “Manufaktur” denilen el ile üretimin inorganik güç kaynakları ile makineye devredilmesi ve fabrika düzenine geçiş olarak tanımlanabilen bu süreçte, başlarda su kenarlarında kurulan üretim yapıları, iletim ve taşıma olanaklarının da artmasıyla, artık hammaddenin elde edildiği, ya da üretilenlerin pazarlanacağı yerlerde kurulabilir hale gelmiş, böylece üretim tesislerinin yayılma hızı da artmıştır. Bu gelişmeler kentlerin planlama ve mimari düzenlerinden, toplumun üretim-tüketim ilişkilerine veya gündelik yaşam pratiklerine dek ciddi değişimlerin tetikçisi olmuştur. Bu nedenle sanayi yapıları ve yerleşkelerinin fiziki varlıkları üzerinden; konumlandıkları ve ilişki kurdukları toplumların iktisadi, teknolojik, siyasal, sosyal ve kültürel yapılarını okumak olasıdır.

Sanayi Devrimi, başta ekonomik olmak üzere, sosyo-kültürel boyutlarıyla insanların düşünce ve yaşam biçimlerinde ve yaşadıkları çevrede köklü değişimlere yol açan bir dönüm noktasıdır. Değişim, hayatın her alanını etkisi altına alırken, sanayileşme sürecinin öncü mekânları ve donanımları da yeni teknolojiler karşısında verimliliklerini yitirmişler, devre dışı kalmışlar ve uzun bir süre kaderlerine terk edilmişlerdir.

Bugün endüstri mirası olarak önem kazanan bu terkedilmiş yapılar, dünyada yarım yüzyıl, Türkiye’de ise, 1990’lardan bu yana kültürel mirasın bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Sanayi yapıları ve alanları, araç, gereç ve donanımlar, işletim süreçleri, buldukları kentlerle ve doğa parçalarıyla, maddi ve manevi tüm sonuçlarıyla birlikte bir bütün olarak endüstri mirası kapsamında ele alınmaktadır. Fransızca kökenli olan “endüstri” kelimesi Türk Dil Kurumu Sözlüğüne göre “sanayi” kelimesi ile eş anlamlı olup “ham maddeleri işlemek, enerji kaynaklarını yaratmak için kullanılan yöntemlerin ve araçların bütünü” olarak tanımlanmaktadır. “Endüstri mirası” ise, sanayi kültürünün tarihsel, teknolojik, sosyal, mimari ve bilimsel değere sahip kalıntılarını içerir. İmalathâne ve fabrikalar, makineler, atölyeler, madenler ile işleme ve arıtma alanları, ambarlar ve depolar, enerji üretim ve iletim tesisleri, demiryolu, liman gibi ulaşım alanları, ayrıca sanayi alanlarındaki hizmet yapılarından oluşur. Yine bu alanla ilgili diğer bir kavram ise, “endüstri arkeolojisi”dir. Bilindiği üzere “arkeoloji” eskinin bilimidir, “endüstri” ise, 18. yüzyıldan sonrayı işaret eder. Bu iki kelimenin yan yana gelmesi ile oluşan “endüstri arkeolojisi” ise, sanayinin geçmişi ile bugününün daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla, sanayi faaliyetleri sonucunda yaratılan belgelerin, eserlerin, yapıların, insan yerleşimlerinin, doğal ve kentsel peyzajların, somut ve somut olmayan tüm kanıtlarını inceler. Endüstri arkeolojisi disiplinler arası araştırma alanıdır. Endüstri yapılarını tasarlayan mimarların kullandığı tekniklerin incelenmesi açısından mimari; yapının inşa edildiği alanın topografik özellikleri, ulaşım özellikleri, gelişim aşamaları açısından arkeolojik; yapılarda görevli olanların yaşamları ve yaşam alanlarının araştırılması açısından sosyolojik, iktisadi ve siyasi süreçleri ile ekonomi-politik gibi disiplinleri ilgilendirir.

Avrupa'daki mevcut sanayi yapılarının 20. yüzyılın ikinci yarısından başlayarak yine üretim/tüketim sisteminin iktisadi, siyasi, teknolojik ve sosyolojik gelişmeleri/zorunlulukları nedeniyle, mekân, ya da konum olarak veya işlevsel eskime nedeniyle yetersiz olmaya başlaması üzerine, çağdaş endüstri toplumunu simgeleyen çok sayıda anıtsal sanayi yapı/yerleşkesi işlevini yitirmiştir (Föhl, 1995). Avrupa'da endüstri yapılarının işlev kaybına, çoğunlukla yeni üretim teknolojilerinin gerekliliği (elektrik üretimindeki atılım, mazotlu motorların yaygınlaşması, nükleer enerjinin kullanılmaya başlanması vb.) ve uzak Doğu ülkelerinden ucuza ürün alımı yol açmıştır.

1970'lerden itibaren endüstri yerleşkelerinin envanterlerini oluşturmaya, bir yandan da bu yapıların hangi ölçütlerle korunacağı ve yaşatılacağı üzerine tartışmaya başlandı. Sözkonusu tartışmalar ulusal ve uluslararası ölçekte kurumların oluşmasına imkân sağladı. 1973 yılında uluslararası ilk toplantılarını yapan ve bu alanda çalışan kişiler, 1978 yılındaki üçüncü uluslararası toplantıda TICCIH (The International Committee for the Conservation of Industrial Heritage / Uluslararası Endüstri Mirasını Koruma Komitesi) adını aldı ve TICCIH çalışmalarına halen devam etmektedir (TICCIH, 2021). TICCIH dışında ERIH (The European Route of Industrial Heritage-Avrupa Endüstri Mirası Güzergâhı), ICOHTEC (International Committee for the History of Technology), SHOT (Society for the History of Technology), NEKTAR (Europäischen Netzwerk der Kultur der Arbeit), E-FAITH (European Federation of Associations of Industrial and Technical Heritage) gibi çok sayıda ulusal ve uluslararası kuruluş oluştu (Köksal, 2005). Bu kurumlar, toplantılar dışında yayınlar yapmakta ve konuyu yaygınlaştırmaya yönelik girişimlerde bulunmaktadır.

20. yüzyıl ortalarından itibaren kapitalizmin dünyada baskın bir politik-ekonomik sistem olması ve 1980'lerden itibaren neoliberal politikaya geçişle kentlerdeki dönüşümler de hızlandı. Küresel süreçlerin etkisiyle işlevsizleştirildiği için kullanım değeri kalmayan sanayi yapıları da koruma nesnesi olmaya başladı. Oysa sanayi yapılarının en temel inşa gerekçesi işleviydi, yani bir üretim değeri taşımasıydı. Bu noktada kaçınılmaz olarak bir çelişki ve çatışma oluşuyor. Diğer yandan yıllarca kentlerin ve gündelik yaşamın dönüşümünde etken rol oynayan bu yapıların çalışmaları için emek veren işçiler, emekçiler, içlerindeki veya çevrelerindeki konutlarda yaşayan insanlar var. Dolayısı ile bu tarihin doğrudan parçası olan, hatta bu tarihi yazan görünmeyen bir emek sınıfı söz konusu. Bir emek mekânı olarak endüstri alanlarında sermaye-emek çelişkisi, sınıf çatışması, yoğun bir emek sömürsü, artı değer üretimi, çevre kirliliği, grevler, sendikalaşma süreçleri gibi çok çeşitli çatışma ve çelişkiler mevcut. Diğer bir deyişle bu alanlar steril, ehil, romantik alanlar hiç değiller, hatta tam aksine insan-doğa, emek-sermaye, toplumsal cinsiyet vb. çok farklı boyutlardaki çelişki ve çatışmaların mekânsal karşılığı. Bu nedenle koruma sürecinde ancak tarihin tüm bu yönleri dikkate alınırca somut olmayan geçmiş de kayda alınmış olabilecektir. Yani endüstriyel sürecin bugüne taşıdığı tarihin somut izleri olan yapılar steril, romantize edilmiş bir şekilde değil de tüm çelişki ve çatışmaları ile yaşarsa miraslaştırılan yapılar da daha eşit, adil bir toplumsal yaşam için sahici bir imkân yaratabileceklerdir. Ortak geçmişimiz, kolektif bellek, toplumsal tarih gibi ifadelerin karşılığı olan mirasın bize aktardığı şeyleri daha iyi bir gelecek için sürdürmek,

yaşatmak gibi derdimiz varsa, toplumsal eşitsizlikleri yeniden üretmek yerine, geçmişini katılımcı, şeffaf bir biçimde açıkça ortaya koyan ve bu yolla uzlaşma/barış değil, ancak yüzleştiren, gören ve sağaltıcı bir miraslaştırma yoluyla bir toplumsal dönüşüm olabilecektir. Bu nedenle endüstri yapılarını yeniden işlevlendirmede, kim için, nasıl bir dönüşüm uygulandığı, sözlü tanıklıkların kayda alınması ve bu alanların belleğini oluşturan görünmeyen emek gücünün süreçlere doğrudan etkin ve sürekli bir biçimde katılımı önemli bir sorunsaldır. Bu tür sorunsalları dikkate almayan yaklaşım fabrikaları bu kez miras endüstrisinin nesnesi olmaya itebilmektedir. Yani sanayi yapı/yerleşkeleri (*industrial heritage*) miraslaştırma yoluyla, miras endüstrisinin (*heritage industry*) parçası olabilmektedir.

2. ALMANYA’NIN RUHR HAVZASI’NDAN ZECHE ZOLLVEREIN

Avrupa’da endüstri yapılarının korunması konusunda 20. yüzyılda başlatılan kuramsal çalışmaların yanı sıra yüzyılın son çeyreğinde Almanya, İngiltere ve Fransa gibi ülkelerde çok sayıda sanayi yapısının yeniden kullanım uygulaması yapılmıştır (Trinder ve Föhl, 1992; Cossons, 1993). Bunlar arasında dikkate değer bir örnek olarak Almanya’daki ağır sanayi havzası olan Ruhr Bölgesi sayılabilir.

Ruhr Bölgesi, Duisburg’tan Dortmund’a uzanan ve iç içe geçmiş on yedi kenti barındıran, sadece %40’ı Avrupa Topluluğu’na üye 5.346 milyonluk nüfusu, iki milyonluk iş yeri, beş yüksek okulu ve 115x70 km’lik büyüklüğü ile önemli bir endüstri alanıdır (Jesberg, 1999). Bölgedeki zengin kömür ve maden ocakları, demir yolu bağlantıları, doğal su kaynakları, 19. yüzyılın ikinci yarısında endüstrileşme için uygun koşulları sağlamış ve bölge 20. yüzyılın başlarına doğru Almanya’nın ve Avrupa’nın en büyük endüstri bölgesi haline gelmiştir (Jesberg, 1999). 1970’lere kadar tam kapasite ile kullanılan fabrikalar, değişen üretim sistemleri, azalan doğal kaynaklar, daha uygun koşullarda ithal edilen ürün ve hizmet gibi nedenlerle kapatılmaktadır. 1980’lerde hemen hemen tamamen boşaltılan Ruhr Bölgesi işlevini yitirmiş gaz depoları, kömür işletmeleri, su kuleleri, yüksek fırınlar, metal işletmeleri, türbinler, limanlar, tersaneler ve maden işletmeleri ile devasa sanayi alanları ve fabrikalarına sahiptir (Ganser, 1992).

1979-1987 yılları arasında Berlin’i ele alan IBA (Internationale Bauausstellung) 1989-1999 yılları arasında da Ruhr Bölgesi’nde Emscher Parkı Projesini ele almıştır (Ganser, 1992). Tüm alanı bir bütün olarak ele alan proje kapsamında gerçekleştirilen yüz yirmi uygulamanın, altmışı ulusal ya da uluslararası mimari proje yarışmasıyla seçilmiştir (Kraft, 1999). Bölgede yaşayanların hem planlama hem de inşa sürecine katılmaları sağlanmıştır. Küçük gemi ve motorlarla kanal ve nehirler boyunca gezinti güzergâhları, nehir kenarında bisiklet ve yürüyüş yolları düzenlenmiştir. 20. yüzyıl sonlarında işlevini yitiren ve terk edilen ağır sanayi ve kömür işletmelerinden oluşan endüstri alanları yapısal ve bölgesel ölçekte; teknik ve endüstri müzeleri, çok amaçlı kültür merkezleri, eğlence ve dinlenme yerleri, kamu mekânları, eğitim yerleri vb. yeni işlevlerle yeniden hayata katılmıştır. IBA Emscher Park projeleri ve Ruhr Bölgesi’nin endüstri mirasını bir rota çerçevesinde tanıtmak amacıyla “Endüstri Kültürü Güzergâhı

(Route Industriekultur)” isimli bir dizi çalışma da yürütülmektedir. IBA’nın Emscher Parkı projeleri için yaklaşık beş milyar DM harcanmıştır (Kraft, 1999). Bu miktarın üçte biri özel işletmeler, kalanı Nordrhein-Westfalen yönetimi ve Avrupa Topluluğu tarafından karşılanmıştır. Ruhr havzasındaki çok sayıdaki uygulama, endüstri geçmişinin korumaya ve sürdürmeye değer yönleri, çelişki ve çatışmalar, emeğin mirasını aktarma yolları, kamu yararına açık-şeffaf uygulama vb. olumlu, olumsuz yönleri ile nitelikli araştırmalar, bilimsel tartışmalar, halk toplantıları vb. ile gündeme gelmekte, sürekli eleştiriye açık olarak tartışılmaktadır. Konu hakkında detaylı bilgilere ve bazı yayınlara “Route Industriekultur” web sitesinden erişilebilir (Route Industriekultur, 2021). İngiltere ve Fransa gibi ülkelerdeki örnekler de bu ülkelerin TICCIH’e bağlı ulusal endüstri mirası kurumlarından takip edilebilir (Industrial Archaeology, 2021; CILAC, 2021).

IBA’nın çalışma bölgesi olan ve projeye adını veren Emscher, 2.5 milyon nüfusu ile 70x15 km’lik bir alandır. Projenin ana hedefi, sözkonusu alanın ekolojik niteliklerini arttırmak ve yeşil-rekreasyon parkları yaratmaktır (Kleine, 1992:129). IBA Emscher Park için çalışan Schroeteler von Brandt, IBA’nın bölgeye yaklaşımını şu şekilde aktarmaktadır; “IBA’dan önce de sanayi yapılarını koruma fikri vardı. IBA’nın düşüncesi bütün bu münferit projeleri bir araya getirmektir. Dağılmış çiçeklerden bir buket yapmak gibi”. Bu amaçla çalışmalara başlamadan önce çeşitli stratejiler ve bir çalışma konsepti geliştirilmiştir. Buna göre 1989 yılında uygulamalara başlanacak, 1994-5 yılları arasında çalışmaların geldiği aşama uzmanlara ve kamuya ara sunumlarla aktarılacak, 1999 Aralık ayında da uygulamalar tamamlanacak ve son sunuş yapılacaktır. Tüm proje ve uygulamalar belirlenen süreler içinde tamamlanmıştır. Her IBA projesi için bir yarışma düzenlenmiş ve en iyi mimari tasarım seçilmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilen 120 uygulamanın, 60’ı ulusal, ya da uluslararası mimari proje yarışmasıyla seçilmiştir (Kraft, 1999:99). Bölgede yaşayanların hem planlama hem de inşa sürecine katılmaları sağlanmıştır. Her yıl, bir önceki yıl edinilen deneyimle daha ekonomik ve daha iyi projelerin yapılması hedeflenmiştir. Bölgede yapılan çalışmalar;

- Kentsel ve tek yapı ölçeğinde tüm alan bir bütün olarak ele alınmış ve bölgenin tarihi-teknolojik-mimari sürekliliğinin devamı sağlanmıştır.
- Yeşil alan ve orman düzenlemeleri, ekolojik çalışmalar, büyük sanayi komplekslerinin topraklarını düzenleme-değerlendirme ve peyzaj çalışmaları yapılmış, yeni rekreasyon alanları yaratılmıştır.
- Küçük gemi ve motorlarla kanal ve nehirler boyunca gezinti güzergâhları, nehir kenarında bisiklet ve yürüyüş yolları düzenlenmiştir.
- Fabrika atıklarından ve üretim sistemlerinden dolayı, doğanın dengesinin başkalaşımı sonucunda sadece endüstri alanlarında rastlanabilen bitki örtüsü koruma altına alınmış, tanıtılmış ve sunulmuştur.
- Yaklaşık 500 hektarlık alan kamu kullanımına açılmıştır.
- Yaklaşık 2000 işçi konutu modern yaşam koşullarına göre restore edilmiştir.

- 20. yüzyıl sonlarında işlevini yitiren ve terk edilen ağır sanayi ve kömür işletmelerinden oluşan endüstri alanları yapısal ve bölgesel ölçekte; teknik ve endüstri müzeleri, çok amaçlı kültür merkezleri, eğlence ve dinlenme yerleri, kamu mekânları, eğitim yerleri vb. yeni işlevlerle yeniden hayata katılmıştır.
- Endüstri yapı ve komplekslerini koruma çalışmaları yapılmıştır.
- Ulusal ve uluslararası mimari proje yarışmaları düzenlenmiştir (Ganser, 1991:1218-9).

IBA Emscher Park projelerini ve Ruhr Bölgesi'nin endüstri mirasını bir rota çerçevesinde tanıtmak amacıyla "Endüstri Kültürü Güzergâhı (Route Industrie Kultur)" isimli bir dizi çalışma yürütülmektedir. Çalışmalar arasında; bölgesel haritalar çıkarmak ve broşür, dergi, kitap gibi yayınlarla bilgi aktarmak yer almaktadır. Sonuç olarak 19. yüzyılın önemli bir endüstri bölgesi, işlevini yitirdikten sonra, koruma amaçlı ve özenli çalışmalar ile tarihsel, mimari ve teknik sürekliliği bozulmadan yeniden hayat bulmuştur. Burada endüstriyel geçmişin "endüstri kültürü" olarak değerlendirilmesi, kamu yararının gözetilmesi ve alana bütüncül yaklaşılması örnek alınacak yaklaşımlardır.

Gelsenkirchener Straße 181, Essen'de konumlanan Zollverein XII kömür işletmesi, Fritz Schupp ve Martin Kremmer tarafından, 1928-1932 yılları arasında inşa edilmiştir (<https://www.zollverein.de>). 120 hektarlık alana yayılan fabrika, Ruhr Bölgesi'nin en büyük ve verimli kömür işletmesiydi (Stiftung Zollverein, 2000). 1 Şubat 1932'de işletilmeye başlayan fabrikada, günde 12.000 ton taş kömürü işleniyordu (Stiftung Zollverein, 2000). Kömür ocağına inen dört ayrı sistem, 83 saniye içinde 620 m derinliğe ulaşıyor ve buradan çıkarılan kömür vagonlara yükleniyordu.

"Form fonksiyonu izler" sözünü onaylarcasına, iki aks üstünde neredeyse simetrik olarak yerleştirilen yapılar, planlama sistemleriyle de dikkat çekmektedir. İşletmenin kuzey-güney eksenine ikmal, doğu-batı eksenine ise, üretim amacıyla kullanılan yapılar yerleştirilmiştir. Fabrika yapılarının lambaları, merdivenleri, kapıları, bağlantı yolları vb. ayrıntılar ve yeşil alanları özel olarak tasarlanmıştır. Fabrikanın mimarlarından Fritz Schupp, 1929'da fabrikayı planlarken; "Endüstri yapılarının kente zarar veren yapılar olmadığını, aksine bu tür yapıların üretimin sembolü ve anıtsal değeri olduğunu ve her vatandaşın kamu binaları gibi, bu yapılarla da gurur duyması gerektiğini" belirtmiştir (Böll ve Krabel, 1997:873).

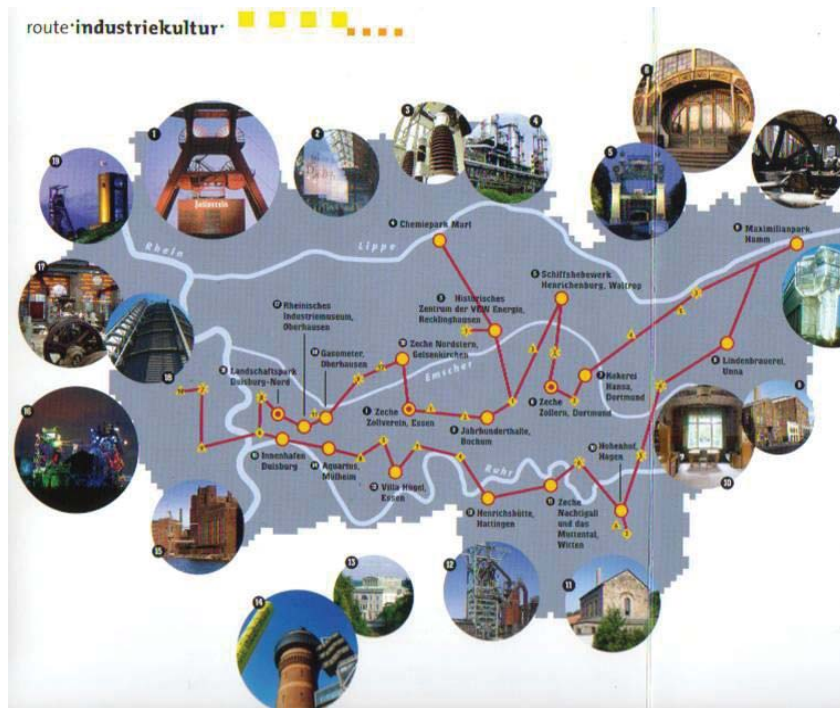
Rasyonel planlamanın en iyi örneklerinden biri olan kömür işletmesi kompleksi, 1986 yılının Aralık ayında işlevini yitirmiş ve terk edilmiştir (Stiftung Zollverein, 2000). Fabrika aynı yıl yasal olarak koruma altına alınmıştır (Böll ve Krabel, 1997:873). 1977'de strüktür sorunları nedeniyle yıkılan kazan dairesinin bacası dışında alanda herhangi bir yıkım olmamıştır (Buschmann, 1985:42). 1989'da IBA Emscher Park projesi yetkilileri, bölge halkı, koruma kurulları ve meslek odalarının çalışmaları ile fabrikanın tekrar kullanımı gündeme gelmiştir. Bu kararda, yerel gazetelerin ve yıkım kararına karşı gelişen tepkilerin de rolü büyük olmuştur (Lorenz, 1985).

Koruma ve yeniden işlevlendirme çalışmaları, Heinrich Böll ve Hans Krabel tarafından yapılmıştır (Stiftung Zollverein, 2000). NRW dizayn merkezi olarak yeniden işlevlendirilen eski kazan dairesinin projesi, Norman Foster ve ortakları tarafından hazırlanmıştır. Böll ve Krabel, proje hazırlık süreci, yeniden işlevlendirme kararları ve uygulamaların 8 yıl sürdüğünü belirtmektedir (Böll ve Krabel, 1997:873). Endüstri tarihinin “Köln Katedrali” olarak adlandırılan işletme (Stiftung Zollverein, 2000), hem kendi fiziki varlığını sergilemekte hem de büro, kültürel etkinlikler ve modern tasarım ürünleri için mekân olmaktadır. İşletmeye ait yapılara yeni işlevler verilmiş ve tüm alan “endüstri müzesi, endüstri kültürü güzergâhının tanıtım bürosu, sergi alanı, bürolar, toplantı odaları, çok amaçlı salonlar, dizayn okulu ve sergi alanları” gibi işlevlerle yeniden kullanıma açılmıştır (Stiftung Zollverein, 2000) (Sergiler hakkında ayrıntılı bilgi için; <http://www.symmetrie-und-symbol.de>).

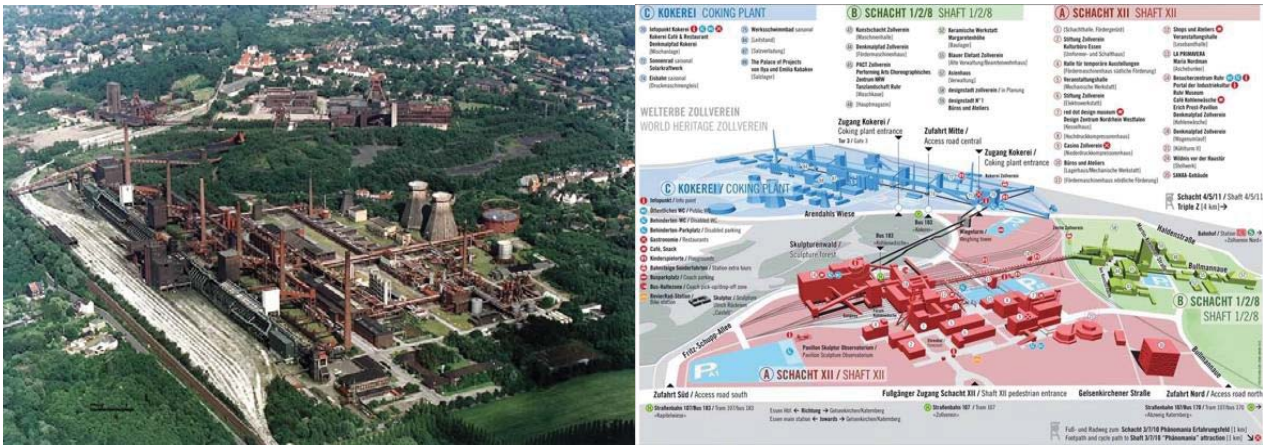
Tesisin belirli bölümlerine özellikle “dokunulmamış”, zorunlu durumlarda güvenlik sorununu çözecek minimum müdahale ile yapı kendi haline bırakılmış, buna karşılık geriye kalan kısımlar yeniden işlevlendirilmiştir. Fabrikanın mimari karakterine uygun biçimde, yeni işlevlerin yapıya uyarlanmasına özen gösterilmiştir (Böll ve Krabel, 1997:873). Aynı şekilde yapıların kullanım, doğa koşulları ve eskimeden kaynaklanan sorunlarının hepsi, özgün konstrüksiyona uyum gösteren en basit teknik çözümlerle giderilmiştir (Böll ve Krabel, 1997:876). Koruma ve yeniden kullanım çalışmalarında asıl amaç, yapıların özgün niteliklerini ve görünüşlerini korumak olmuştur. Yeni işlev talepleri, yapılara müdahale edilmesini gerektirdiği halde, uygulamada “koruma amacına” sadık kalınmıştır. Diğer yandan yeni işlevlerin gerektirdiği konfor koşulları için de aynı düşünceyle hareket edilmiştir. Yeniden işlevlendirilen yapıların hepsine ısı kontrolü, havalandırma, klima dengeleme, akustik, yangın koruma sistemleri eklenmiştir (Böll ve Krabel, 1997:873). Ayrıca şiddetli yağmurun cepheler üzerindeki olumsuz etkilerine karşı gerekli önlemler alınmıştır. Pencereleerde ısı kaybına karşı çift cam kullanılmıştır.

Essen, Nordrhein-Westfalen Bölgesi, Alman Hükümeti ve Avrupa Topluluğu tarafından karşılanan restorasyon ve yeniden kullanım çalışmaları henüz tamamlanmamıştır; ödenek oldukça çalışmalara devam edilmektedir. 1999’a kadar restorasyon ve yeniden işlevlendirme uygulamaları için ödenen 90 milyon DM’in büyük bir kısmı Avrupa Topluluğu’ndan sağlanmıştır (Föhl, 2003:1). İşletme 1999’da “Wüstenrot Stiftung yeniden işlevlendirme ödülünü” almıştır (Wüstenrot Stiftung, 1999:29). Yapının restorasyonunda iki yıldan fazla süredir işsiz olan kişiler çalışmıştır (Beckers, 1995:32). Yeniden işlevlendirilen binalar kiralanarak veya dikkat çekici yeni kullanımlarla daha fazla kişinin gelmesi sağlanarak, uygulama masraflarının zaman içinde karşılanacağı öngörülmektedir (Beckers, 1995:32). 400 kişiye hizmet edecek kapasitede bir lokanta olarak işlevlendirilen kompresör binasında ise, yerinde korunmuş makineler arasında hem dünya mutfağından örnekler sunulmakta hem de eskiden olduğu gibi günlük olarak işçiler için pişirilen yemekler hazırlanmaktadır (Stiftung Zollverein, 2000).

Tümüyle korunan fabrika kompleksi, 2001 yılında UNESCO'nun Dünya Kültür Mirası listesine kabul edilmiştir (www.unesco-welterbe.de). Yapının Dünya Kültür Mirası Listesi'ne kabul edilme nedenleri olarak, "kömür endüstrisinin 150 yıllık gelişimi ve dikkate değer tanıklığı, fabrika bünyesindeki modern mimarlığın sıra dışı yapıları ve tamamen korunmuş bir kömür işletmesi olması" gösterilmektedir. Diğer yandan aradan geçen zaman içinde alanın kullanımına ilişkin eleştirel tartışmalar da gündeme gelmeye başlamıştır. Başta hedeflendiği gibi bir dönüşümün sağlanmadığı, yerelde insanların yerinden sürüldüğü ve kendilerine doğrudan bir ekonomik bir girdi olmadığı, aksine koruma-kullanma amaç-araç ilişkisinin sağlıklı oluşmadığı, müzelerin endüstri kültürünün zorlu yönlerini yeterli düzeyde anlatmadığı gibi eleştirilen çok sayıda çalışmanın konusu olmuştur (bkz. Deindustrialization çalışma grubunun işleri, S. Berger vd.).



Şekil 1. Almanya Ruhr Bölgesi'nde korunan ve yeniden kullanılan yapılar bir rota etrafında gezilebilmektedir (<http://www.route-industriekultur.de>).



Şekil 2. ve 3. Dünya Mirası Listesi'nde yer alan Ruhr Bölgesi Zeche Zollverein tesisi (<http://www.route-industriekultur.de>).



Şekil 4. Sergi alanı olarak kullanılan kok kömürü kazan ve depolarından görünüşler, güneş enerjisi kaynağına dönüştürülen çatı ve gece aydınlatması (Stiftung, 2000).

3. ZONGULDAK KÖMÜR MİRASI

Zonguldak'daki kömür mirası üzerine kişisel olarak çalışmaların 2007 yılında dayanıyor. 06-07 Nisan 2007'de Zonguldak'ta MO Ankara Şubesi ve Zonguldak Temsilciliği tarafından kent dışından ve yerel çeşitli araştırmacıların katıldığı bir çalıştay yapılmıştı. Endüstri mirasının korumada yeni bir tanım ve kavram olarak ele alan çalıştay "Korumada Yeni Tanımlar, Yeni Kavramlar: Endüstri Mirası" adıyla yayımlandı. Kentin endüstri mirasının kamu yararına korunması ve değerlerini yaşatması için önemli bu girişimi izleyen projeler de oldu.

2008 yılında Mimarlar Odası Ankara Şubesi 3. Kent Düşleri öğrenci fikir yarışmasında Zonguldak Merkez Lavuar Alanını ele aldı. Benim de jüri üyesi olduğu bu yarışmada çok disiplinli olarak alanın geleceğini tartışan projeler değerlendirildi. Ardından 15 Mart 2009'da ZOKEV tarafından Zonguldak'ta "Lavuar Alanı Ortak Çözüm Çalıştay" düzenlendi. Hepimizin Lavuar alanı ve kentin endüstri mirasının yaşatılması için ileri sürdüğü öneriler derlendi. Çalıştaytan çıkan sonuçlar da bir bildirge olarak yayımlandı. 22 Şubat 2011'de yine Ankara'da Zonguldak örneğini merkeze alan bir panel düzenlendi. Kentsel tasarım yarışmalarının olumlu olumsuz yönlerinin masaya yatırıldığı panelde Zonguldak'ın 1972'de hazırlanan Kozlu-Kilimli-Çatalağzı Metropolitan Alan Planlaması mimari tasarım yarışması; 2008 Öğrenci fikir yarışması; Kent Düşleri - 3 Zonguldak Merkez Lavuar Alanı Değerlendirme Projesi; 2010 Zonguldak Lavuar Koruma Alanı ve Çevresi Koruma, Planlama, Kentsel Tasarım ve Peyzaj Düzenleme Proje Yarışması yorumlandı. Panelin bant çözümü de yapıldı. Zonguldak Lavuar (Yıkama) Tesisleri, Karabük Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından tescillenmiş bir endüstri mirası. Kömürle doğan ve kömürle kent kimliğini oluşturan Zonguldak'taki bu tesislerin kent yaşamının bir parçası haline getirilmesi hem Zonguldaklılar hem de tüm Türkiye için ülkemizin endüstrileşme tarihinin kayda değer yapıtlarından birinin korunması ve gelecek nesillere aktarılması bakımından oldukça önem taşıyor.

Kentin zengin madencilik geçmişinin; emek tarihi, mekânsal birikim, işçi konutları (amele evleri), politik ekonomi ile bağı ve politik ekoloji ile iç içe geçen sorunları bağlamında başka türlü bir enerji kullanımı, işletme ve sanayileşme gibi konuların tartışılması için önemli bir alan olduğunu düşünüyorum. Çok sayıda yapı ve yerleşimi barındırması bize değer atama sorunsalına da işaret ediyor. Bu konuda çeşitli akademik tez, makale vb. çalışmalar da yapıldı.

Diğer yandan kente yönelik şöyle çalışmalar da gerçekleşti. Örneğin Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı'nın (BAKKA) "TR81 Batı Karadeniz Bölgesi Endüstri Mirası Ögelerinin Araştırılması" isimli ve Mayıs 2021 tarihli çalışma bölgedeki sanayi mirasını ele aldı. Genel olarak endüstri mirasına dair bir bilgilendirme ile başlayan çalışma, saha verilere dayalı olarak bölgenin sanayi mirasını yapıları, tarihi hikayeleri, işçileri ve büyük madenci yürüyüşü vb. başlıklar altında detaylandırıp, tespitler yapıyor. Ancak alana yaklaşım olarak üretilen projelerin temelinde endüstri turizmi temel bir araç olarak görülüyor. Bu amaçla bazı rotalar düzenleniyor. Pazarlama ve bunlar için eylem planları üretiliyor. Bir miras olarak değerlendirilen yapı ve yerleşimlerin korunması, yaşatılması sermayenin bu alanları bir ekonomik fırsat olarak görmesine bağlanıyor. Dolayısıyla ortak müşterek değerler yine kapitalist üretim ilişkilerinin belirleyici, karar verici olduğu bir sistemin inisiyatifine havale ediliyor. Dünyanın sonunu düşünmenin kapitalizmin sonunu düşünmekten daha kolay olması gibi, burada da benzer şekilde başka bir dönüşüm seçeneği, alternatif düşünülüyor. Bir miktar müze ve bir takım yeniden kullanım önerileri alanı bir yapı stoğu olarak işaret ediyor. Yaşamın kamu yararına yeniden dönüşmesi arzusu, nitelikli ve adil bir mekânsallığın üretimi için bir araç olarak görme çabası projelerde yer almıyor. Bunun yerine markalaşma, pazarlama, turistikleşme esas hedef.

Benzer bir çalışma olan "2023 Turizm Hedeflerine Doğru Zonguldak'ta Doğa ve Kültür Turizmi" isimli kitap da turizm amaçlı tamamlanmış ve süren projeleri içerir. Bu kez çalışmalara çeşitli mimarlık okulları da iştirak etmiştir. BAKKA'nın "Batı Karadeniz Turizm Master Planı, Zonguldak, Karabük, Bartın, Vizyon, Strateji ve Eylemler" çalışması da bu minvalde bir başka çalışmadır.

Temelinde kullanım değeri yerine dönüşüm değerini esas alan, kent hakkı, eşit-adil bir kentleşme yerine sermaye birikimini merkeze alan bu eğilimlerin bir kısmı uygulanır, bir kısmı tam da "kendi ayağına kurşun sıkan" bir şiarı barındırdığı için yeterli sermaye bulunmadığından yarım kalır veya hiç başlanmaz.

4. DEĞERLENDİRME

Endüstri geçmişini miraslaştırma ve sürdürmek üzerine yapılan tartışmalar, koruma ve yeniden kullanıma ilişkin uygulamalar üzerine zaman geçtikçe yeni açılımlarla devam etmektedir. Sadece fiziki dokunun öncelendiği örneklerde emeğin mirasının çoğunlukla göz ardı edildiği görülmektedir. Endüstriyel yapıların içerdiği emek mirası, bizzat yapının ve taşıdığı teknik donanımın kendisinde, o yapılarda ve makinelerde icra edilen ücretli çalışma deneyiminde, işçi ailelerinin dayanağı olan karşılıksız ev içi

emekte, sendika ve diğer örgütlerle kurulan bağlarda, çalışanların yaşam koşullarında, üretim etkinliği etrafında ve dışında gerçekleştirilen mekâna dayalı sosyal aktivitelerde ve yarattığı kentsel gelişmede yatmaktadır. Kısaca, emeğe vurgu yapmak, endüstriyel yapıları dayandıkları üretim etkinliği etrafında örgütlenmiş birer ‘yaşam deneyimleri’ olarak görebilmeye de olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla, endüstriyel geçmişin ‘miras’ değeri ancak yapıları ve yapısal çevreyi insanların somut yaşamlarına bağlayabildiği ve bunu görünür kılabilirdiği ölçüde gelecek nesillere aktarılacak bütünsel bir ‘tarih’ de sergileyebilecektir. Bu bağlamda karşılaştığımız örnekler üzerinden endüstri geçmişini miraslaştırma ve sürdürülebilirlik konularını eleştirel bir biçimde sorunsallaştırmak önemlidir.

Sanayi alanlarının yeniden kullanımı kentlerin hızlı ve bir anlamda kontrolsüz gelişimleri sürecinde yitirilen ilişkilerin yeniden kurulması için bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Bu tür alanlar kentlerin mimari, kültürel, sosyal ve rekreasyon anlamında refah düzeyini de arttıran potansiyellere sahiplerdir. Aynı şekilde aslında sanayi mirasının kendi doğasına baktığımızda da orada sadece üretimin değil, yaşama dair diğer programların da alan içinde veya çevresinde yer aldığını görüyoruz. Bu arada kentle kurulacak yeni ilişkilerin makro ölçekli bir planlamayla ele alınarak, çoğunluğu karma sit olan örneklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiği açık.

Kentlerin önemli yerlerinde yer alan bu tesisler ve yapılar, genellikle toprak değeri yüksek olan bölgeler oluyor ve bu da alanların yeniden kullanımlarında dikkat edilmesi gereken bir husus olarak karşımıza çıkıyor. Bu çerçevede yeni kullanıma açılan yapıların kimliği ve bu alanın potansiyeli, geçmişten bugüne kadar getirdiği birikimlerle birlikte ve kültür politikaları üst çerçevesi de önem kazanıyor.

Küreselleşme ile kentlerin hızla birbirine benzeşerek farklı kentlerdeki farklı özelliklerin ortadan kalktığı bir dönemde Zonguldak kentinin endüstriyel mirasına sahip çıkılması önemlidir. Türünün ülkedeki tek örneği olan bir madencilik şehrinin fiziksel ve sosyal altyapısı ile korunması gereklidir. Diğer yandan yeniden sisteme gebe kalacak bir dönüşüm önermek yerine, dönüşümü başka bir dünyanın kurulmasına imkân tanıyacak bir tahayyülle ele almak mümkün. Birbirine benzemeyen hukuki-maddi-toplumsal-mesleki süreçler yokmuş gibi sadece Avrupa’nın görünür, ışıltılı yönlerine bakmanın hasarlarını defalarca yaşadık. Daha ilk kömür tesislerinin etimolojik, teknik, mimari, işleyiş vb. yönlerinden Avrupa’dakilere bu kadar benzer olması sürecinde olduğu gibi. Oysa bu metinde ele alanın Zeche Zollverein yeniden kullanılmış erken bir endüstri mirası örneği olarak olumlu ve olumsuz yönleri ile eleştirel bir şekilde sürekli tartışılıyor (Deindustrialization çalışma grubundan S. Berger vd.). Bu tartışmaları dikkate alan ve bizim topraklarımıza özgü durumları gören, buradan başka bir yaşamı tahayyül eden dönüşüm için mücadeleye değer...

KAYNAKLAR

- Cossons, N., 1993. The BP Book of Industrial Archaeology, Londra.
- Föhl, A., 1995. Bauten der Industrie und Technik, Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz, sayı: 47, Bonn.
- Ganser, K., 1992. Strukturwandel, Geschichtlichkeit und Perspektiven des Ruhrgebietes, *Deutsche Kunst und Denkmalpflege*, sayı: 2, yıl: 50, Rosenheim, Almanya, s. 119-128.
- Höhmann, R., 1992. Denkmale der Industrie - Museen der Industrie? *Museum und Denkmalpflege*, Bericht über ein Internationales Symposium, Bodensee, 30.5-1.6.1991, ICOMOS Almanya, Avusturya ve İsveç, yayınlayan: ICOM Alman Ulusal Komitesi, Münih, s. 56-61.
- ICOMOS, 2021. “Endüstri Mirası Sitleri, Yapıları, Alanları ve Peyzajlarının Korunması İçin ICOMOS-TICCIH Ortak İlkeleri “DUBLİN İlkeleri.” 28 Kasım 2011. http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0914779001536912340.pdf,
- Industrial Archaeology, 2021. <http://industrial-archaeology.org/>.
- Jesberg, P., 1999. Bauen für Kultur, Arbeiten und Wohnen, *Deutsche Bauzeitschrift*, Almanya, sayı: 7, s. 107-115.
- Kraft, B., 1999. IBA Emscher Park, *Deutsche Bauzeitschrift*, sayı: 7, Almanya, s. 99-100.
- Köksal, T. G., 2005. İstanbul’daki Endüstri Mirası için Koruma ve Yeniden Kullanım Önerileri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul.
- Köksal, T. Gül ve Z. Ahunbay, 2006. “İstanbul’daki Endüstri Mirası İçin Koruma ve Yeniden Kullanım Önerileri“, İTÜ Dergisi/a, cilt: 5, sayı: 2, s. 125-136, İTÜ Yayını. İstanbul.
- TICCIH, 2021. The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage. <https://ticcih.org/>, 2021.
- Trinder, B., Föhl, A. vd. 1992. Blackwell’s Encyclopedia of Industrial Archaeology, Oxford, İngiltere.
- Zollverein, 2022. <https://www.zollverein.de>, 2022.