

THE CENTRALIA TRAGEDY: COAL BURNING UNDERGROUND

CENTRALIA FELAKETİ: YERALTI KÖMÜR YANGINI

S. Göncüoğlu

Freelance Sociologist, Ph.D. and Mining Engineer, State College, PA, USA

ABSTRACT: Coal fires have numerous negative externalities, ranging from air, water and soil pollution to greenhouse gas emission. In fact, coal fires themselves constitute the most serious externality related to coal mining. Hundreds of underground coal fires are burning on earth, some of which for centuries. These fires cause both resource depletion and environmental pollution: total waste for nothing in return. They create health and safety hazards for people. In some situations, they even cause disintegration of whole communities. This paper gives the account of such a case in Centralia, Pennsylvania in the United States. Coal fire in Centralia started in 1962. It has been burning ever since. The fire could have been extinguished by an immediate and adequate response, but residents of Centralia failed to do so. This paper attempts to explain sociologically what hindered Centralians from responding to the fire quickly.

ÖZET: Kömür yangınlarının pek çok çevresel dışsallığı vardır. Bu yangınlar hava, su ve toprak kirliliği yaratmalarının yanı sıra küresel ısınmaya neden olan sera gazları salarlar. Aslında kömür madenciliği kapsamında en olumsuz dışsallıklar yangınlar nedeniyle ortaya çıkar. Dünyada yüzlerce kömür yangını bulunmakta; bunların bir kısmı yüzyıllardır yanıyor. Bir yandan kömür rezervlerinin kullanılmadan tükenmesine neden olan, öte yandan çevresel kirlilik yaratan kömür yangınları insan sağlığı ve güvenliği açısından da ciddi tehlikeler oluşturabilirler. Hatta yangınlar bazen toplumsal gerilime ve parçalanmaya bile yol açabilirler. Bu bildiri, Amerika Birleşik Devletleri Pensilvanya Eyaletinde bulunan Centralia kasabasında 1962 yılında başlayan ve büyüyerek günümüze gelen yeraltı kömür yangınından söz etmekte. Centralia halkı zamanında önlem alabilseydi yangın söndürülebilirdi; ama yapamadılar. Bildiride kömür yangınının neden olduğu toplumsal sorunlar ve yangın karşısındaki toplumsal ataletsizlik irdelenmektedir.

1 INTRODUCTION

Underground coal fires often result from human action that ignites coal seams. Occasionally, natural causes such as lightning might initiate a coal fire. Once started, these fires are almost impossible to extinguish especially if it is not acted upon immediately. Underground coal fires cause both resource depletion and environmental degradation; they also create health and safety hazards for human populations. Total waste for nothing in return. These fires severely impact the environment through air emissions of carbon monoxide, sulfur oxides, nitrogen oxides, smoke, and mercury. Sulfur and nitrogen oxides form acid rain upon reacting with atmospheric water and oxygen. Areas around underground coal fires have been turning into lifeless wastelands because of heat damage, land subsidence, and acid rain.

Hundreds of underground fires have been burning in many countries for decades, or centuries. The largest and the most dangerous fires are found in China, India, Indonesia, United States, and Australia (Dozolme 2014). In the United States, more than 200 underground and surface coal fires are burning currently. One of these fires has been burning in Centralia, Pennsylvania since 1962. The fire started in Centralia's dumping ground that was located in an abandoned strip mine pit and spread into the underground coal mine.

1.1 A Town for Coal

Centralia was a coal company town, founded in 1832 by a mining engineer, Alexander Rea. Anthracite mining started about twenty-five years later, in 1856 (Kroll-Smith and Couch 2009). The Locust Mountain Coal and Iron Company owned most of the land. Another company, the Lehigh Valley Railroad Company, became involved in coal extraction and transportation through its controlling interests. This company owned nearly everything in Centralia: colliery, workers' houses, convenient store, whisky store, and water company. Hence, workers were paying most of their meager salaries back to the company as rents and living expenses. No other job opportunity existed in town other than working in coal mine because the company, using its political power, kept other industries outside. Furthermore, the company never invested in local economy to improve living conditions.

The Coal and Iron Police, a quasi-public police force, were the primary law enforcement agency in Centralia. This police force was formed, controlled and paid by coal and iron companies to enforce obedience to the laws the companies enacted (DeKok 1986, Aurand 1986). The Coal and Iron Police existed from 1866 to 1935 and functioned as patrollers of company property, agents of public health and sanitation, debt collectors and eviction officers. They also intimidated strikers and protected strikebreakers. The police even held the right to enter the workers' houses at any time to check on things (Miller and Sharpless 1985).

During the Great Depression, the Lehigh Valley Railroad Company shut down all its collieries and left the town. Because local economy revolved around coal mining since the town's inception, some residents had to out-migrate to support themselves.

Those who stayed behind turned to illegal bootleg mining to make a living. In 1935, some miners returned to their jobs when the Lehigh Company sold its Centralia colliery to another company that strip-mined the seam for some time.

Employment in the mine followed a steady decline starting from the 1940s because of mechanization in mining and also because of abundance of fuel oil. During this time, the town experienced another wave of out-migration. Many old miners stayed put, believing that the demand for anthracite would rise again and they would have their jobs back. Even though demand for coal declined steadily over the years, the Centralia Council purchased the rights to all Centralia coal in 1950, taking advantage of a 1949 state law allowing such purchases (DeKok 1986). Yet this purchase did not help to sustain the local economy. Economic hardships forced the remaining residents to commute to nearby towns for work. Nonetheless Centralians had relatively peaceful and happy times in the 1950s. Peace in Centralia ended forever in May 1962 when a landfill fire extended to the mine through one crack which was not covered properly with noncombustible material (DeKok 1986, Quigley 2007).

1.2 Mine Fire and the Ensuing Conflict

Centralia mine fire started as a result of trash burning in local dumping ground. In early 1962, the Centralia Council designated an abandoned strip mine pit as the new landfill site. The Council's minutes of May 7, 1962 indicates that a landfill cleanup was decided before Memorial Day (DeKok 1986). The minutes do not specify how the cleanup would be carried out but state that five fireman had been hired to extinguish the fire after the cleanup. Two days after the cleanup, on May 29, 1962, a fire was discovered in the landfill. Beginning from that day, local firemen attempted several times to extinguish the fire, in vain. When local means proved to be insufficient, Centralia Council sought state and federal assistance to put out the fire. Yet assistance did not come until it was very late.

On July 25, 1962, the Council decided to seek state help (Quigley 2007). A letter sent to the State Secretary of Mines declared that a fire of unknown origin started in local landfill and advanced to coal seam and that Centralia Borough lacked the capacity to control the fire (DeKok 1986, Jacobs 1986, Quigley 2007). In July, a small mining company offered to dig out the fire with steam shovels for about 200 dollars. But when the state engineer indicated that the offer would have to go through official channels, the company gave up. Later, a strip mine operator offered to dig out the fire at no cost if he could keep any coal he recovered. This offer, too, was rejected with a statement that the state would prepare a project and the project had to go out on bids.

In August, the same year, all Centralia mines were closed because of high levels of carbon monoxide (DeKok 1986). The state government initiated its first attempt to extinguish the fire by excavating all coal seams around the fire. This operation ended with failure at the end of October. Soon after, a flushing project was initiated. This project did not work either and was terminated in March 1963. In the meantime, the state government changed; the new government discounted the seriousness of the fire and committed only a meager budget for the problem. The third project began in July 1963, one year after the fire started. This time a trench was excavated to protect Centralia citizens from deadly gases produced by the fire. The project was halted in

October with another failure. For three and a half years, there had been no attempts to extinguish the fire.

In 1965, the Appalachian Regional Commission approved a two-phase project in an attempt to put out the fire. The first phase involved locating the fire's exact boundaries and cutting off the airflow to the mine. This phase was completed in November 1967. The purpose of the second phase was to contain the fire by digging an isolation trench. Yet due to some budgetary constraints, the US Bureau of Mines altered the project. Barriers of fly ash were constructed at about one fourth of the cost of digging isolation trench. Construction began in May 1969 and ended in August 1970, which included excavation of 12,000 tons of coal. In the meantime, the first fire-related evacuation took place in May 1969: three families had to leave their homes because of unacceptable levels of carbon monoxide (DeKok 1986, Jacobs 1986, Kroll-Smith and Couch 1990).

Another fly ash barrier constructed in three years raised the hopes that the nightmare was over. It was in December 1973. In August 1976, however, reinforcement of existing barriers became necessary. A new project was approved in 1977, which began a year later because of bureaucratic hurdles. By this time the fire had extended beyond existing barriers and required more work than planned. Starting from 1979, emergency flushing operations were performed regularly in Centralia. In the early 1980s, the Bureau of Mines funded a project to monitor air quality in Centralia homes because some residents had been hospitalized due to poisonous gases that seeped into their homes.

Centralia residents had different interpretations of the fire based on the location of their houses. Those residents who lived close to fire vicinity demanded government action. However, those who lived outside the impact zone minimized the fire's severity. Some even refused to accept its existence. There were also some demographic differences in approaching the fire. Young families with children worried the most about the fire whereas older people worried the least. Older people were still remembering the hardships of working in mines; for them, mine fire was an ordinary aspect of life in a mining town.

On February 14, 1981, a twelve-year-old boy narrowly escaped death when the ground he was standing on subsided because of the fire (Quigley 2007). This event activated concerned residents to take action since their town was rapidly becoming unlivable (Jacobs 1986, Kroll-Smith and Couch 1990, Quigley 2007). They organized in April 1981 around The Concerned Citizens against the Centralia Mine Fire. This organization divided the townspeople (Quigley 2007). Within several months, an opposing group, the Centralia Revitalization Taskforce emerged, rejecting the assessments of the Concerned Citizens. For one and a half years, the Concerned Citizens tried (1) to persuade the rest of the town that the fire posed a serious threat to their health and safety; (2) to bring the fire to the attention of state and federal governments; and, (3) to create public sympathy conducive to political action. A wide range of nationwide social organizations supported the Concerned Citizens. Yet these organizations unwittingly fostered the already existent conflict in town because while exclusively working with the Concerned Citizens, they ignored other residents' viewpoints (Kroll-Smith and Couch 1990).

Conflict escalated when, in September 1982, the Campaign for Human Development, a granting agency within the US Catholic Conference, awarded the Concerned Citizens a grant of 30,000 dollars. Catholic Social Services was the agent responsible for use of this grant. Members of the Concerned Citizens were harassed by death threats; nine members resigned in November; the group's access to Borough building for meetings was denied. Catholic Social Services founded a new group, Centralia Committee on Human Development, under the leadership of a Russian orthodox priest so that the awarded grant could be used (Kroll-Smith and Couch 1990). The priest was regionally renowned for his skills in conflict resolution. Three more groups emerged between 1982 and 1983, all with different approaches to the ongoing fire. Among these the Centralia Homeowners Association attracted the strongest support, which organized to assist the government in a federally sponsored buyout program. Finally, the very last group, Citizens to Save Our Borough was established to challenge the buyout program (Couch and Kroll-Smith 1994). Members of this group refused to leave the town. They believed that there was a conspiracy to get the coal back from the possession of Centralia Borough.

In October 1983, the US Congress authorized 42 million dollars to finance a relocation project for Centralia (Quigley 2007, Rubinkam 2012). Some residents moved to other places while some chose to move to New Centralia that was established 10 miles away from the old one. A handful of people did not leave. The Columbia County Redevelopment Authority condemned all houses in 1992. In 1980, 1,100 people were living in Centralia. In 1995, 46 people with an average age of 80 were still struggling to stay where they were born and lived all their lives. In October 2013, a lawsuit filed in 2010 was settled with a decision that seven remaining residents of Centralia are to be paid for their houses and they will be allowed to stay in their houses as long as they live (Beauge 2013).

2 SOCIOLOGICAL FRAMEWORK TO UNDERSTAND CENTRALIANS

The majority of Centralia residents believed that mine fire had destroyed their close-knit community. A lack of effective community action to counter the fire, however, calls their perception into question. Indeed, Centralia's past does not reveal any evidence of the presence of a close-knit community. Interactional theory of community may be useful to understand this contradiction.

Sociological definitions emphasize that the concept of community has four components: a shared locality, a local society, collective actions, and mutual identity. According to the interactional theory of community, existence of these components depends on social interaction. Community emerges when people of a local society engage in social action to express their common interest in place related matters (Wilkinson 1991). Interactional theory depends on George Mead's (1934) notion of mutual minding. Mead asserts that social interaction is a process of mutual minding, which he defines as the act of taking the perspective of the other in order to understand the other. Mutual minding builds a social bond of shared meaning, which Mead calls the "self". Social interaction is crucial in construction of the self. As individual interacts with specific other and later, with generalized other, she recognizes her role in social interaction, through the act of taking the other's perspective. Interactional theory views the individual within an entirety of her relationships to others (Wilkinson 1991).

Community involves not only interaction of individuals, but also that of organizations. The concept of social field helps better understand the phenomenon of interaction. Wilkinson (1991:88) defines social field as a process of social interaction; an emergent structure in a dynamic process of social action. The constituent elements of social field are the acts of people. People pursue their economic, political, religious, and other interests through social fields. Connections between these social fields form the community field.

Emergence of community field depends on the nature of strong and weak ties of local population. Strong ties are intimate and repetitive relations among family members and friends whereas weak ties are impersonal, transient relations among strangers (Granovetter 1973). Both are necessary for social wellbeing. Strong ties characterize the nature of relationships within an interest group. Weak ties, on the other hand, represent the link between different interest groups and that between local community and larger society. Strong ties foster community; but it might also lead to community fragmentation if there is a shortage of weak ties. Absence or weakness of weak ties might entail the manipulation of community by powerful interest groups. This, in turn, would make a community to become dependent on extra-local power centers.

Dependency perspective states that metropolitan centers, using their political and economic power, dominate and manipulate rural peripheries to assure a maximum and steady flow of profits to the centers (Lovejoy and Krannich 1982). That is, the metropolis keeps the periphery in a state of dependency through an exploitative relationship. The metropolis usually encourages the periphery to develop a one-industry economy as a strategy to acquire a continuous supply of cheap labor and natural resources (Freudenburg 1992). According to the dependency perspective, the periphery may be better off without industrial expansion because it mostly receives the negative spin-offs while the metropolis captures all the benefits (Lovejoy and Krannich 1982). This situation, in time, creates inequality, uneven development, instability, poverty, and dependency at the periphery, leading to the exacerbation of underdevelopment. Further, the metropolis' perpetual exploitation and manipulation make the periphery communities to internalize a sense of powerlessness and to lose control of their own destiny (Pelusa et al. 1994).

As stated above, an asymmetrical relationship exists between the metropolis and the periphery. The metropolis owes its affluence to the periphery that produces goods using its abundant cheap labor and natural resources. What the periphery receives in return are almost always negative externalities of production. Natural resource extraction disrupts the environment, changing the interdependencies of humans and natural world. Sometimes such anthropogenic disruptions create extreme environments where all life forms are in danger. Extreme environments usually come into existence as a result of technological disasters, such as oil spills. Technological disasters often involve contamination. These disasters are experienced by the affected communities either as immediate and life threatening or chronic and life diminishing (Kroll-Smith et al. 1997). Chronic technological disasters that involve contamination often drive communities into hostile conflicts (Erikson 1976, 1994; Couch and Kroll-Smith 1994). Community conflict arises because differing degrees of exposure to contamination creates different perceptions of risk. Also, uncertainty

about the long-term health effects of contamination creates both individual and collective trauma, leading to the destruction of affected communities.

2.1 The Community

Residents of Centralia were immigrants. Most were landless farm workers in their native countries, who were dependent on feudal lords for their livelihood. Anthracite companies of Pennsylvania often paid for their voyage to the United States. Immigrants were, in many cases, directly led from Ellis Island to anthracite region in trains the windows of which were closed so that they would not be tempted to get off before they entered the designated region (Miller and Sharpless 1985). In a way, these immigrants migrated from one dependency to another.

Centralia's population was composed of English, Welsh and German Protestants, Irish Catholics, Russian Orthodox and East European Catholics. Naturally, ethnic tension existed among mine workers. For example, English and Welsh miners did not like Irish laborers because they remembered how the Irish had become strikebreakers back in England. In addition to ethnic unrest, Centralia also experienced a widespread labor unrest that was precipitated by social and economic oppression of The Lehigh Valley Railroad Company.

Family was the most important unit of social structure in Centralia. Social attachments outside family were mainly with ethnic and religious groups (Kroll-Smith and Couch 1990). Most immigrants lacked the benefit of familial connections when they first arrived in Centralia. Ethnic groups, in these instances, played an important role for them to get a job and adjust to their new environment (Aurand 1986). Another reason for ethnic groups becoming the primary source of identity outside family was the ongoing economic conflict between established groups and newly arrived immigrants. Established workers perceived new immigrants as a threat to their economic welfare since the influx of new labor often resulted in a reduction of already low wages (Aurand 1986; Kroll-Smith and Couch 1990). Finally, in an unfamiliar new country, ethnic groups provided new immigrants with a haven to preserve their cultural heritage.

The company purposely recruited diverse ethnic and religious groups from different countries to avoid a possible solidarity among workers that would threaten the continuity of profits. Ethnicity and religion impeded the development of a sense of community while hegemony of the company hindered the formation of civic consciousness. Familial, ethnic, and religious attachments became divisive for the townspeople as a whole. Any attempt to mobilize residents around a common interest would have been unsuccessful because of concerns that only the interests of a specific subgroup would be served. In short, the residents of Centralia failed to develop a strong community.

Absence of community might have contributed to Centralians' inadequacy to respond to a surface fire in 1908, which left 170 people homeless. At the time, the company itself organized a relief committee that collected many goods and about 9,000 dollars within a month; yet only about 1,000 dollars were distributed to the victims (Kroll-Smith and Couch 1990). Such philanthropic efforts of the company created positive images about the company, hiding its exploitative character for a

brief time. This fire also provided the company with an opportunity to extract the coal under the burnt houses. However, extraction of veins close to surface caused fissures and cave-ins under some other houses. The fire and subsequent events created a contentious social milieu in Centralia.

A community's response to crisis situations reflects social and cultural patterns formed through years of experiences. Living under the hegemony of the coal company for 70 years, Centralians did not have any opportunity to establish political power or build effective ties with remote centers of political power. Lacking a tradition of collective action, they failed again, six decades later, to tackle another fire. The fire was underground this time, and it brought the end of the town.

3 SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

The Centralia mine fire can be defined as a chronic technological disaster caused by human negligence. The fire has been producing greenhouse gases such as methane and carbon dioxide as well as toxic substances like benzene, arsenic, mercury and hydrogen sulfide since the early 1960s. It has also been causing land subsidence, destroying infrastructure. As mentioned earlier, chronic technological disasters create individual and collective trauma in affected communities, which, in turn, lead to hostile conflicts. That is what happened in Centralia. Differing degrees of exposure to the fire created different perception of hazards posed by it, leading in consequence to a rancorous community conflict. Yet again, Centralians were already divided along ethnic and religious fault lines long before the fire started. The fire forced upon this division, igniting the dormant enmities.

For twenty years following the onset of the fire, no organized community effort appeared in Centralia to deal with the situation. The only attempt was the Centralia Council's formal applications to state and federal governments. The majority of residents experienced fire related health problems repeatedly, including anxieties caused by poisonous gases some of which, like carbon monoxide, not detectable to human senses. Still, there was a general state of passivity among Centralians. This passivity can be explained, in part, by the apathy Centralians developed over decades toward such events they considered to be inevitable facts of their living circumstances. That is, in Centralia, fires, explosions, subsidences and floods were considered as daily facts of a coal-mining town. The high incidence of physical injuries and death caused by mine accidents had engendered feelings of fatalism, resignation, and apathy among Centralians.

In addition, a widespread sense of powerlessness existed within the community, which had been inflicted over generations by the oppression of coal company agents. Centralia was a typical one-industry dependent community; it owed its existence to anthracite coal mining. That is, economic, social, and cultural conditions of community life were dependent on the production of anthracite. The town developed as one of the internal colonies of the Lehigh Valley Railroad Company whose owners were urban-based elites (Bartholomew and Metz 1988). As stated in previous pages, exploitative relationships between the metropolis and its satellites lead to the underdevelopment of satellites to the benefit of metropolis.

Centralia's anthracite and labor were exploited by urban centers (Bartholomew and Metz 1988). Centralia, as a town, received only the negative externalities of the industrial development its inhabitants gave rise to: mentally and physically debilitated mine workers and degraded environment. Underground coal miners worked in total darkness often feet in water, facing serious injuries or death any moment. If they survived to retire, black lung disease awaited on the corner. Deforested barren land, pits, heaps of broken rock, and acidified creeks made up the scene. Centralians' tormented lives provided the profits that financed economic and social development of distant places where the coal aristocracy reigned.

The hostility among different ethnic and religious groups ran so deep that even the frequent mine accidents (explosions, subsidences, fires, and floods) did not create solidarity among residents. Even though mine workers got together around labor organizations at times, they could not succeed to acquire any real measure of economic and social justice. Risks involved in everyday life of a typical mining family only strengthened the interactions within family and within ethnic groups.

Granovetter's (1973) suggestion of weak and strong ties provides a partial explanation for the lack of community action in Centralia. Strong ties, which were established within families and ethnic and religious groups, restricted other social interactions that make up a community. Weak ties among clusters of different ethnic and religious groups were too weak. What else, the town, in general, lacked established weak ties with the larger society. Only after the formation of the Concerned Citizens, some weak ties were established with extra-local organizations. Yet these connections did little good other than amplifying the animosity among different groups.

The story of Centralia began with poor and powerless immigrant workers who were divided along ethnic and religious fault lines. They were brought together in a rural anthracite coal region by rich and powerful urban elites. When demand for coal declined, the rich owners found other venues to invest. Then, grandchildren of immigrant workers acquired the rights to coal, hoping that they could attain power one day if ever coal gains its prominence again. Yet, the coal beneath their town started to burn because of ignorance and negligence; it is still burning because of their isolation and powerlessness. The town of Centralia is forever lost.

4 REFERENCES

- Aurand, H. W. 1986. *Population Change and Social Continuity: Ten Years in a Coal Town*, Susquehanna University Presses, Selinsgrove, PA, 139 p.
- Bartholomew, C. L., Metz, L. E. 1988. *The Anthracite Iron Industry of the Lehigh Valley*, Harmony Press, Phillipsburg, NJ, 227 p.
- Beauge, J. 2013. (October 30), Remaining Handful of Residents Can Stay in Centralia for the Rest of Their Lives, Settlement Says, *The Patriot News*.
- Couch, S. R., Kroll-Smith, J. S. 1994. Environmental Controversies, Interactional Resources, and Rural Communities: Siting versus Exposure Disputes, *Rural Sociology*, 59, pp. 25-44.
- DeKok, D. 1986. *Unseen Danger: A Tragedy of People, Government, and the Centralia Mine Fire*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA, 299 p.
- Dozolme, P. (2014) *Top Five Coal Fires Hotspots*, <http://mining.about.com/od/Coal/a/Top-5-Coal-Fires-Hotspot.htm>, accessed on March 3, 2014.
- Erikson, K. 1976. *Everything in its Path: Destruction of Community in the Buffalo Creek Flood*, Simon & Schuster Paperbacks, New York, 284 p.

- Erikson, K. 1994. *A New Species of Trouble: The Human Experience of Modern Disasters*, W. W. Norton and Company, New York, NY, 263 p.
- Freudenburg, W. R. 1992. Addictive Economies: Extractive Industries and Vulnerable Localities in a Changing World Economy, *Rural Sociology*, 57, 3, pp. 305-332.
- Granovetter, M. 1973. The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology*, 78, 6, pp. 1360-1380.
- Jacobs, R. 1986. *Slow Burn*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA, 152 p.
- Kroll-Smith, J. S., Couch, S. R., Marshall, B. K. 1997. Sociology, Extreme Environments and Social Change, *Current Sociology*, 45, 3, pp. 1-18.
- Kroll-Smith, J. S., Couch, S. R. 2009. *The Real Disaster Is Above Ground: A Mine Fire and Social Conflict*, The University Press of Kentucky, Lexington, KY, 212 p.
- Lovejoy, S. B., Krannich, R. S. 1982. Rural Industrial Development and Domestic Dependency Relations: Toward an Integrated Perspective, *Rural Sociology*, 47, 3, pp. 475-495.
- Mead, G. H. 1934. *Mind, Self, and Society: From the standpoint of a Social Behaviorist*, *Works of George Herbert Mead, Volume 1*, edited by Morris, C. W., University of Chicago Press, Chicago, IL, 440 p.
- Miller, D. L., Sharpless, R. E. 1985. *The Kingdom of Coal: Work, Enterprise, and Ethnic Communities in the Mine Fields*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA, 360 p.
- Peluso, N. L., Humphrey, C. R., Fortman, L. P. 1994. The Rock, the Beach and the Tidal Pool: People and Poverty in Natural Resource Dependent Areas, *Society and Natural Resources*, 7, pp. 23-28.
- Quigley, J. 2007. *The Day the Earth Caved In: An American Mining Tragedy*, Random House, New York, NY, 237 p.
- Rubinkam, M. 2012. (May 25), Centralia, Pennsylvania Fire Still Burns underneath Town, 50 years on, *The Huffington Post*.
- Wilkinson, K. P. 1991. *The Community in Rural America*, Greenwood Press, Westport, CT, 141 p.

**MADEN BİLGİ SİSTEMİ KULLANARAK
UZUNAYAK MADENCİLİĞİ İÇİN OCAK YANGINI
RİSK ANALİZİ: DENEYSEL BİR İNCELEME**
*RISK ANALIZES OF COAL FIRE FOR LONGWALL
MINING USING MINE INFORMATION SYSTEM:
A CASE STUDY*

H. Akçın

Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

A. Çakır, E. Kaymakçı

Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

S. Sargınoğlu

Harita Mühendisi, Türkiye Taşkömürü Kurumu, Kozlu Müessesesi, Zonguldak

ÖZET: Kömür madenciliği faaliyetleri kapsamında önemli tehlikelerden biri ocak yangınlarıdır. Bu yangınların oluşumunda üretim panosunun 3B konumu ve geometrisi de diğer parametreler kadar önemlidir. Bununla birlikte, göçük kısmındaki hava hızı ve kömür tane boyutu ocak yangınlarının oluşumu için önemlidir. Ayrıca, pano ilerlemesine bağlı olarak ayak arkasındaki göçüğün tasman mekanizması da ayaktaki havanın kaçması ve azalması açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Tüm bunlar değerlendirildiğinde, ocak yangınlarının proaktif ve reaktif risk analizleri için imalat haritalarının yatay konum, düşey konum ve zaman boyutu ile birlikte 3 boyutlu modellenmesi, gaz ve toz veri tabanının oluşturulması ve bir maden bilgi sistemine entegrasyonu orta ve büyük boyutlu işletmeler için kaçınılmaz bir uygulama olarak görülmektedir. Bu çalışmada; uzunayak madenciliği sonucu oluşan ocak yangınlarının uluslararası düzeyde gerçekleştirilen modelleme çalışmalarından elde edilen çıkarımlara dayalı olarak, Zonguldak Taşkömürü havzasında kalın bir damardaki üretime ilişkin bir ocak yangınının maden bilgi sistemi MABİS ile analizi ele alınmış ve öneriler geliştirilmiştir.

ABSTRACT: One of the major hazards in coal mining operations are mine fire. 3D position and geometry of the longwall panel in occurrence of coal fire is important as the other parameters. However, inherent factors of coal in the dent portion, air velocity and coal particle size is important for coal fires. Also depending on panel progressing, subsidence mechanism of the Longwall goaf for causing the reduction and escape of the air has been a special importance. When evaluated all these, 3D modeling of the mine production maps, creation of a data base of gas and dust, and integration to a mine of information system for proactive and reactive risk analysis of coal fire in medium and large sized businesses is seen as an inevitable practice. In this study, carried out modeling studies derived at international level of coal fires in longwall mining, Mining Information System MIS with the analysis of coal fire on a thick coal seam in Zonguldak Hardcoal Basin is discussed and recommendations were developed.

1 GİRİŞ

Kömür üretiminde karşılaşılan sorunlardan biri de kömürün kendiliğinden yanması ve sonucunda oluşan ocak yangınlarıdır. Kömürün kendiliğinden yanmasına ilişkin pek çok faktör olmasına karşın, bu faktörlerin biri ya da birkaçını ele alarak üretim alanındaki genel duruma ilişkin bir değerlendirme ve analiz yapılması gerçekçi olmamaktadır. Kömür damarlarında madencilik faaliyetlerini planlama ve üretim sırasında oluşacak riske karşı önlem geliştirilmesi ve karar vericilerin önünü açacak doğru yaklaşımlara zaman kazanımı açısından da destek sağlayacak analizler gerekmektedir. Bu bağlamda gerçek üç boyutlu modeller, veri tabanları ve anlık veriyi kullanarak analize yönelme için bilgi sistemine dayalı çözümler ön plana çıkmaktadır. Çalışmada bu yaklaşıma yönelik bir proaktif risk değerlendirmesi TTK Kozlu Taşkömürü Müessesesine ilişkin bir üretim panosu için gerçekleştirilmiştir.

2 OCAK YANGINLARININ OLUŞUMU

Genel olarak ocak yangınlarının oluşumu incelendiğinde Çizelge 1’de verilen risk faktörlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu faktörler havzadan havzaya değişebilir, ancak kendiliğinden yanmanın gözlem ve deneysel çalışmalarından elde edilen ve genel kabul gören faktörler bu kategorilerde değerlendirilebilir. Faktörler incelendiğinde jeolojik ve Madencilğe ilişkin faktörler sayısal 3B maden imalat haritalarından, 3B sondaj veri tabanından ve sayısal imalat kesitlerinden elde edilebilmektedir (Akçın vd. 2008, Akçın ve Sargınoğlu 2011, Ünlü vd. 2013). Çevresel faktörler saha gözlemlerinden ve meteorolojik verilerden, kömüre ilişkin veriler ise analiz ve gözlemlerden elde edilmektedir. Bu verilerin bir veri tabanında toplanarak proaktif risk değerlendirmeleri ve ocak ortamındaki gaz verilerine dayalı olarak da reaktif risk değerlendirmeleri yapılabilir (Uludağ ve Eroğlu 2001).

Çizelge 1. Ocak yangınları için olası risk faktörleri (Uludağ ve Eroğlu 2001).

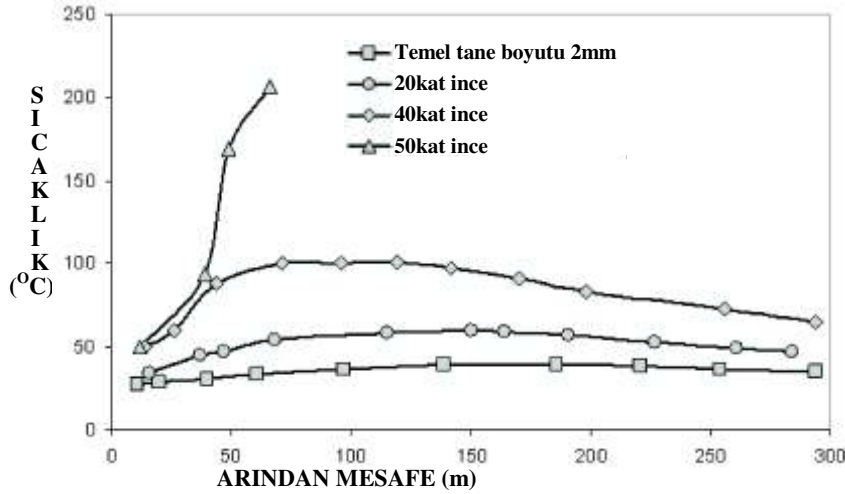
Kömüre İlişkin Faktörler	Jeolojik Faktörler	Madencilğe İlişkin Faktörler	Çevresel Faktörler
Kömür reaktivitesi	Faylanma	Üretim yöntemi	Yıllık ortalama sıcaklık ve yağış
Kalorifik değer	Damarın derinliği	Arın ilerleme hızı	Yeraltı suyu
Yoğunluk	Damar içerisinde ara kesmeler	Kazı yöntemi	Tasman
Kül içeriği	Damar üzerindeki örtü tabakası	Göçüklerde terk edilen yüksek kayıplar	Yüzeye yakın terk edilmiş ocaklar
Uçucu madde içeriği	Yakınındaki diğer damarlar	Kalın damarların göçertmeli çalışması, damarların kısmi çalışması	Obruklar
Nem içeriği	Kırılgan ve bozulmuş tabakalar	Tabaka hareketlerinden dolayı aşırı kırılma (basınç rahatlama zonu)	Sıcak su çıkışı, su kaynakları, etkileşimde olan diğer kömür yangınları
Pirit içeriği		Havalandırmada dengesizlik, engeller, yüksek basınç farkları	
Hidrojen ve Karbon içeriği		Pano geometrisi	
Vitrinit, Eksint, İnertinit		Lağım topuklarını alma	
Gevreklik, gözeneklilik			

3 OCAK YANGINLARI İÇİN RİSK ENDEKSİ YÖNTEMİ

Ocak yangınlarının proaktif risk değerlendirmesi için fonksiyonel ilişki Hu (2009) tarafından verilen afet risk endeksi E_r 'den geliştirilmiş ve Eşitlik 1'de verilmiştir. Bu fonksiyonel ilişkide **K**; kömüre ilişkin faktörleri, **J**; jeolojik faktörleri, **Ü**; üretim faaliyetlerine ilişkin faktörleri ve **Ç**; çevresel faktörleri ifade etmektedir. Bu faktörlerin göstergeleri, risk sınıf değerleri ve ağırlıkları Çizelge 2'de, bu faktör ağırlıklarına göre risk endeksi değerinin hesabı ise Eşitlik 2'de gösterilmiştir.

$$E_r = f (K, J, Ü, Ç) \quad (1)$$

Tehlike faktörleri için pek çok parametre ele alınabilir, ancak üretilecek kömürün deneysel ortamda kendiliğinden yanma istatistikleri ele alındığında en yüksek ilişki gösteren parametreler değerlendirmelerde kullanılmalıdır. Örneğin Zonguldak Taşkömürü Havzası için Kaymakçı (1998), Kaymakçı ve Didari (2000) ve Şahin ve Didari (2002) kömürün kendiliğinden yanma eğilimi ile kömürdeki uçucu madde, kül, hidrojen ve karbon içeriği ilişkisinin yüksek değerlerde olduğunu belirtmişlerdir. Bunların yanı sıra, Taraba vd. (2008) tarafından yapılan ocak yangınları için model ve gözlem çalışmasında tane boyutu küçüldükçe, sıcaklığın 200 °C'ye varan hızlı bir artış gösterdiği ve arından ilerleme mesafesinin kısaldığı belirlenmiştir. Bu durumda özellikle kalın damarların üretim çalışmalarında ve göçük arkasında kalan kömürün ezilmesine bağlı olarak kömür tane boyutu önem kazanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kömür tane boyutu, arından mesafe, sıcaklık ilişkisi (Taraba vd. 2008).

Jeolojik faktörler açısından üretim yapılan damarı kesen süreksizliklerin sayısı, üretim yapılan derinlik, damar kalınlığı, kömür damarı içerisindeki ara kesmelerin sayısı ve diğer damarlardaki yakın üretimler majör etkiye sahipken, damarın üzerindeki örtü tabakasının sertlik değeri de nispeten minör etki göstermektedir. Ancak sertlik değeri tasman oluşumu açısından da ön plana çıkmaktadır. Üretim derinliği jeotermal gradyan artışı ve artan arazi basıncı nedeniyle kendiliğinden yanmaya ortam hazırlamaktadır. Kalın damarlar, düşük ısı iletkenliği, oksitlenmeye çok yatkın bir katman içerme olasılığı ve ayak gerisinde fazlaca kömür bırakılmasının kaçınılmaz oluşu nedenleriyle kendiliğinden yanmaya daha yatkındırlar (Didari 1986).

Çizelge 2. Endeks faktörleri, göstergeler, sınıf değerleri ve ağırlıkları.

Endeks				Risk Sınıf değeri				
Faktör seviyesi		Gösterge seviyesi		Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
Faktörler	Ağırlık değeri	Göstergeler	Ağırlık değeri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
F_i	W_F	G_i	W_G					
Kömüre ilişkin faktörler	0.30	1.Uçucu Madde(%)	0.20	<20	20-25	25-30	30-35	>35
		2. Kül miktarı (%)	0.20	>35	35-25	25-15	15-5	<5
		3. Karbon(%)	0.20	>80	80-72.5	72.5-65	65-57.5	<57.5
		4.Hidrojen(%)	0.20	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5
		5. Göçükteki Kömürün Tane Boyutu []=1,0	0.20	>2mm	2-0.5mm	0.5-0.1mm	0.1-0.05mm	<0.05mm
Jeolojik faktörler	0.25	1. Faylanma	0.20	1	2	3	4	>4
		2. Damar Derinliği(m)	0.20	0-100	100-200	200-300	300-400	>400
		3. Damar içerisinde ara kesme sayısı	0.10	1	2	3	4	>4
		4. Örtü tabakasının sertliği (σ_b/100)	0.10	<1	1-3	4-6	6-8	>8
		5. Yakınında çalışan damar sayısı	0.20	1	2	3	4	5
		6. Damar Kalınlığı(m) []=1.0	0.20	<2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	>3.5
Üretim Faktörü	0.25	1. Günlük arın ilderleme(m)	0.20	>0.8	0.4	0.3	0.2	0.1
		2. Üretim yöntemi*	0.20	D.U. =1	D.D.U. =2	T.Y.D.U. =4	İ.U. =6	D.U.Y.Y =8
		3.Damarın Alınması	0.30	Tamamı Alınmış	0,5-1m Bırakılmış	1,0-1,5m Bırakılmış	1,5-2,0m Bırakılmış	>2,0m Bırakılmış
		4.Havalandırma, pano geometrisi, lağım topuklarını alma** []=1.0	0.30	1	2	3	4	5
Çevresel Faktörler	0.20	1. Mak. Tasman (m)	0.30	<0.5	0.5-0.10	0.10-0.15	0.15-0.20	>0.20
		2.Yıllık Or. Yağış(mm/m²)	0.20	<800	800-900	900-1000	1000-1100	>1100
		3. Yeraltı su geliri (m³/gün)	0.20	<1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	>2.5
		4. Üst kotlarda yapılan üretim sayısı []=1.0	0.30	<2	2-4	4-8	8-10	>10

*D.U.: Dönümlü Uzunayak, D.D.U.: Dolgulu Dönümlü Uzunayak, T.Y.D.U: Taban **Yolu** Dolgulu Uzunayak, İ.U.: İlerletimli Uzunayak, D.U.Y.Y.: Dönümlü Uzunayak Yardımcı Yollar.

**Düzgün Havalandırma: DH, Kötü Havalandırma: KH, Pano Köşe Sayısı: PKS, Topuk Alma: TA, (DH, (PKS=4))=1, (DH, (PKS >4))=2, (KH, (PKS=4))=3, (KH, (PKS>4))=4, (KH, (PKS>4), TA)=5

$$\begin{aligned} \text{Kömür Faktörü} &: F_K = G_{K1} \times W_{GK1} + G_{K2} \times W_{GK2} + G_{K3} \times W_{GK3} + G_{K4} \times W_{GK4} + G_{K5} \times W_{GK5} \\ \text{Jeolojik Faktörler} &: F_J = G_{J1} \times W_{GJ1} + G_{J2} \times W_{GJ2} + G_{J3} \times W_{GJ3} + G_{J4} \times W_{GJ4} + G_{J5} \times W_{GJ5} + G_{J6} \times W_{GJ6} \\ \text{Üretim Faktörü} &: F_Ü = G_{Ü1} \times W_{GÜ1} + G_{Ü2} \times W_{GÜ2} + G_{Ü3} \times W_{GÜ3} + G_{Ü4} \times W_{GÜ4} \\ \text{Çevresel Faktörler} &: F_Ç = G_{Ç1} \times W_{GÇ1} + G_{Ç2} \times W_{GÇ2} + G_{Ç3} \times W_{GÇ3} + G_{Ç4} \times W_{GÇ4} \end{aligned}$$

$$\text{Risk Endeksi} : E_r = F_K \times W_{KT} + F_J \times W_{FJ} + F_Ü \times W_{FÜ} + F_Ç \times W_{FÇ} \quad (2)$$

Üretim açısından; günlük arın ilerleme hızı ve üretim yönteminin kendiliğinden yanma üzerine önemli etkisi vardır. Özellikle uzunayak madenciliğinde ayak arkasında bırakılan kömür nedeniyle ayaktan geçen hava miktarında optimum havalandırma sağlanamazsa ve göçük tam olarak kapanmazsa bu durumun ocak yangınlarının artışında önemli bir etkiye sahip olduğu deneysel ve model çalışmalarından bilinmektedir (Ren vd. 2012). Üretim panolarının düzgün bir geometride olması da önemlidir. Ancak arızalar ve süreksizlikler hava akışını sağlayan taban yollarının düzgün sürülmesini engellemektedir. Çok sayıda damarda çalışılan işletmelerde ayrıca damar içerisine dayanımsız yan taşlar nedeniyle hava kaçağı da söz konusu olup, bu da yanmayı kolaylaştırıcı bir faktördür.

Dönümlü uzun ayak üretimi yanmayı azaltıcı bir etken iken dolgulu çalışma sırasında veya başka bir nedenle ayak ilerleme hızının yavaşlaması ayak arkası göçüklerde yanma olayının başlamasına neden olmaktadır. Yağışlara bağlı olarak yeraltına sızan yüzey suları ve yer altı su geliri ocak ortamını nemlendirmekle, kömüründe ocak havasının nemini tutması ile birlikte kömürün kendiliğinden yanma olayının başlamasına ve kömürün kızışmasına neden olmaktadır (Didari 1986, Elick 2013). Bu nedenle yıllık ve aylık yağış ortalama verileri ile yer altı su gelirin izlenmesi ve çevresel faktörler olarak değerlendirilmeye alınması gerekmektedir.

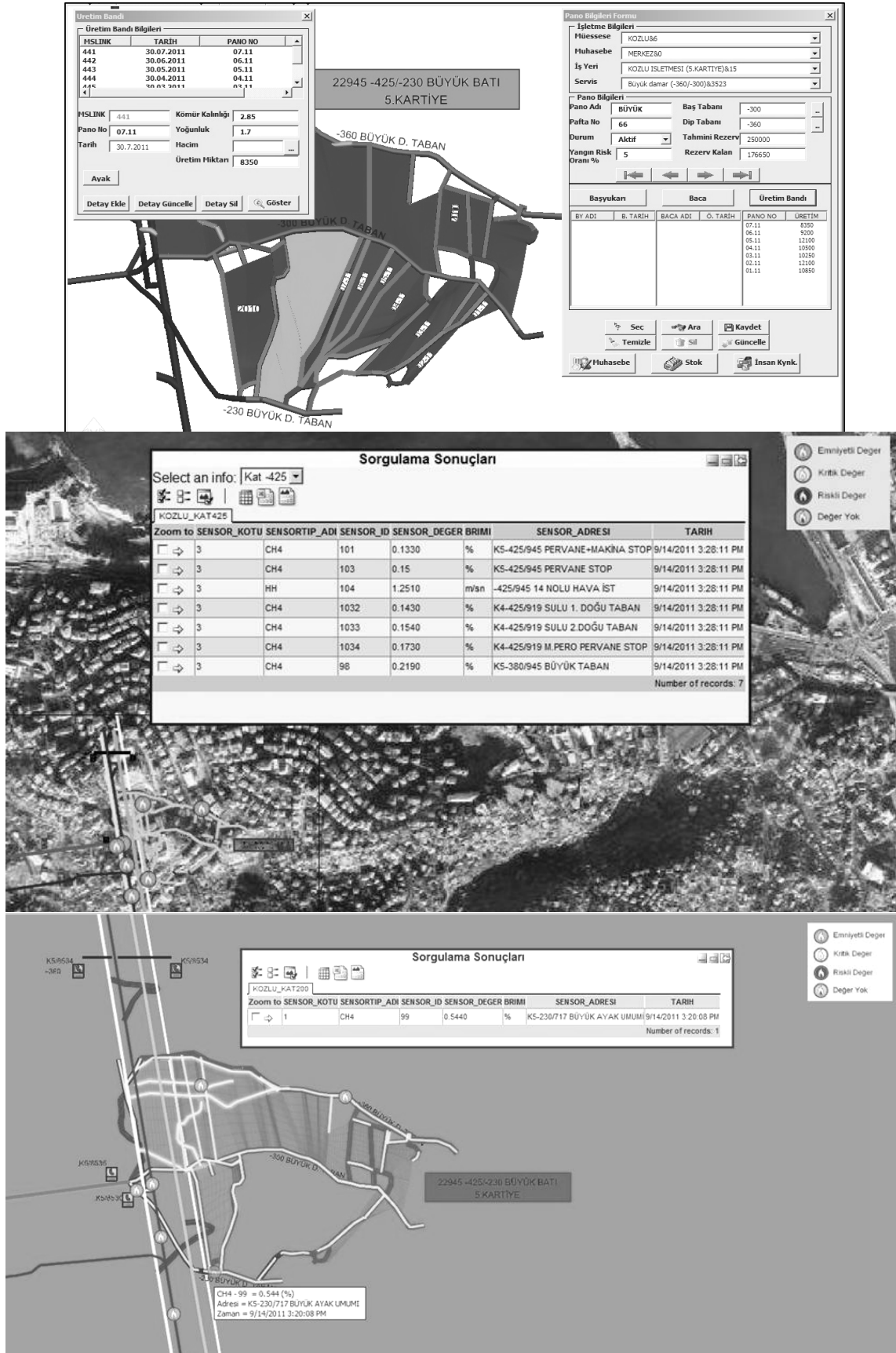
Tüm bu faktörlerin değerlendirilmesi ile hesaplanacak 1-5 aralığındaki Risk Endeksi Çizelge 3’de verilen kategorilerde değerlendirilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

Çizelge 3. Ocak yangınları değerlendirme kategorileri.

<i>Risk Endeksi</i>	<i>Değerlendirme</i>	<i>Faaliyet</i>
4 ve 5	Kabul edilemez risk	Bu riskle ilgili olarak işveren hemen faaliyete geçmelidir. Gerekli önlemler alınmalı ve ocak gerektiğinde kapatılmalıdır
2 ve 3	Dikkate değer risk	İşveren bu riske mümkün olduğu kadar çabuk müdahale etmelidir. Sıkı gözlem ve kontrollü üretim yapılmalı, gerekli tedbirler alınmalıdır.
1	Kabul edilebilir risk	Takip altında tutularak daha uzun vadede müdahale edilebilir.

4 RİSK DEĞERLENDİRMELERİNDE 3B MADEN MODELİ VE BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI

Madencilik faaliyetleri kapsamında, karar vericilerin ve uygulayıcıların üretim planlamasında, uygulamaların takibinde ve iş güvenliği denetiminde en önemli desteği; nitelikli, hızlı, doğru, güvenilir ve sürdürülebilir bilgi ve görsel kaynaklara sahip coğrafi tabanlı bilgi sistemlerinden sağladığı bilinmektedir. Üretici kuruluşlar;

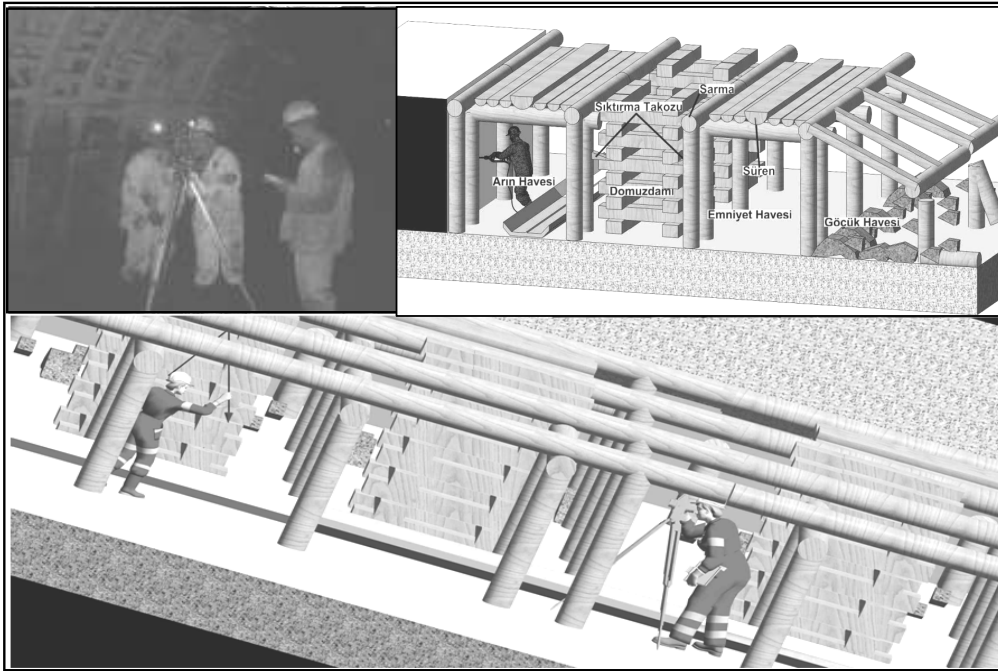


Şekil 2. Bir üretim panosuna ilişkin MABİS uygulamaları.

- Sayısal Maden İmalat Haritası (MİH) verilerinden,
- Sayısal Jeolojik harita ve kesitlerden,
- Değişik ölçek ve türden sayısal tematik haritalardan (havalandırma, nakliyat, tasman vb.),
- Değişik ölçek ve türden topoğrafik veri, mülkiyet verisi, hidrografik harita ve uydu görüntülerinden,
- Sondaj verilerinden,
- Gaz ve toz sensör takip sistemi verilerinden,
- Kömür analiz verilerinden
- Kaya mekaniği verilerinden ve
- Ocak raporları ile saha gözlem verilerinden

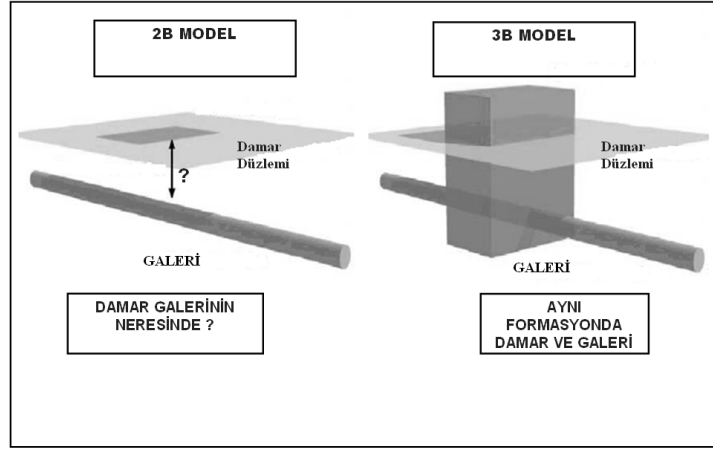
oluşturdukları bir Maden Bilgi Sistemi (MABİS) yardımıyla planlanan ve/veya uygulamadaki eylemlerine yönelik analiz ve değerlendirmeleri gerçekleştirebilirler. Örneğin Şekil 2’de bir üretim panosuna ilişkin grafik ve öznitelik verilerinin sorgu ekranı ile bu verinin yeryüzünün bir ortofoto haritası üzerine açılarak gaz sensör verileri sorgu ekranı görülmektedir.

Bu sistem sayesinde, üretimlerin ve galeri ilerlemelerinin takibinden, jeolojik yapı unsurları ilişkilerinin belirlenmesine, havalandırma analizlerine kadar bir seri uygulama, analiz ve sorgulama gerçekleştirilebilmektedir. Risk değerlendirme çalışmalarında güncel ölçü ve kayıtların, standartlara uygun, doğru, güvenilir veri olarak kayıt altına alınmasıyla (Şekil 3) üretim panoları ve yeraltı açıklıklarının geometrisine ve konumuna ilişkin en doğru ve güvenilir stratejik bilgiye bu sistem sayesinde ulaşılabilmektedir. Günümüzde gelişen yazılım teknolojileri sayesinde yeraltının ayrıntılı 3B modelleri üretilebilir hale gelmiş ve bir CBS altlığı olarak kullanılmasına olanak sağlanmış durumdadır.



Şekil 3. Yeraltında standartlara uygun güncel konumsal ölçü verilerinin elde edilmesi ve arın ilerlemeleri.

Özellikle derin madencilik uygulamalarında birçok bilinmeyenle karşı karşıya kalınmaktadır. Bu bilinmeyenlerin çözülmesinde, görselleştirilmesinde ve sorgulanmasında bir yeraltı bilgi sisteminin kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Erken uyarı ve takip amaçlı çalışmalar için de bu sistemin ne kadar gerekli olduğu uygulamaya geçildiğinde anlaşılmaktadır. MABİS içinde üç boyutlu verinin kullanılması, yeraltının karmaşık geometrisinin çözümlenmesini ve yorumunu daha güvenilir kılmaktadır. Şekil 4’de bir, iki ve üç boyutlu konumsal ilişkilerde belirsizliklerin çözümü gösterilmiştir.

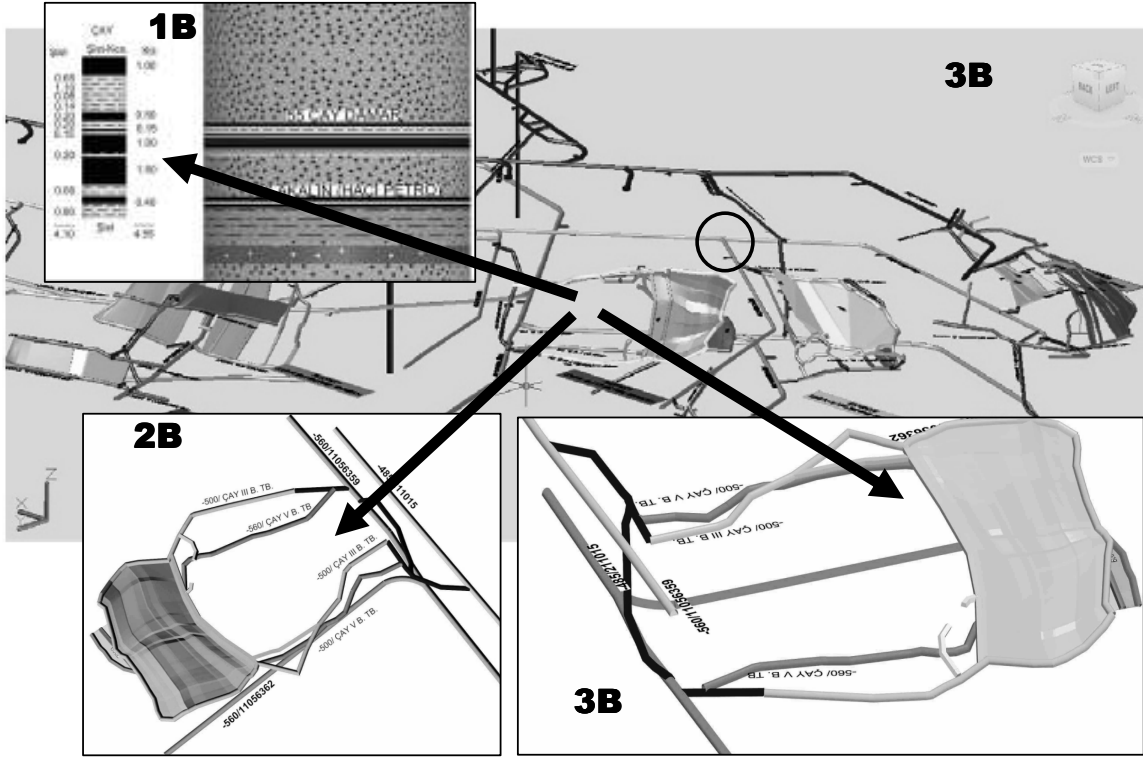


Şekil 4. İki ve üç boyutlu modellerde konumsal ilişkiler.

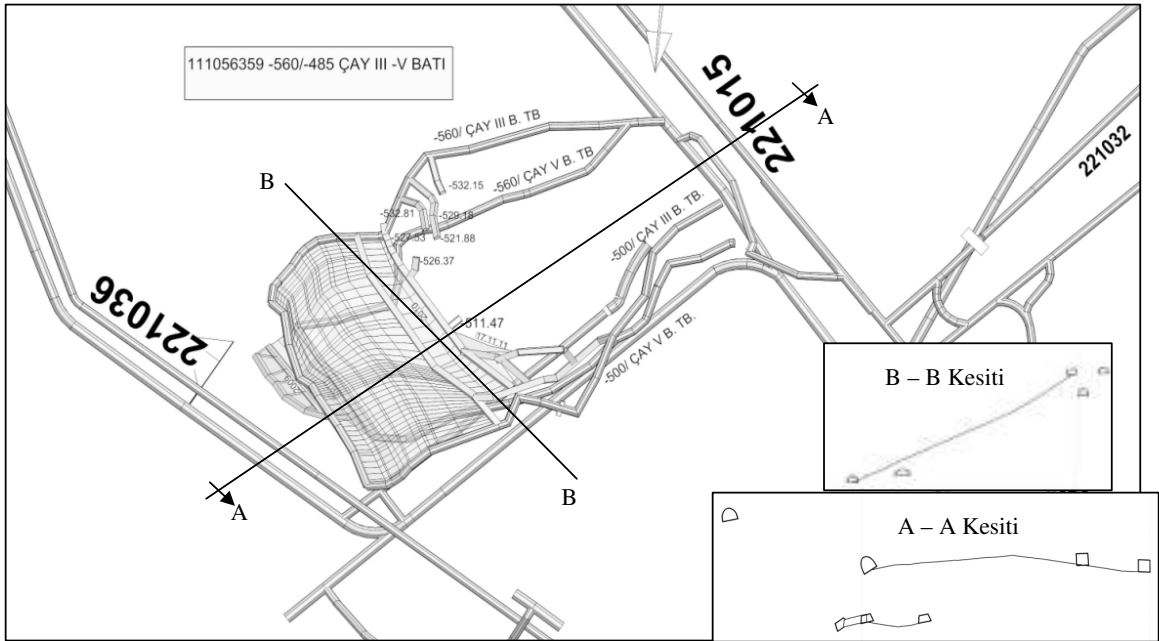
5 DENEYSEL UYGULAMA

Yukarıda konu edilen ocak yangınları risk değerlendirmelerine ilişkin olarak, Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki derin madencilik uygulamaları kapsamında, Kozlu Formasyonundaki kalın bir damarda, -500 ile -560 kotları arasında dönümlü uzunayak yöntemi ile ikinci ve üçüncü katları çalışılan bir üretim panosunun MABİS destekli proaktif ocak yangını risk analizi gerçekleştirilmiştir. Panonun MABİS’ten alınan iki ve üç boyutlu sayısal imalat planları Şekil 5’de verilmiştir.

Çalışılan damar, arızalar ve süreksizlikler dolayısıyla uygun geometride hazırlanmamıştır. Dönümlü göçertmeli uzunayak yöntemi ile üretim gerçekleştirilmiştir. Panonun daha önce altında ve üstünde 3. kat üretimleri yapılmıştır. Kömür damarı ondülasyonlu bir yapıya sahiptir, bu nedenle ayak içinde zincirli oluğun düz çalışması dolayısıyla ayak arkası göçükte yer yer 1 m’yi aşan kömür tabanda bırakılacaktır (Şekil 6). Panonun hazırlanma aşamasında dönümlü ayak, ana lağımın topuk mesafesi içinde kalmış ve lağım güvenlik sınırı aşılmıştır (Şekil 5’de yuvarlak içine alınan bölge), bu nedenle ayak arkası göçük bölgesinde hava kaçağı riski söz konusudur. Panonun etrafında dört büyük fay bulunmaktadır ve bu damar üst kotlardan itibaren üretimi sürekli gerçekleştirilen bir damardır. Yeraltında su geliri bulunmaktadır ve bölgede yıllık yağış ortalaması 1,200 mm/m²’dir. Üretim yapılan sahada diğer damarlarda da üretim yapılmakta olup bu üretimlerin yüzeyde 10-15 cm tasman etkisi yarattığı hem RADARSAT yapay açıklıklı radar uydu görüntülerinden InSAR tekniği ile hem de tasman tahmin çalışmalarından belirlenmiştir (Şekil 7). Bu panonun üretilmesi durumunda daha ne kadar tasman yaratacağı ise ISITec yöntemi ile tahmin edilmiştir. Elde edilen tüm bulgular Çizelge 4’de verilmiştir.



Şekil 5. Üretim panosunun 1, 2 ve 3B görünümü.

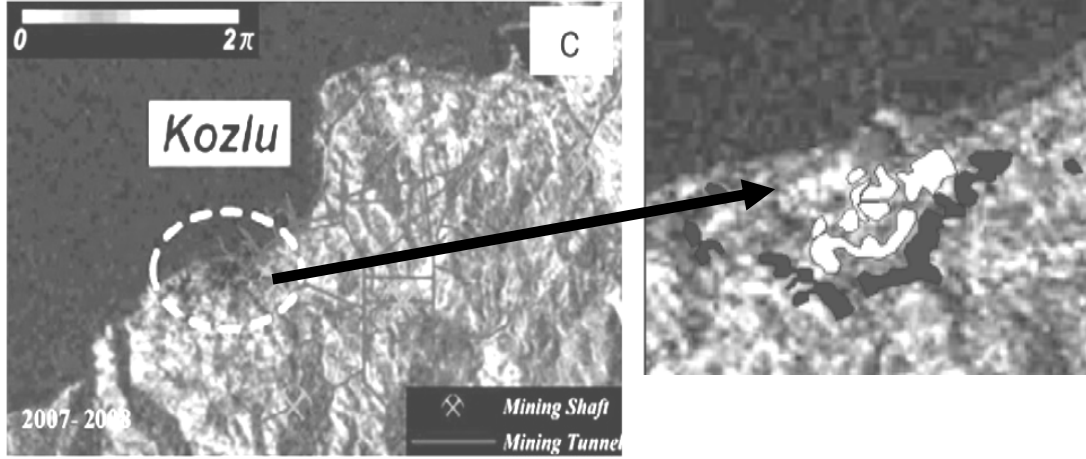


Şekil 6. Üretim panosu içerisinde damarın ondülasyonlu yapısı.

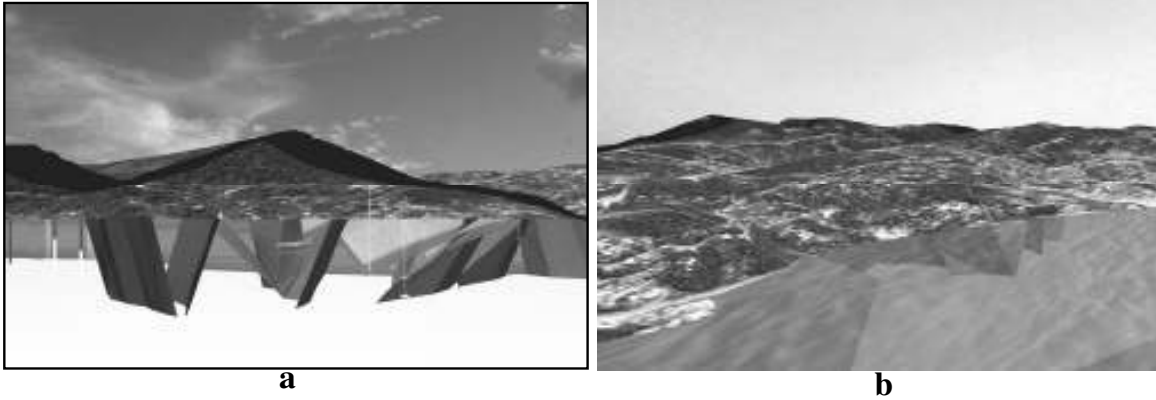
Panonun içinde bulunduğu formasyondaki faylaşma MABİS'ten modellenerek belirlenmiştir. Fay modeli Şekil 8'de verilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucu bu panonun proaktif ocak yangını risk endeksi 4 bulunmuş bu değer Çizelge 3'e göre **kabul edilemez risk** olarak belirlenmiştir. Bu

sonucun karşılaştırılmasına yönelik olarak, panonun üretim süreci incelendiğinde; pano hazırlanıp üretime geçilmesinden bir yıl sonra oksidasyon ve ocak yangını başlamış, ortamdaki CO değerinin 170 ppm'e yükselmesi nedeniyle ayağın her iki girişine baraj yapılmasına karar verilmiştir. Barajlar taban yolları üzerinde oluşturulmuş ve 2011 yılına kadar bir yıldan fazla kapalı kalmış, ocak koşullarının iyileştiğinin belirlenmesi ile üretim yeniden başlanmış olup halen devam etmektedir.



Şekil 7. RADARSAT uydu görüntülerinden InSAR yöntemi ile elde edilmiş, ele alınan panonun hazırlandığı andaki etki alanı içindeki yan panoların yüzey tasman etkilerini gösteren MABİS çıktısı harita.



Şekil 8. a) Üretim yapılan damar ve fayların 3B ilişkisi, b) Fayların yüzeydeki izleri.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; ocak yangınlarının risk analizlerine yönelik olarak, kömürün okside olup kendiliğinden yanması ve ocak yangınına dönüşmesindeki koşullar belirlenerek bu koşullara yönelik risk faktörleri oluşturulmuş ve Zonguldak Taşkömürü Havzası için bir risk endeksi geliştirilmiştir.

Risk endeksinin geliştirilmesinde günlük arın ilerlemesine ilişkin sınıf değerleri sayısal maden imalat haritasından koordinatlarla hesaplanan uzunluk değeri olarak MABİS'ten alınmaktadır. Ancak; özellikle Zonguldak Taşkömürü Havzasındaki uzun ayaklarda, vardiyada 4-8 sarma arası 1 have (80 cm) kazı yapılarak ilerleme yapıldığı uygulamada bilinmektedir (bu durum Şekil 3'de gösterilmiştir).

Çizelge 4. Ele alınan panoya ilişkin sınıf değerleri.

<i>Endeks</i>		<i>Sınıf değeri</i>						
<i>Faktör seviyesi</i>		<i>Gösterge seviyesi</i>		Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
<i>Faktörler</i>	<i>Ağırlık değeri</i>	<i>Göstergeler</i>	<i>Ağırlık değeri</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
F_i	W_F	G_i	W_G					
<i>Kömüre ilişkin faktörler</i>	0.30	1. Uçucu Madde(%)	0.20	<20	20-25	25-30	30-35	>35
		2. Kül miktarı(%)	0.20	>35	35-25	25-15	15-5	<5
		3. Karbon(%)	0.20	>80	80-72.5	72.5-65	65-57.5	<57.5
		4. Hidrojen(%)	0.20	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5
		5. Göçükteki Kömürün Tane Boyutu []=1.0	0.20	>2mm	2-0.5mm	0.5-0.1mm	0.1-0.05mm	<0.05mm
<i>Jeolojik faktörler</i>	0.25	1. Faylanma	0.20	1	2	3	4	>4
		2. Damar Derinliği(m)	0.20	0-100	100-200	200-300	300-400	>400
		3. Damar içerisinde ara kesme sayısı	0.10	1	2	3	4	>4
		4. Örtü tabakasının sertliği ($\sigma_s/100$)	0.10	<1	1-3	4-6	6-8	>8
		5. Yakınında çalışan damar sayısı	0.20	1	2	3	4	5
		6. Damar Kalınlığı(m) []=1.0	0.20	<2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	>3.5
<i>Üretim Faktörü</i>	0.25	1. Günlük arın ilerleme(m)	0.20	>0.8	0.4	0.3	0.2	0.1
		2. Üretim yöntemi*	0.20	D.U. =1	D.D.U. =2	T.Y.D.U. =4	İ.U. =6	D.U.Y.Y =8
		3. Damarın Alınması	0.30	Tamamı Alınmış	0.5-1m Brakılmış	1.0-1.5m Brakılmış	1.5-2.0m Brakılmış	>2.0m Brakılmış
		4. Havlandırma, pano geometrisi, lağım topuklarını alma** []=1.0	0.30	1	2	3	4	5
<i>Çevresel Faktörler</i>	0.20	1. Mak. Tasman (m)	0.30	<0.05	0.05-0.10	0.10-0.15	0.15-0.20	>0.20
		2. Yıllık Or. Yağış(mm/m ²)	0.20	<800	800-900	900-1000	1000-1100	>1100
		3. Yeraltı su geliri (m ³ /gün)	0.20	<1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	>2.5
		4. Üst kotlarda yapılan üretim sayısı []=1.0	0.30	<2	2-4	4-8	8-10	>10

$$F_K = 3 \times 0.2 + 4 \times 0.2 + 4 \times 0.2 + 5 \times 0.2 + 4 \times 0.2 = 4$$

$$F_J = 4 \times 0.2 + 5 \times 0.2 + 4 \times 0.1 + 4 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 5 \times 0.2 = 4.6$$

$$F_U = 3 \times 0.2 + 1 \times 0.2 + 3 \times 0.3 + 5 \times 0.3 = 3.2$$

$$F_C = 3 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 2 \times 0.2 + 5 \times 0.3 = 3.8$$

$$E_T = 4 \times 0.3 + 4.6 \times 0.25 + 3.2 \times 0.25 + 3.8 \times 0.20 = 4$$

Katlar arası mesafe nedeniyle ortalama 20-40 sarma arasında bulunan uzun ayakların tamamının her gün 1 have ilerlemesi havzada sürdürülen ideal bir uygulamadır. Fakat işçi sayısı ve/veya havalandırma yetersizliği, nakliyat arızaları vb. nedenlerle uzun ayaklar 1-2 günden 1 haftaya kadar süren zaman aralıklarında 1 have ilerleyebilmektedir. Bu nedenle Çizelge 4'deki günlük arın ilerleme sınıf değerleri her gün 1 have, 2 günde 1 have, 3 günde 1 have, 3-5 günde 1 have ve 1 haftadan uzun sürede 1 have ilerleme değerlerine karşılık oluşturulmuştur.

Ocak yangınları için kömür ve jeolojik koşullar için risk faktörleri önlenemez faktörler olmasına karşın, üretim ve çevresel faktörler önlenemez faktörlerdir. Bu bağlamda tüm faktörler için bir Madencilik Bilgi Sistemi yardımıyla üretim bölgelerinin geçmişe yönelik grafik ve alfa nümerik veri kayıtlarıyla güncel veri kayıtları bir veri tabanında toplandıktan sonra, analiz ve sorgulamalar gerçekleştirilerek ocak yangınlarının risk analizleri yapılabilir. Taşkömürü, özellikle ulusal ve uluslararası piyasalarda tonu 128.5 \$ ile 254 \$ arasında değişen ulusal bir servettir. Taşkömürüne yönelik olarak bu servetin yanmaması için tüm üretim ve çevre koşullarını da içine alan bir risk değerlendirme analizinin yapılması ve bu uygulamada MABİS gibi ileri teknoloji otomasyon sistemlerinden anlık doğru ve güvenilir bilgi ile değerlendirmelerin yapılması gerektiğinin önemi deneysel uygulama ile gösterilmiştir. Bu uygulamaların özellikle üretici ihtisas kuruluşu TTK tarafından havza genelindeki tüm üretim bölgeleri için mevcut MABİS desteğini kullanarak yaygınlaştırılması gerekmektedir.

7 KAYNAKLAR

- Akçın, H., Harput, B., Tüfekçi, A. S. 2008. Zonguldak Taşkömürü Kurumuna Yönelik Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Örnek Uygulama - TTKMABİS, 16. Kömür Kongresi, Zonguldak.
- Akçın, H., Sargınoğlu, S., Can, E. 2010. Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Kozlu Müessesesi Yeraltı Üretimlerinde Program İlerlemeleri Fiili Durumlarının İncelenmesi, 5. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, s. 201-213, Zonguldak.
- Didari, V., 1986. Yeraltı Ocaklarında Kömürün Kendiliğinden Yanması ve Risk İndeksleri, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Madencilik Dergisi, 25, 4, s. 29-34.
- Elick, J. M. 2013. The Effect of Abundant Precipitation on Coal Fire Subsidence and Its Implications in Centralia, PA, *International Journal of Coal Geology*, 105, pp. 110-119.
- Hu, B., Zhou, J., Wang, J., Chen, Z., Wang, D., Xu, S. 2009. Risk Assessment of Land Subsidence at Tianjin Coastal Area in China, *Environ Earth Science*, 59: pp. 269-276.
- Kaymakçı, E. 1998. *Zonguldak Havzası Kömür Damarlarına Uygulanabilecek Bir Kendiliğinden Yanmaya Doğal Yatkınlığı Değerlendirme Tekniğinin Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 148 s., Zonguldak.
- Kaymakçı, E., Didari, V. 2000. Kömür Özellikleri ile Kendiliğinden Yanma Parametreleri Arasındaki İlişkiler, *Türkiye 12. Kömür Kongresi*, s. 147-156, Zonguldak.
- Ren, T., Wang, Z., Nemcik, J., Aziz, N., Wu, J. 2008. Investigation of Spontaneous Heating Zones and Proactive Inertisation of Longwall Goaf in Fenguangshan Mine, *12th Coal Operators' Conference*, pp. 212-220, Avustralya.
- Şahin, N., Didari, V. 2002. Zonguldak Kömürlerinde Kendiliğinden Yanmanın Erken Saptanması Amacıyla Yanma Ürünü Gazların İncelenmesi, *Madencilik Dergisi*, 41, 4, s. 37-51.
- Taraba, B., Slovak, V., Michalec, Z., Chura, J., Taufer, A. 2008. Development of Oxidation Heat of the Coal Left in the Mined-out Area of a Longwall Face – Modelling Using the Fluent Software, *Journal of Mining and Metallurgy*, 44 B, pp. 73-81.
- Uludağ, S., Eroğlu, H. N. 2001. Assessing Spontaneous Combustion Risk in South African Coal Mines Using a GIS Tool, *17. International Mining Congress and Exhibition of Turkey*, pp. 243-249, Antalya.
- Ünlü, T., Akçın, H., Yılmaz, Ö. 2013. An Integrated Approach for the Prediction of Subsidence for Coal Mining Basins, *Engineering Geology*, 166, pp. 186-203.

KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE TASMAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

RISK ASSESSMENT OF LAND SUBSIDENCE IN COAL MINING

H. Akçın

Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZET: Kömür madenciliği faaliyetleri kapsamında yeryüzünde bozulmalar ve yapılarda hasarlar meydana gelebilmektedir. Oluşan bu duruma madencilik tasmanı adı verilmekte ve çevresel, sosyal, ekonomik ve teknik sorunlar oluşturabilmektedir. Tasman olayı planlanan bir madencilik faaliyetinin sonucudur, dolayısıyla yeryüzünde ne kadar tasman oluşacağı ve bu tasmanın da yeryüzünde ne kadar risk oluşturacağına önceden belirlenmesine yönelik proaktif yaklaşımlar ve risk oluşuktan sonra ise çözüm arama esasına dayanan reaktif yaklaşımlar söz konusu olabilmektedir. Çalışmada; Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun Zonguldak İncivez bölgesinde üniversite kampüs alanı altında üretimini planladığı kömür rezervlerinin proaktif risk değerlendirmesi kapsamında olası tasmanın riskli yapı, riskli alan ilişkileri değerlendirilmiş ve öneriler geliştirilmiştir.

ABSTRACT: Mining activities may cause deformations in topography and damages in structures. This is called mining subsidence and may well cause environmental, social, economic and technical problems. Subsidence is a result of mining activities and thus; there are proactive approaches towards determining how much subsidence will occur and the risk on the topography associated with it, and reactive approaches based on finding solutions after the occurrence of subsidence risk. In this study, risky structure-risky area relationships were evaluated and recommendations are presented in the context of proactive risk evaluation of Turkish Hardcoal Enterprise's coal reserves planned to be mined under the university campus area in Zonguldak Incivez district.

1 GİRİŞ VE YASAL MEVZUAT AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLME

Yeraltı kömür madenciliğinin uygulandığı bölgelerde tasman etki alanı içerisindeki gerek doğal yaşam gerekse de kentsel alandaki yaşam tehlike altındadır. Bu bağlamda tehlike; insana zarar veren, yapılara hasar veren, iş kaybına yol açan, çevre veya bölge üzerinde olumsuz etkiye sebep olma potansiyeli olan her şeydir. 29.11.2012 tarih ve 25812 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğine göre ise tehlike, iş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı ve iş yerini etkileyebilecek zarar ve hasar verme potansiyeli olarak tanımlanmaktadır. Doğal yaşam açısından yeraltı madenciliğinin yaratacağı tehlike yaban hayatını, endemik bitkileri, ormanları, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını tehlikeye sokacak kontrolsüz üretimi ifade etmektedir. Şehiraltı madenciliği açısından ise tehlike, yapılaşmış alanlar altında, sakıncalı bir biçimde üretim yapmaktan, uygun olmayan jeolojik koşullarda çalışmaktan, yeryüzüne yakın derinliklerde çalışmaktan, eski üretim panolarının altında ya da yakınında çalışmaktan ve büyük üretim açıklıkları oluşturmaktan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte yeraltındaki üretim etkinliklerinin niteliğine göre, çok sayıda ve değişik türden tehlikeler de söz konusu olabilir.

Risk ise; belirli bir süre içerisinde, belirli ve istenmeyen bir tehlikenin (olayın) meydana gelme olasılığıdır, dolayısıyla tehlikeye bağlı zararın gerçekleşme olasılığını tanımlar. Yönetmeliğe göre ise risk; tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ve ayrıca riskin etkinliği; etkilenen bina, alt yapı tesisi vb. nesne ve kişilerin sayısı ile meydana gelen sonucu kapsar.

Risk değerlendirme, tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır. Riskin kontrol edilmesi ve azaltılması, belirli bir sıra düzen içerisinde alınacak önlemlerin her risk gurubu için değerlendirilmesi ile olanaklıdır. Bu sürecin amacı tehlikenin belirlenmesi aşamasında toplanan verilerin irdelenmesi ve risklerin kontrolüne yönelik stratejik kararların alınmasıdır. İşveren; İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinin 5. maddesi gereği *çalışma ortamının güvenliğini sağlama, sürdürme ve geliştirme amacıyla risk değerlendirmesi yapar ya da yaptırır*. Bu durum, madencilik tasmanı açısından 23.01.2010 tarih ve 27471 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Madencilik Faaliyetleriyle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği Ek 1'deki 3.1.ç fıkrasında belirtilen *“yeraltı madencilik faaliyetleri kapsamında oluşacak tasmanlara karşı işveren güvenlik önlemlerini alır”* hükmü gereği de tasman risk değerlendirmesinin yapılma zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Şehiraltı madencilik faaliyetleri ile riskli alan ve riskli yapı ilişkilerinin incelenmesi açısından tasman risk değerlendirmesi için farklı yaklaşımlar söz konusudur, dolayısıyla öncelikle risk değerlendirmesinin ne zaman yapılacağına karar vermek gereklidir. Şöyle ki; madencilik faaliyetleri bir iş programına (temrin plana) göre gerçekleştirilen mühendislik çalışmalarını içeriyor ise bir yeraltı madencilik faaliyetinin daha uygulamaya geçmeden önce yeryüzünde yaratacağı tasman etkisi tahmin edilebilir. Yanı sıra; madencilik faaliyetleri başladıktan sonra özellikle

jeodezik ve fotogrametrik tekniklerle yeryüzünde oluşan tasman gözlemlenebilir, deformasyon büyüklükleri belirlenebilir ve hasara uğrayan yapılarda ve altyapı tesislerindeki hasarın büyüklüğü gözlemlenebilir. Bu durumda; birinci yaklaşım da, daha yeryüzünde tasman hiç oluşmadan, oluşacak tasmanın büyüklüğü ve deformasyon etkisi kestirilebilir. Bu durumda üretimin riskleri öngörülebilir, bunların önemine karar verilebilir ve riskleri azaltma veya eğer mümkünse ortadan tamamen kaldırma esasına dayanan proaktif yaklaşım uygulanabilir. İkincisinde ise risklerin gerçekleşmesi sonucu meydana gelen tasmanın ardından tekrar olmaması için kaza nedenlerini tespit etme ve çözüm arama esasına dayanan reaktif yaklaşım söz konusudur (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Risk değerlendirmesi; niteliksel ve niceliksel olarak da yapılabilmektedir. Niteliksel (kalitatif) değerlendirme tamamen sözel verilere dayalı olup, tasman mühendisinin deneyimine bağlı olarak sübjektif bir analiz içerir. Niceliksel (kantitatif) yöntemlerde ise tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali, tehlikenin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenip risk değeri bulunur.

2 KENTSEL ALANLARDA TASMAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

2.1 Afet Risk Endeksi Yöntemi İle Proaktif Yaklaşım

Yeraltı kömür madenciliği sonucu yeryüzünde oluşacak tasman için Afet Risk Endeksi Yönteminin uygulanmasında aşağıda Hu et al. (2009) tarafından geliştirilmiş Eşitlik 1’de verilen fonksiyonel ilişki kullanılarak afet risk endeksi E_r hesaplanır:

$$E_r = f (T, V, R) \quad (1)$$

Bu fonksiyonel ilişkide T; herhangi bir zaman diliminde yeryüzünde tasman etki alanı içinde oluşabilecek afetin yoğunluğu, V; güvenlik zafiyeti ya da incinebilirlik olup, verilen bir durumun sonucu olarak olası kayıplara ilişkin tasman etki alanında yaşayan insanların tepkisinin bir ölçüsüdür (Akçın 2010, 2012). R ise; afeti önleme ve azaltma kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Çizelge 1’de tasman riski açısından bu fonksiyonel ilişkiyi sağlayacak faktörler, her bir faktöre ilişkin göstergeler ve bunlara ilişkin ağırlık değerleri şehiraltı madenciliği için verilmektedir. Çizelgedeki göstergeler madenciliğin uygulandığı havzaya göre değişiklik gösterebilir (örn, doğal yaşam alanları için ölçütler değişir). Benzer şekilde ağırlık değerleri de havzadan havzaya ve kentin özelliklerine göre doğal olarak değişecektir. Bu karakteristik özellikleri belirlemek için kapsamlı bir araştırma yapmak gerekmektedir. Ancak Çizelge 1’de ele alınan göstergeler, mümkün olabilecek en uygun değerde ölçütlerle ele alınmış ve Ülkemiz açısından bir standart oluşmasına yardımcı olabilecek şekilde düzenlenmiştir. Uygulamada Çizelge 1’de verilen faktörler ve göstergeler ile her bir tasman bölgesi için ayrı değerlendirmeler yapılarak sınıf değerleri hesaplanır. Bulunan bu sınıf değerleri ağırlık değerleri ile çarpılarak ortalama gösterge değeri, bu ortalama değerler de faktör ağırlıkları ile çarpılarak ortalama endeks değeri hesaplanır. Faktör ağırlıkları ve her bir faktör gösterge gurubu ağırlıkları toplamı 1.00 olmalıdır. Fonksiyonel ilişkiyi tanımlayan çarpımlar aşağıda Eşitlik 2’de gösterilmiştir. Sonuçta elde edilecek Afet Risk Endeksi değeri 1-5 aralığında bulunacaktır. Bu değer aşağıda Çizelge 2’de verilen kategorilere göre; kabul edilebilir, dikkate değer ya da kabul edilemez risk olarak değerlendirilecektir.

Çizelge 1. Tasman Risk değerlendirmesinde; afet risk endeksi yönteminin sınıfları, göstergeleri ve ağırlık değerleri.

Endeks		Sınıf değeri						
Faktör seviyesi	Gösterge seviyesi	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek		
Faktörler	Ağırlık değeri	Göstergeler	Ağırlık değeri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
F_i	W_F	G_i	W_G					
Tehlike	0.45	1. Toplam Tasman* (mm)	0.55	0-200	200-400	400-600	600-800	>800
		2. Tasman Hızı (mm/ay)*	0.15	0-15	15-30	30-40	40-50	>50
		3. Gerilme değeri* (mm/m)	0.30	0-2	2-4	4-6	6-8	>8
			[]=1.0					
Güvenlik Zafiyeti	0.40	1. Nüfus yoğunluğu (kişi/km ²)	0.30	0-300	300-600	600-800	800-1000	>1000
		2. Taşınmaz m ² değeri (TL)	0.50	0-400	400-800	800-1200	1200-1600	>1600
		3. Altyapı tesisleri birim metre maliyeti (TL)	0.20	0-400	400-800	800-1200	1200-1600	>1600
			[]=1.0					
Afet riskini önleme ve azaltma kabiliyeti (ARÖAK)	0.15	1. Planlanan Tasman Gözlem sıklığı (Ay)	0.60	>5	4	3	2	1
		2. Kentleşme seviyesi (%)	0.40	>70	55-70	40-55	25-40	<25
			[]=1.0					

(* Kestirimle elde edilen değerlerdir.

$$\begin{aligned}
 \text{Tehlike Faktörü} & : F_1 = G_{T1} \times W_{GT1} + G_{T2} \times W_{GT2} + G_{T3} \times W_{GT3} \\
 \text{Zafiyet Faktörü} & : F_2 = G_{Z1} \times W_{GZ1} + G_{Z2} \times W_{GZ2} + G_{Z3} \times W_{GZ3} \\
 \text{Azaltma Faktörü} & : F_3 = G_{A1} \times W_{GA1} + G_{A2} \times W_{GA2} + G_{A3} \times W_{GA3} \\
 \text{Afet Risk Endeksi} & : E_r = F_1 \times W_{F1} + F_2 \times W_{F2} + F_3 \times W_{F3} \quad (2)
 \end{aligned}$$

Çizelge 2. Tasman Risk değerlendirme kategorileri.

Risk Endeksi	Değerlendirme	Faaliyet
4 ve 5	Kabul edilemez risk	Bu riskle ilgili olarak Belediye ve Bakanlık hemen faaliyete geçmelidir.
2 ve 3	Dikkate değer risk	Belediye ve Bakanlık bu riske mümkün olduğu kadar çabuk müdahale etmelidir.
1	Kabul edilebilir risk	Takip altında tutularak daha uzun vadede müdahale edilebilir.

2.2 Risk Tablosu Yöntemi İle Proaktif Yaklaşım

Risk Değerlendirme Tablosu (RDT), risklerin değerlendirilmesinde, değerlendirme sonuçlarına göre hangi tasman bölgesinde hangi riskli yapıya öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikle nereye aktarılması ve risklerin önlenmesi konularında kullanılan bir tekniktir. RDT' nin hazırlanması, tasman risklerinin tahmini için madenciliğin uygulandığı diğer havzalardaki tasman olaylardan kazanılan deneyimlere göre oluşturulmuş tasman şiddeti ve olasılığına, dolayısıyla tasman geçmişindeki deneyimlere göre hazırlanmıştır.

RDT'de dikey eksen şiddet seviyelerini (0-5) aralığında puan değerleri ile ifade eder. Yatay eksen; sonuçla ilgili artan olasılığı temsil eder. Çizelgedeki kutular; tablonun sol üst köşesinden sağ alt köşesine doğru azalan Risk Seviyelerini tanımlamaktadır. Riskin seviyesini tanımlamak için tablo Kırmızı, Mavi ve Yeşil alanlara ayrılır. Riskleri değerlendirirken tasman tehlikesinin neden olduğu olayın şiddeti ve olasılığı dikkate alınmaktadır. Belirlenen riskler için 5x5'lik matris şeklinde RDT kullanılır. Burada risk;

$$\text{Risk} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \quad (3)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır. Eşitlikte geçen olasılık, tasman sonrası oluşacak şiddetin ihtimalidir. Olasılık için Çizelge 3'deki puan değerleri kullanılır. Çizelgedeki şiddet değerleri, değişik havzalardaki gözlemlere göre yapılan sınıflamaya dayalı olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan şiddet tanımları Burland et al. (1977) tarafından Çizelge 4'de görüldüğü gibi yapılmıştır.

Çizelge 3. RDT yönteminde kabul edilen olasılık seviyeleri.

Olasılık	P(H _B)	Olasılık Değeri
<i>Çok Küçük</i>	0-0.2	1
<i>Küçük</i>	0.2-0.4	2
<i>Orta</i>	0.4-0.6	3
<i>Yüksek</i>	0.6-0.8	4
<i>Çok Yüksek</i>	0.8-1.0	5

Bu yöntemde olasılıklar her tasman büyüklüğü seviyesindeki zonlar içerisindeki ya da diğer bir ifade ile hasar sınıfı içerisindeki hasarlı binaların veya tasman tahmini ile belirlenen olası hasar görece bina sayısının N (H_B), o tasman büyüklüğü zonu içerisindeki toplam binaların sayısı n'ye oranıyla Eşitlik 4'deki gibi belirlenir.

Eşitlik 3 kullanılarak oluşturulan RDT Çizelge 5'de, risk sonuçları Çizelge 6'da, gerilme deformasyonu, yapı boyunda uzama ve çatlak genişlik boyutunun yapı uzunluğu ile ilişkisi ise Şekil 1'de verilmiştir.

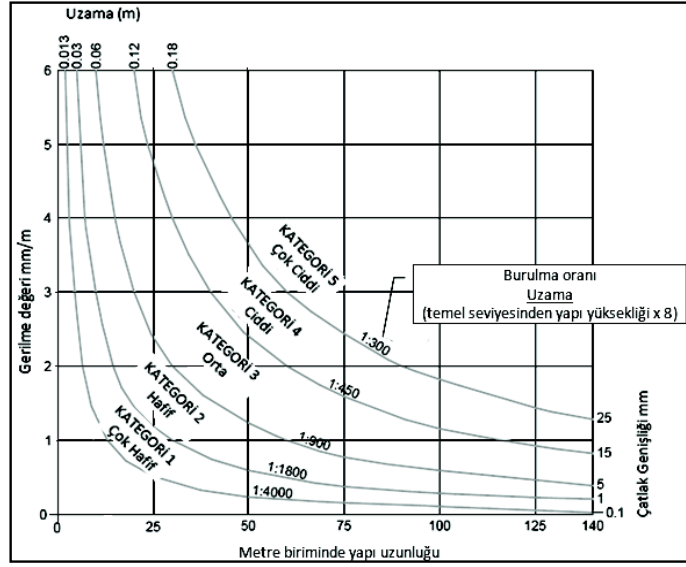
$$P(H_B) = \frac{N(H_B)}{n} \quad (4)$$

Çizelge 4. RDT yöntemi ile tasman risk değerlendirmesinde şiddet kategorileri.

ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET	ŞİDDETİN TANIMI	ÇATLAK GENİŞLİĞİ (mm)	Kestirilen Yapı uzama Değeri (%)
1	Çok hafif	<i>Duvarlardaki ince çatlaklar kolayca dekoratif olarak onarılabilir. Genellikle hasar iç duvar yüzeyi ile sınırlıdır. Yakın denetimle dış tuğla veya beton içinde bazı çatlaklar gözlenebilir.</i>	<1.0	0.01-0.03
2	Hafif	<i>Çatlaklar kolayca doldurulabilir. Muhtemelen yeniden bir dekorasyon gerekebilir. Tekrarlayan çatlaklar olabilir ve bunlar uygun astarlar ile maskelenebilir. Bazı çatlaklar dıştan görülebilir ve geçirmezlik sağlamak için onarımı söz konusu olabilir. Kapı ve pencereler hafifçe sıkışabilir. Servis boruları kırılabilir ve sızdırmazlığını yitirebilir.</i>	<5.0	0.03-0.06
3	Orta	<i>Bazı Çatlakların olduğu yerde sıvanın açılması gerekebilir ve duvarlar yeniden sıvanması söz konusu olabilir. Duvar tuğlalarının yenilenmesi gerekebilir. Kapı ve pencereler deforme olur ve sıkışır duruma gelebilir. Servis boruları kırılabilir. Binanın onarım süresince kullanılmaması gerekir.</i>	5-15 (>3mm birçok çatlak)	0.06-0.12
4	Ciddi	<i>Yapının çatlamış olan kolon ve kirişleri, duvarları için kapsamlı onarım çalışmaları gerekebilir. Özellikle kapı ve pencereler üzerinde duvarlarda ayrılmalar oluşabilir. Kapı çerçeveleri ve pencereler çarpılır ve yapının zemini oldukça eğimli hale gelebilir. Bina boşaltılmalıdır! Altyapı tesislerinde ciddi hasar oluşabilir.</i>	15-25	0.12-0.18
5	Çok ciddi	<i>Yapının kısmen ya da tamamen yıkılarak yeniden yapılması gerekebilir. Yapıdaki çatlaklar ve kolonlardaki burulmalar, yapının her an yıkılma tehlikesi olduğunu gösterir. Altyapı tesisleri kullanılamaz hale gelebilir.</i>	>25	>0.18

Çizelge 5. 5x5'lik matris yapıdaki RDT.

ŞİDDET	Çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	Çok Hafif
OLASILIK	5	4	3	2	1
Çok Yüksek	Yüksek 25	Yüksek 20	Yüksek 15	Orta 10	Düşük 5
Yüksek	Yüksek 20	Yüksek 16	Orta 12	Orta 8	Düşük 4
Orta	Yüksek 15	Orta 12	Orta 9	Düşük 6	Düşük 3
Küçük	Orta 10	Orta 8	Düşük 6	Düşük 4	Düşük 2
Çok küçük	Düşük 5	Düşük 4	Düşük 3	Düşük 2	Düşük 1



Şekil 1. Yapı uzunluğu, gerilme, uzama, burulma oranı ve çatlak genişliği değerleri ile şiddet sınıf ilişkisi.

Çizelge 6. RDT’de tasman risk değerlendirme kategorileri.

Renk	Risk Değeri	Değerlendirme	Faaliyet
Kırmızı	15, 16, 20, 25	Kabul edilemez risk	Bu riskle ilgili olarak; işveren Belediye ve Bakanlık hemen faaliyete geçmelidir.
Mavi	8, 9, 10, 12	Dikkate değer risk	İşveren, Belediye ve Bakanlık bu riske mümkün olduğu kadar çabuk müdahale etmelidir.
Yeşil	1, 2, 3, 4, 5, 6	Kabul edilebilir risk	İşveren tarafından takip altında tutularak daha uzun vadede müdahale edilebilir.

2.3 Tasman Parametrelerinin Kestirimi

Tasman için geliştirilen teoriler sınıflandırıldığında, tanımlayıcı tasman teorileri ve oluşumun mekanizmasına ilişkin teoriler olarak iki sınıfta ele alındığı görülmektedir. Deneysel ve yarı deneysel yöntemleri içeren tanımlayıcı tasman teorileri, yüzeydeki tasman küvetine ve tasmana etki eden faktörlere ilişkindir. Sayısal yöntemleri içeren tabakaların mekanizmasına ilişkin teoriler ise ele alınan yeryüzü parçasının elastik bir yapı özelliğini yoksa elasto plastik bir davranış özelliğini gösterdiğine yöneliktir. Tanımlayıcı tasman teorilerinde, oluşan tasman küvetinin üretim doğrultusu ve üretim doğrultusuna dik yöndeki profil yapısına ve bu profillerin oluşumuna etki eden faktörlere ilişkin çıkarımlar yapılmaktadır (Akçın 2012).

Yeryüzünde oluşan tasman küvetindeki maksimum tasmanın faktörlere bağlı olarak kestiriminde değişik kabuller yapılabildiği gibi deneysel olarak geliştirilen grafiklerden yararlanarak kestirimi de söz konusu olabilmektedir. Diğer bir yaklaşım ise; ABD’de Peng’in (1992) geliştirdiği ayırık elemanlar yöntemidir. Üretim bölgesi ile yeryüzü arasındaki katmanların jeolojik özelliklerine göre belirlenen kayaların ortalama dayanım değerlerinden elde edilebilen bir katsayı ile en büyük tasman

değeri kestirilebilmektedir. Elde edilen en büyük tasman değeri çevresinde üretim yönünde ve üretim yönüne dik yöndeki tasman profilleri için ise Eşitlik 5’de verilen profil fonksiyonları geliştirilmiştir (Whittaker ve Reddish 1989).

$$\begin{aligned} S_{\text{mak}} &= a m \cos \alpha \\ S(x) &= S_{\text{mak}} f(L, x, c,) \end{aligned} \quad (5)$$

Bu fonksiyonda; S_{mak} , en büyük tasman değeri, (L) tasmanın sıfır ve en büyük olduğu etki alanı mesafesi, (x) tasman değeri hesaplanacak P noktasının en büyük tasman oluşumuna olan mesafesi, (a) tasman faktörü, (m) damar kalınlığı, (α) damar eğim açısı ve (c) ise yöntemlere göre değişen sabit bir değerdir. Bu fonksiyona profil fonksiyonu denir ve çok değişik yaklaşımlarla ele alınmaktadır.

En büyük tasman değerinin kestiriminde; İngiliz kömür havzalarındaki yüzeye yakın sığ madenlerin üretimlerinin gözlemlerine dayalı geliştirilmiş ampirik yaklaşımlar, etki fonksiyonu yöntemi ve elastik teorilere dayalı yöntemlerin kullanılması, derin kömür madenciliği için uygun değildir. Bu yöntemlerden elde edilecek sonuçlar son derece yanıltıcı olabilmektedir. Bunun yerine ayırık elemanlar yöntemi ve sonlu elemanlar yaklaşımı kullanılmalıdır.

Ayrık elemanlar yönteminde Eşitlik 5’de verilen profil fonksiyonu için a tasman faktörü üretim yapılan damar ile yeryüzü arasındaki her bir ayırık katmanın-kayacın litolojik özelliklerinden, tek eksenli basınç deneylerinden elde edilmiş mekanik parametrelerden kayaç dayanım katsayısı ve jeolojik kesit kullanılarak bulunan P katman özellik katsayısının elde edilmesi ile gerçekleşir. Tasman faktörü a için üretim damarı üzerindeki birimlerin litolojik özelliklerine göre nasıl elde edildiği ise Şekil 2’de gösterilmiştir.

$$a = 0.5 (0.9 + P) \quad (6)$$

Bu eşitlikte Peng, tasman faktörünün 0.4 ile 0.95 arasında havza karakteristiğine göre değiştiğini ve P katsayısının tabakaların tek eksenli basınç değerlerine ve tabaka kalınlıklarına bağlı olarak ağırlıklı ortalama ile belirlenebileceğini ifade etmekte, yüzey profili için ise Eşitlik 7’de verilen fonksiyonun kullanılmasını önermektedir.

$$S(x) = S_{\text{mak}} e^{-6.67(x/L)^{1.8}} \quad (7)$$

Diğer bir parametre olan *en büyük tasman hızı*, genellikle ayağın geçişinden sonra oluşur.

$$V_{t \text{ mak}} = (c \cdot m \cdot V_a) / H \quad (8)$$

Şeklinde hesaplanır. Burada “ V_a ” arın ilerleme hızı, “H” üretim derinliği ve “m” damar kalınlığıdır. Eşitlikteki “c” değeri, havzadan havzaya değişkenlik gösterir. Her havza için “c” katsayı değeri yüzey tasman gözlemlerinden yararlanarak belirlenmelidir (Arioğlu 1990).

$$S_{max} = \bar{a} m \cos \alpha$$

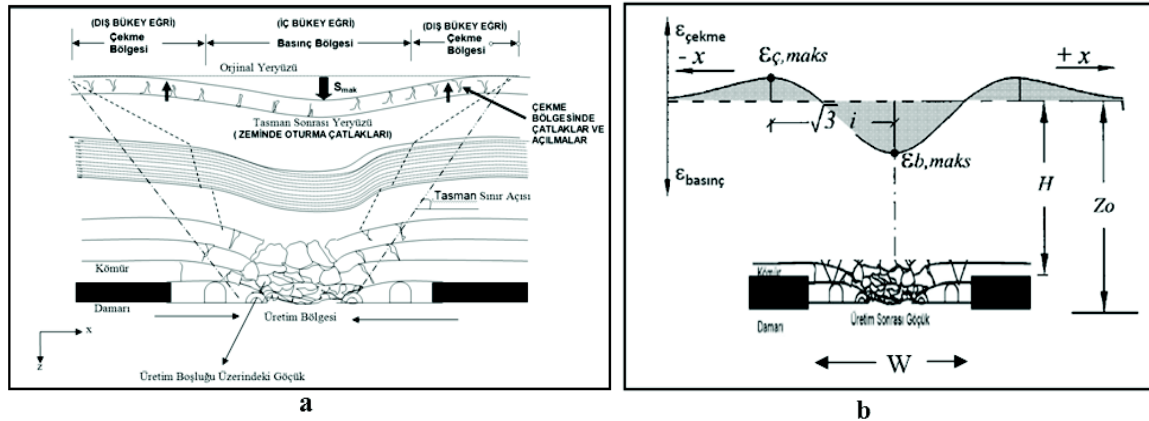
$$\bar{a} = 0.5(0.9 \cdot P)$$

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n H_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n H_i}$$

Kayac Türü	$f = \frac{\sigma_b}{100}$	Litoloji	Çok katlı çalışma şekli		
			Bir dilim çalışma	Q ₁	Q ₂
Sert	8	Sert kireçtaşı	0.0	0.1	0.4
		Sert kumtaşı			
Orta Sert	7~4	Kumtaşı			
		Yumuşak kumtaşı	0.2	0.45	0.7
Yumuşak	3~1	Camurtaşları			
		silttaşları	0.8	0.9	1.0
	<1	Zemin	1.0	1.1	1.1

Şekil 2. Peng (1992)'ye göre litolojik özelliklerden ve jeolojik kesitlerden tasman faktörü ve en büyük tasmanın elde edilmesi (Arioğlu 1990).

Yeryüzünde tasman, etki alanı içinde uzama (çekme), kısalma (basma) bölgeleri şeklinde oluşur (Şekil 3). Gerilme değerinin (birim şekil değiştirmenin) uzama değeri (+), kısalma değeri (-) olarak ifade edilir ve birimi "mm/m" dir (Arioğlu 1990, 1992, 2009). Çizelge 7'de de birim şekil değiştirme değerlerinin pano genişlikleri, derinlik ve tasman değerlerine bağlı olarak hesaplanmasına ilişkin değerler verilmiştir.



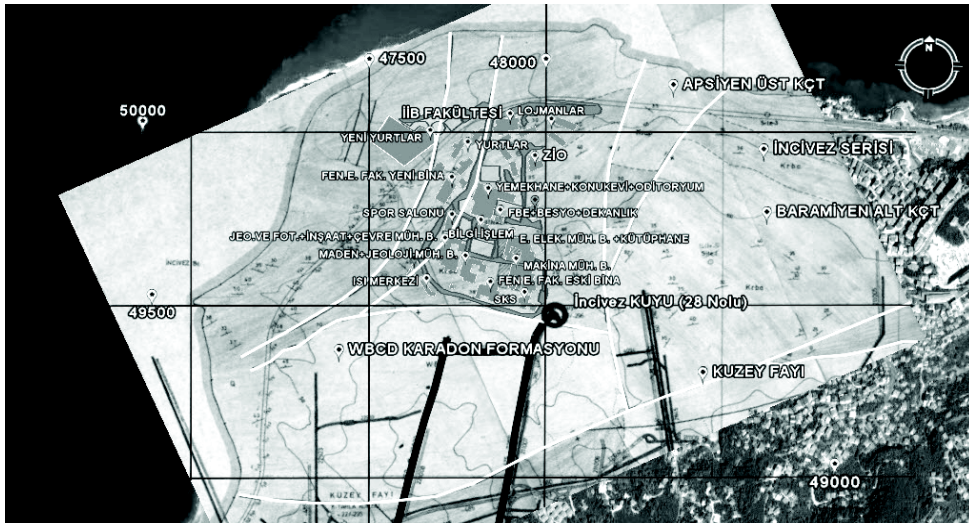
Şekil 3. Maden üretimleri ile yeryüzünde birim şekil değiştirme ilişkisi.

Çizelge 7. Gerilme değerlerine ilişkin katsayılar (Whittaker ve Reddish 1989).

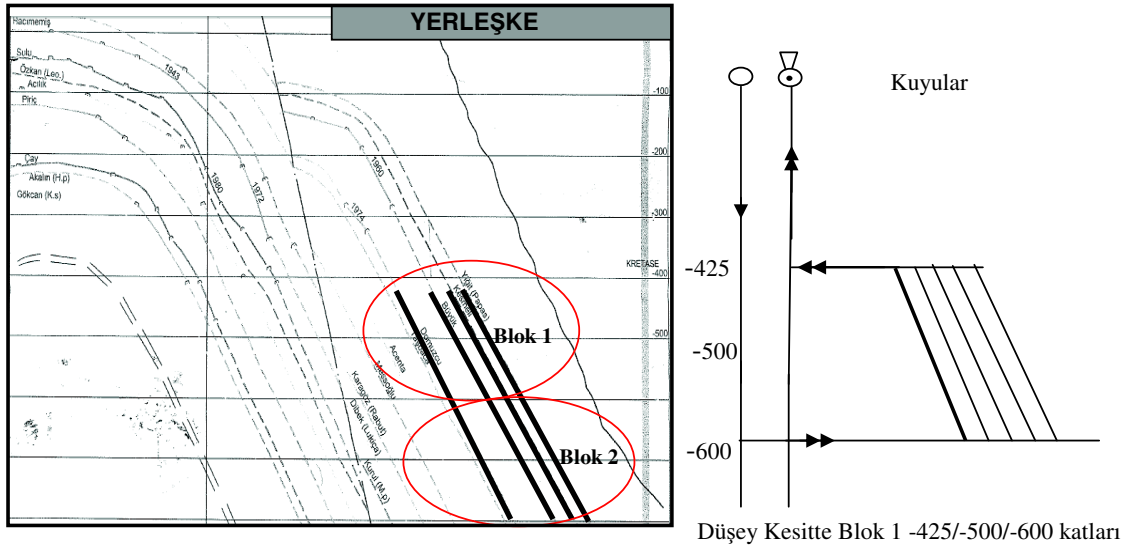
Genişlik /Derinlik (W / H _d)	0.2	0.25	0.33	0.5	0.75	1.0	1.4	1.8
- ε (basınç)	2.2.S/H	2.15.S/H	1.9.S/H	1.35.S/H	0.75.S/H	0.55.S/H	0.5.S/H	0.5.S/H
+ ε (çekme)	0.5.S/H	0.65.S/H	0.75.S/H	0.8.S/H	0.65.S/H	0.65.S/H	0.65.S/H	0.65.S/H

3 PROAKTİF TASMAN RİSK DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

Ele alınan uygulamaya Bülent Ecevit Üniversitesi merkez yerleşkesinin içinde bulunduğu ve faylarla çevrili olan bu yerleşke alanında, Kretase'nin altındaki karbonifer şeridi içerisindeki kömür damarlarının yaratacağı tasman etkisinin proaktif risk değerlendirmesine yönelik gerçekleştirilmiştir. Konu, bölgedeki üretici ihtisas kurumu olan Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun 2014 sonrası beş yıllık bir dönemde bu sahada planladığı -425 kotu altındaki üretimler için Üniversitenin tasman risk değerlendirmesi talebi üzerine ele alınmıştır. Sahanın jeolojik durumu ve hâlihazır bina durumu Şekil 4'de 48000 Kuzey-Güney Kesiti ise Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Yerleşke alanının jeolojik yapısı.



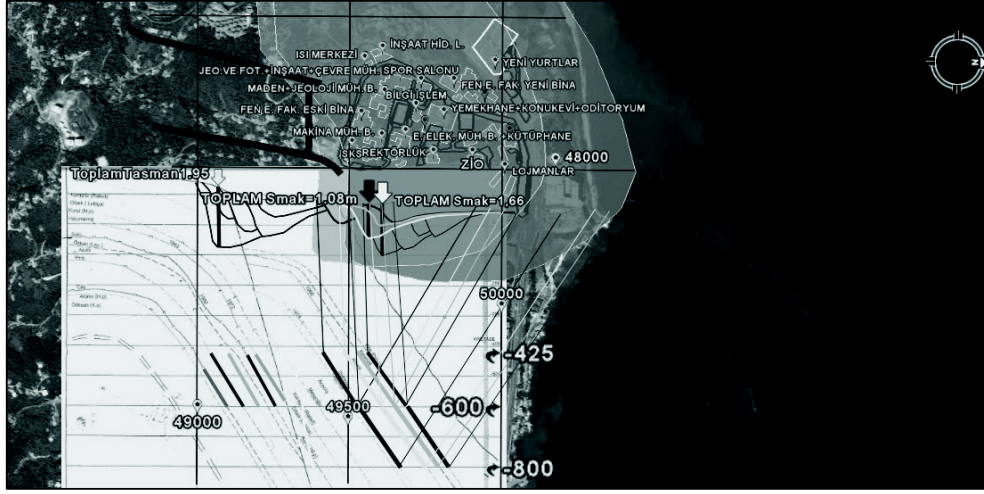
Şekil 5. 48000 Kuzey-Güney jeolojik kesiti ve üretim kat planlaması.

Yerleşke faylarla ayrılmış bir bloğun üzerinde bulunmaktadır. Bu blok yükselen kısımdadır. Yerleşkenin güney kesimindeki Fay ile “Kuzey Fayı” arasında Westfalian BCD serisi ortalama 60° eğimli ve Kuzeye dalımlı Karadon Formasyonu bulunmakta ve kömürlü birimler bu formasyonun içinde kalmaktadır. Üzerinde Yerleşkenin bulunduğu blok, Apsiyen üst kireç taşları ile Baramiyen alt kireç taşları arasındaki İncivez Serisi şeklinde ardalaşmaktadır. Yerleşke altında yaklaşık 19 milyon ton rezerv bulunduğu ve bu rezervin 1990 yılı kurum satış fiyatları ile değerinin 825 milyon \$, dolayısıyla ton başı fiyatının 43\$ olduğu Arat (1991) tarafından belirlenmiş olup günümüzde bu değer kat kat artış göstermiştir. TTK 2012 yılında koklaşabilir taşkömürünün ton başına satışını KARDEMİR’e 165 \$’dan, ERDEMİR’e ise 128.5 \$’dan ve ithalatını da 254\$’dan gerçekleştirmiştir (Taşkömürü Sektör Raporu 2013). Bu rezervin 2014’de küresel piyasa fiyatı 165 \$ öngörüsü ile sadece KARDEMİR’e verilmesi durumunda günümüz değeri 3 Milyar 135 Milyon \$ olacaktır.

Yerleşke, zamanın değerlendirme olanaklarıyla altında kömür olmadığı düşünülen bir alan üzerinde inşa edilmeye başlanmıştır. O tarihlerde Zonguldak için yerleşime ayrılan 516 hektarlık alanın 258,000 m² si bu yerleşke için ayrılmıştır (Arat 1991). Daha sonraları sahada yapılan İncivez ve Site derin sondajlarıyla kalın kalker tabakaları altında ekonomik değeri olan kömür rezervlerinin olduğu belirlenmiştir. Hâlihazırda yerleşke alanında 33 yapı bulunmakta olup, iki ayrı yapı Mühendislik Fakültesi ofis ve derslikleri ile kapalı yüzme havuzu inşa süreci tamamlanmak üzeredir. Tüm yapıların yaklaşık maliyet değeri altyapı tesisleri ile birlikte 35 milyon \$’dır. Buna göre üretimi düşünülen kömürün değeri yeryüzü yapılarına göre 90 kat daha değerlidir. Ancak alttaki rezerv, günümüzde yerleşkedeki beş fakülte, bir yüksekokul ve iki enstitüde yaklaşık yedi bin öğrenci ve personelin öğrenim faaliyeti içerisinde bulunduğu dikkate alındığında ve yerleşkenin şehrin cazibe merkezi konumunda olması nedeniyle önemli bir sorun haline gelmektedir.

Risk değerlendirmesi için tasman kestiriminde ayrık elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Blok 1 ve 2’deki kömür damarlarının üzerindeki ortam, deneysel çalışmalardan orta sert kayaç olarak belirlenmiş ve göçertmeli uzunayak uygulaması için ilk damardaki üretim de $Q_1=0.2$ ve alttaki diğer damarlardaki üretim için $Q_i=0.45$ alınmıştır. Eşitlik 5 ve 6’da belirtilen tabaka özellik katsayısı P ’nin değeri 0.425 ve yerleşke alanını içine alan havzada tasman faktörü a ise 0.6625 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere bağlı olarak 2 ile 2.5 m kalınlıklarındaki 4 damarın, ortalama damar eğimi 60° için üretebileceği birikimli en büyük tasman 1.66 m olarak elde edilmiştir. Şekil 6’da elde edilen tasman profili ve etki alanı gösterilmektedir.

Toplamda oluşması beklenen 1,660 mm’lik tasman kestirim değeri için Çizelge 4’ten basma ve çekme gerilmeleri $-\varepsilon=6$ mm/m ve $\varepsilon=2$ mm/m olarak hesaplanmıştır. Bu gerilme değerleri ile yerleşke içindeki tüm binaların hasar görmesi söz konusudur. Özellikle basınç bölgesindeki açılmaların; 11’i ilk inşaa edilen tekil temelli eğitim blokları olmak üzere 15 binada önemli hasarlar yaratması söz konusudur. Daha önce bu bölge civarındaki aynı derinlikteki 2004-2012 tarihleri arasındaki üretimlerin gözlenen tasman hızlarından c katsayısı 0.7 alınarak 16 m/ay arın ilerleme hızı tahminiyle, Eşitlik 8’den en büyük tasman hızı $V_{t,mak}=67$ mm/ay olarak hesaplanmıştır. Buna göre Çizelge 5’den ve Eşitlik 2’den Afet Risk Endeksi $E_r=4.1$ bulunmuş, değerlendirme sonucu Çizelge 2’den kabul edilemez risk olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6. Kesit üzerinde Blok 1 ve 2'nin birikimli tasman profilleri ve etki alanları.

Çizelge 5. Uygulama sahasındaki indeks sınıf değerleri.

Endeks				Sınıf değeri				
Faktör seviyesi		Gösterge seviyesi		Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
Faktörler	Ağırlık değeri	Göstergeler	Ağırlık değeri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
F_i	W_F	G_i	W_G					
Tehlike	0.45	1660mm	0.55	0-200	200-400	400-600	600-800	>800
		67,2mm/ay	0.15	0-15	15-30	30-40	40-50	>50
		6 mm/m	0.30	0-2	2-4	4-6	6-8	>8
Güvenlik Zafiyeti	0.4	7000/0,258	0.30	0-300	300-600	600-800	800-1000	>1000
		1600TL	0.50	0-400	400-800	800-1200	1200-1600	>1600
		1700(TL)	0.20	0-400	400-800	800-1200	1200-1600	>1600
A.R.Ö.A.K	0.15	6 ay	0.60	>5	4	3	2	1
		%100	0.40	>70	55-70	40-55	25-40	<25

Risk değerlendirme Tablosu yaklaşımında ise; yerleşkedeki 35 binadan 15'i 50 m ile 100 m arasında değişen bina uzunlukları ve 6 mm/m'lik gerilme değeri ile çok ciddi hasar sınıfında oldukları Şekil 1'den tespit edilmiştir. Buna göre $P(H_b) = 0.42$ ile olasılık değeri 3 ve şiddet değeri 5 alınarak Çizelge 5'den $3 \times 5 = 15$ ile kırmızı bölgede ve seviye, diğer yöntemde olduğu gibi kabul edilemez risk olarak belirlenmiştir.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; yeraltı kömür üretimlerinin yaratacağı tasman tehlikesine karşı, Yönetmelikler kapsamında uygulanması gereken proaktif risk değerlendirmelerinin nasıl gerçekleştirileceği ele alınmıştır. Daha sonra konu somut bir uygulama ile şehirtaltı kömür madenciliği için örneklendirilmiştir. Örnek uygulama, altında rezerv olmadığı düşünülen üniversite merkez yerleşkesinin daha sonra bu bölgede derin sondajlarla kalkerli yapı altında tespit edilen yaklaşık 19 milyon ton rezervin önümüzdeki 5 yıl içerisinde üretilmesi durumunda yaratacağı riskin değerlendirmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Uygulamada yerleşke altındaki üretimlerin hem risk

endeksi yöntemine göre hem de risk değerlendirme tablosuna göre seviyesi kabul edilemez risk olarak belirlenmiştir. Bu tür tasman risk değerlendirmelerine yönelik olarak;

- Doğal yaşam alanları için tasman risk değerlendirme uygulamalarının da önemli bir konu olduğu ve buna uygun değerlendirme stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği,
- Uygulamalarda tasman kestirim yöntemlerinin hangisinin nerede ve nasıl uygulanacağına önemli olduğu,
- Reaktif değerlendirmeler için tasman gözlemlerinin ve imalatların haritalanmasının önemli bir rol oynadığı,
- Derin kömür madenciliği için kaya malzemenin tek eksenli basınç değerine bağlı sınıflama değerinin kestirimi ve bu sınıf değerine bağlı tasman kestirim yöntemlerinin kullanılmasının zorunlu olduğu,
- İşveren olarak görülen üreticilerin bu değerlendirmelere uygun olarak önlemler geliştirmesinin (örneğin, üretimin gerçekleşmesi durumunda dolgu üretilmesi gerektiği gibi) yasal bir zorunluluk olduğuna yönelik,

öneriler dikkate alınmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Akçın, H. 2010. Zonguldak Metropolitan Alanında Şehiraltı Madenciliğinin Etkileri İçin Sürdürülebilir Bir Planlama, *Türkiye 17. Kömür Kongresi*, s. 17-35, Zonguldak.
- Akçın, H., Ünlü, T., Yılmaz, Ö. 2012. Kömür Üretim Bölgelerinde Zamansal Tasman Kestirimine İlişkin Yeni Bir Yaklaşım Modeli, *18. Kömür Kongresi*, Zonguldak.
- Akçın, H. 2013. 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun Kapsamında Şehiraltı Madencilik Faaliyetleri ile Riskli Alan ve Riskli Yapı İlişkilerinin İncelenmesi, *14. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Arat, E. 1991. *Zonguldak Taşkömürü Havzasında Yoğun Yerleşim Alanları Altındaki Rezervlerin Üretilirliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara-Zonguldak.
- Arıoğlu, E. 1990. *Tasman Mühendisliği Ders Notları*, İstanbul.
- Arıoğlu, E., Odbay, O. 1992. Sığ ve Orta Derin Yeraltı Mühendislik Yapılarının Açılmasından Kaynaklanan Yüzey Tasmanına Ait Parametrelerin Kestirimi, *4. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Kongresi*, İstanbul.
- Arıoğlu, E. 2009. *Tünel Dersi Notları*, Bölüm 8, İstanbul, pdf.
- Burland, J. B., Broms, J.B., de Mello, V. F. B. 1977. Behaviour of Foundations and Structures, *SOA Report Session 2, Proceedings of 9 International Conference, SMFE*, Tokyo, 2, pp. 495-546.
- Ceylan, H., Başhelvacı, V. S. 2011. Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama, *International Journal of Engineering Research and Development*, 3, 2.
- Hu, B., Zhou, J., Wang, J., Chen, Z., Wang, D., Xu, S. 2009. Risk Assessment of Land Subsidence at Tianjin Coastal Area in China, *Environ Earth Science*, 59, pp. 269-276.
- Peng, S. S. 1992. *Surface Subsidence Engineering*, published by society for mining, metallurgy, and exploration, Inc., Littleton, Colorado, 159 p.
- Taşkömürü Sektör Raporu, 2013. Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü. pdf
- Whittaker, B. N., Reddish, D. J. 1989. *Subsidence Occurrence, Prediction And Control*, Elsevier, Amsterdam-Oxford-Newyork-Tokyo, 528 p.

TÜRKİYE TAŞ KÖMÜRÜ KURUMU'NDA 4857 SAYILI İŞ KANUNUNA BAĞLI OLARAK ÇALIŞAN MÜHENDİSLERİN İSTİHDAM PROBLEMLERİ
EMPLOYMENT PROBLEMS OF ENGINEERS WHO ARE WORKING ACCORDING TO THE 4857 NUMBERED LABOR LAW FOR TURKISH HARD COAL ENTERPRISES

E. Kaymakçı

Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

S. Sarımeşmet

Türkiye Taşkömürü Kurumu, Üzülmüş Müessesesi, Zonguldak

ÖZET: Bu çalışmada, Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nda (TTK) 4857 sayılı iş kanununa bağlı olarak işçi statüsünde çalışan mühendislerin; kurumda birden çok statüde mühendis istihdam edilmesinden kaynaklanan sorunları incelenmiştir. Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda halen 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu ile 399 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameye uygun olarak memur statüsünde ve 4857 sayılı İş Kanunu'na bağlı olarak işçi statüsünde personel istihdam edilmektedir. Aynı işin yapılmasına rağmen çalışanların ücretleri ve özlük haklarında farklılıklar yaratan bu durum, çalışanların motivasyonunu olumsuz olarak etkilemektedir.

ABSTRACT: In this study; the problems of engineers who are working as workers tied to 4857 numbered labor law at the Turkish Hard Coal Enterprises arising from the engineers employed at different status in the organization are examined. Currently, personnel are employed in Turkey Hardcoal Enterprises either as civil servant status in accordance with the Civil Servants Law numbered 657 or as worker status depending on the Labor Law numbered 4857. In addition, in accordance with Legislative Decree No. 399 are employed as. This situation makes difference in wages and personal rights of the employees although the responsibilities of the employees are the same. Hence the motivation of the employees is adversely affected.

1 GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış teknolojinin gereksinimi olan enerjiyi, günümüzde ülkelerin kaderini belirleyen, varlığı, üretimi ve tüketimi en çok tartışılan konu haline getirmiştir.

Dünya enerji kaynakları rezervlerinin hızla tükendiği yeni bin yılda, artan nüfus ve buna bağlı olarak büyüyen enerji gereksinimi, yeni enerji kaynaklarından yararlanmayı gerekli kılarken, kömür kullanımında da artış görülmektedir. Kömür, dünyada yayılmış olarak bulunması ve bilinen rezervlerinin ortalama 240 yıl belirlenen ömre sahip oluşu ve bu sürenin de diğer fosil yakıtlarının ömründen daha uzun oluşu nedeniyle, günümüzde en güvenilir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir (TMMOB 2008).

Sanayinin en temel ihtiyaçlarından olan demir-çeliğin vazgeçilmez gereksinimi olan taşkömürü ülkemizde Zonguldak Havzası'ndan üretilmektedir. Köklü bir madencilik kültürüne sahip olan havza bu niteliğiyle özel bir örnek oluşturmaktadır. Havza; birçok süreksizlik barındıran kırıklı ve dik damar yapısı nedeniyle mekanizasyona imkân vermemekte ve bu nedenle üretim emek-yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Dolayısıyla üretim aşamaları çok ciddi teknik donanım, bilgi ve beceri gerektirmektedir.

Havzada üretilen kömür; bilinen kalite özellikleri nedeniyle ülke sanayinin önemli bir girdisi olmuş, yıllardır demir çelik endüstrisinin vazgeçilmeyen ham maddesi olma özelliğini korumuştur. Uzun yıllar tek başına, başta demir çelik sektörü olmak üzere ülkemiz sanayisinin koklaşabilir kömür ihtiyacını karşılayan havzada yapılan taşkömürü madenciliği, ülke çıkarı açısından bakıldığında yürütülmesi gereken bir faaliyettir. Bugün ağırlıklı olarak rödovans yöntemi ile kömür işletmeciliği yapan özel sektör işletmeleri bulunsa da, havza kömürlerinin büyük bir bölümü, kamu eliyle, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından işletilmektedir. TTK'nın bilinen rezervi bilim ve tekniğe uygun olarak işletmecilik yapıldığında, uzun yıllar ülkemiz sanayi ve enerji sektörüne katkı sağlanacağı bir gerçektir. TTK, yetişen nitelikli personelin bilgi ve deneyimleri ile madencilik sektörüne olan katkıları nedeniyle de önemi yadsınamayacak bir kurumdur (TMMOB 2008).

1980'li yılların başından itibaren esmeye başlayan küreselleşme rüzgârları ve onun bir aracı olan özelleştirme uygulamaları ülkemizde de etkisini göstermiş ve madencilik dâhil tüm sektörlerdeki faaliyetler yeniden düzenlenmiş ve değişim, planlı ve sistemli olarak dayatılan politikalarla gerçekleştirilmiştir.

Yaşanan bu süreçten TTK'da payını almış, Kurumun kuruluş amacı ve işlevi göz ardı edilerek, kapatılma, taşeronlaştırma ve özelleştirme gibi uygulamalar gündeme getirilmiştir. Bir taraftan, personel azaltmaları yaşanırken, diğer taraftan da taşeronlaştırma ortamı yaratılmış, bu politikalar bağlamında resen emeklilik ve yatırım yetersizliği sonucu kurum üretim yapamaz duruma düşürülmüştür. Bu süreçte ülkede gereksinim artarken, kömür üretimi azalarak ithalat artmış, demir-çelik sanayisi hammadde olarak dışa bağımlı hale getirilmiştir (TMMOB 2008).

Yukarıda dile getirilen sorunlara ek olarak TTK personelinin çalışma statülerindeki farklılıklardan kaynaklanan sorunları da bulunmaktadır. Kurumda halen, 657 sayılı

Devlet Memurları Kanunu ile 399 sayılı KHK'lere uygun olarak memur statüsünde ve 4857 sayılı İş Kanunu'na bağlı olarak işçi statüsünde personel istihdam edilmektedir. Aynı işin yapılmasına rağmen çalışanların ücretleri ve özlük haklarında farklılıklar yaratan bu durum, çalışanların motivasyonunu olumsuz olarak etkilemektedir.

2 TTK'DA MEVCUT İSTİHDAM ŞEKİLLERİ

Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın jeolojik yapısı nedeniyle üretimde ileri teknoloji uygulanamamakta, üretim emek-yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Yeraltı yapısının imkân verdiği sürece yeni üretim yöntemi uygulamaları da bulunmakta ancak bunlar azınlıkta kalmaktadır. Yenilikler daha çok iyileştirmelerle mevcut üretim yönteminin daha verimli çalıştırılması şeklinde olmakta yer yer de bazı teknolojik yenilikler sisteme entegre edilmektedir. Üretim hiyerarşisinde yapılması tasarlanan değişiklik/iyileştirme buna örnek olarak verilebilir. Söz konusu değişim kurumda gelenekselleşen nezaretçi sistemini kaldırıp yerine teknik elemanlardan oluşan yeni bir birim yaratma çabası olarak ortaya çıkmıştır.

Ayrıca Kurumun varlığını sürdürebilmesi için eğitilmiş işgücü gereksinimi had safhaya ulaşmıştır. Ancak yeni kadroların tahsis edilememesi vb. nedenlerle işçi kadrolarına mühendislik ve teknikerlik eğitimi almış kişilerin yerleştirilebilmesi için 3 Mart 2006 tarihinde Genel Maden İşçileri Sendikası ile TTK Kamu İşverenleri Sendikası arasında bir protokol imzalanmış ve 4857 sayılı İş Kanunu'na bağlı mühendisler istihdam edilmeye başlanmıştır. Böylece; sürdürülen bu istihdam politikası nedeniyle; görevleri, araştırma, tasarım, planlama, projelendirme ve uygulama sorumluluğu olan mühendislerin salt uygulamada denetleyici olarak bir protokol çerçevesinde işçi statüsünde çalıştırılmaları ve bu işi sürekli yapmaya zorlanmaları ortamı yaratılmıştır. Ancak aynı işi yapan, statüleri gereği sorumlulukları ve ücretlendirilmeleri farklı olan bir çalışan grubunun yaratılması kuruma bir fayda sağlamamıştır.

2.1 657 Sayılı Devlet Memurları Kanunu Hükümlerine Tabi Olarak Çalışanlar

399 sayılı KHK ile belirlenen 1 sayılı cetvelde kadro unvanları tanımlanan ve kurumda Genel Müdür, Genel Müdür Yardımcısı, Teftiş Kurulu Başkanı, Daire Başkanı, Fabrika İşletme ve Şube Müdürleri, Müfettiş, Baş Uzman kadrolarında çalışanlardır (TMMOB 2007). Kurumda toplam sayıları 103 kişidir (TTK 2013).

2.2 Sözleşmeli Statüde Çalışanlar

399 Sayılı KHK ile belirlenen 2 sayılı cetvelde kadro unvanları tanımlanan ve Kurumda Baş Mühendis, Mühendis, Şef, Memur, Uzman, Teknik Uzman olarak çalışanlardır (TMMOB 2007). Kurumda toplam sayıları 326 kişidir (TTK 2013).

2.3 4857 Sayılı İş Kanununa Tabi Çalışanlar

Kurumda 13.05.2004 tarih ve 604 sayılı genelgeye göre 20. dönem toplu sözleşmenin ve devam eden sözleşmelerin ekinde yer alan sanat unvanlarının yeniden düzenlenmesi çerçevesinde istihdam edilmişlerdir (TMMOB 2007). Maden İşçileri Sendikası ve TTK Kamu İşverenleri Sendikası arasında imzalanan 3 Mart 2006 tarihli protokole istinaden değişik zamanlarda KPSS sonuçları temel alınarak vardiya mühendisi unvanıyla işçi statüsünde istihdam edilmişlerdir. Kurumda bu şekilde çalışan mühendislerin sayısı 66'dır (TTK 2013).

3 4587 SAYILI İŞ KANUNUNA TABİ OLARAK İŞÇİ STATÜSÜNDEKİ MÜHENDİSLERİN SORUNLARI

Kurumda mesai saatleri 657 ve 399'a tabi mühendisler göre düzenlendiğinden aynı işi yapmalarına rağmen işçi statüsündeki mühendisler, işin gereği olarak daha fazla mesai harcamaktadırlar (günde ortalama 9 saat, hafta da 6 gün). Bu sorun kimi müesseselerde kısmen (Cumartesi günü hafta tatiline eklenerek) fakat ücret kesintisiyle (yaklaşık 120 TL) çözülmeye çalışılmaktadır. Fakat kurum genelinde tekdüze bir uygulama yoktur.

İşyerlerinde özlük haklarıyla ilgili olarak yapılan tüm idari işlemlerde (ücretli ve ücretsiz izin işlemleri, maaş bordrolarının işçi bordrolarıyla karışık olarak verilmesi, vizite kâğıdı düzenlenmesi, servis listelerinde nezaretçi isimlerinin hiyerarşiye göre olmasına rağmen işçi statüsündeki mühendislerin sicile göre listenin sonlarında yer alması gibi) mühendis işçi ayrımı yapılmaksızın aynı izlek uygulanmaktadır. Bu durum ilk bakışta olumsuz görünmemesine rağmen yıllarca alışlagelen amir–memur ilişkisine ters düştüğünden mühendisin birimini sevk ve idare etmesinde trajikomik durumlar oluşturmaktadır.

Kurum içi eğitimlere katılan mühendislerden işçi statüsündekiler yeraltı yevmiyesi alamayıp harici yevmiye almaktadır. Ancak aynı kanuna tabi topograf, nezaretçi vs. kadrolarda çalışan işçiler eğitimleri boyunca yeraltı yevmiyesi alabilmektedir. Diğer statüdeki mühendislerde böyle bir sorun söz konusu değildir.

Kurum içinde eğitim veren mühendisler ders ücreti almaktadırlar. Bu eğitimi işçi statüsündeki mühendisler de vermesine rağmen ders ücreti alamamaktadırlar.

İşçi statüsünde çalışan 2006 ve 2007 girişli mühendisler TTK'da şu an kartiye ve servis mühendislikleri yaparak Kurumun sahadaki ağır yükünü çekmektedirler. Bu görevler ağır sorumluluklar içermektedir. Buna karşın işçi statüsündeki mühendisler memur statüsündeki ve daha önce kurum içerisinden teknik elemanlığa geçen işçi statüsündeki mühendislerden daha düşük ücret almaktadırlar (Çizelge 1).

Çizelge 1. Mühendis ücretleri.

Memur Müh.	3,700 TL/ay
Eski İşçi Müh.	4,000 TL/ay
Yeni İşçi Müh.	2,900 TL/ay

Bu ücrete yeraltı ek ödemesi de dâhildir. İşçi statüsündeki mühendislerin ücretleri senelik izin, günlük izin, hastane izinlerinde düşerken memur statüsündeki mühendislerde ise böyle bir durum söz konusu değildir.

Memur, sözleşmeli personel uygulamaları, teknik ve idari personel arasındaki ücretlerde dengesizlik çalışanları sadece huzursuz etmekle kalmamakta aynı zamanda yaşamlarını da etkilemektedir. Son zamanlarda uygulamaya konulan mühendislerin işçi statüsünde istihdamı politikası işin özelliği gereği olması istenen hiyerarşik yapının da kurulmasında sorun oluşturmaktadır. Bu durumun somut göstergeleri; nitelikli, hatta yüksek nitelikli işgücü olarak insan yaşamının her aşamasından sorumlu olan mühendislik, mimarlık ve şehir plancılığının hızla işlevsizleştirilmesi, bilim, akıl ve mesleki birikimin dışlanması ve bu yaklaşımın istihdam politikası

haline getirilmesi çevrenin ve doğal kaynaklarımızın tahribine neden olmaktadır (TMMOB 2008).

Bir yandan mühendislik eğitimi almış kişiler üretim sırasında fiili denetimde işçi statüsünde istihdam edilirken diğer yandan da niteliksiz işçilerin deneyim, hizmet içi eğitimle görevde yükselme olanağı ortadan kaldırılmakta gerek mühendislerin gerekse işçilerin gelişimi sınırlandırılmaktadır. İstihdamı giderek niteliksizleştiren bu akıldışı durumun; kamu-toplum yararı ve geleceği açısından derhal durdurulması, mühendis, mimar ve şehir plancılarının kamu ve özel sektörde fikri haklarının yok sayılmaması ve güvenceye alınması gerekmektedir (TMMOB 2008).

Yıllardır yukarıda dile getirilen sorunlara bir çözüm üretilmemiştir. Görevde yükselme olanağı ortadan kaldırılan mühendisler mevzuata uygun olmamasına rağmen sadece vekâleten başmühendislik görevini personel açığı nedeniyle zorunlu olarak yürütmeye başlamışlardır. Sorumlulukları bir kat daha artan bu kişilerin ücretlerinde ise bir değişiklik yapılmamaktadır.

4 SONUÇ

TTK'nın ciddi bir işçi ve teknik personel açığı bulunduğu, kurum için hayati önem taşıyan istihdam açığının kısa sürede giderilmesi durumunda verimlilik ve toplumsal yarar sağlanacağı ortadadır. Konunun tarafları ve kurumda çalışanların ortaklaştıkları nokta; Kurumun varlığını sürdürmesi, gerekli yatırımların yapılması ve uygun personelin istihdamının sağlanması ile olanaklıdır. Çünkü Zonguldak, TTK ile var olan ve varlığı buna bağlı olan bir şehirdir ve bu nedenle Kuruma sahip çıkılması gerekmektedir (TMMOB 2008).

Bu nedenle; öncelikle TTK'nın geleceği için gereksinim duyulan personel istihdamını sağlayacağı kadrolar tahsis edilmelidir. Mühendislik mesleği açısından yapılacak kadro tahsisinde, son dönemde farklı statülerde işe başlamış olan mühendis ve mimarların yasalarda belirtilen hakları verilerek, en kısa sürede statü farklılıkları giderilerek ücret adaletsizliği ve dengesizliğine son verilmelidir. Bu kapsamda; işe başlama ve ücret dereceleri, işçinin öğrenim durumuna ve fiili iş hayatına göre belirlenmelidir. İleri düzeyde teorik ve uygulamalı teknik bilgi ve ihtisası gerektiren işlerde ve bilfiil kendi ihtisas dalında çalışan işçilerin; yani en az 4 yıl eğitim süreli ve devam mecburiyeti olan fakülte mezunu mühendis ve mimarların ücretleri ayrıca belirlenmelidir. İşyerinde çalışırken bu diplomayı alan ve kendi ihtisas dalında çalışan işçiler de bu maddeye intibak ettirilmelidir. İşçi mühendis ve mimarların idari görevlere gelebilmesi sağlanmalıdır. Bu kapsamda; işyerinde bilfiil çalışmakla beraber, gereğinde ve işyerinin özelliğine göre, işlerin teknik ve idari yönden yürütülmesi ve işçi gruplarının idaresi amacı ile işçiler arasında eğitim, liyakat, idarecilik niteliği ve kıdemi dikkate alınarak işçi mühendisler, Teknik Şeflik ve Baş Mühendislik vb. idari görevleri yapılabilmelidir.

TTK bünyesinde çalışan mühendis ve mimarlara farklı uygulamalar yapılmamalıdır. İşçi mühendis ve mimarların "kimlik" sorunu giderilmeli ve işçi mühendislerin durumlarına hukuki çerçevede açıklık kazandırılmalıdır. Hukuk çerçevesinde işçi mühendis ve mimarların yasal hakları kesin ve net bir şekilde belirlenmeli, özlük hakları ve yetkileri tanımlanmalıdır. İlgili Kanunlarda ve Görevde Yükselme ve Atama Yönetmeliği'nde değişiklik yapılarak tanımlanmış görevlere gelişin ortamı

yaratılmalıdır. İş Kanunu kapsamında görev yapan mühendis ve mimarların üstlendikleri ve ifa ettikleri görev karşısında hak ve yetkilerinin açık şekilde düzenlenmesi ve tüm haklarının yasal güvenceye kavuşturulması "sosyal devlet" ve "hukuk devleti"nin bir gereğidir. Alt yapısı hazırlanmadan kuruma alınan işçi statüsünde mühendisler sisteme istenilen ve olması gereken biçimde dâhil olamamaktadır. Ayrıca, havzadaki mevcut üretim kültürü bu şekilde farklı statülerde mühendis çalıştırılmasına da uygun değildir. Yukarıda dile getirilen seçenekler dışındaki çözüm arayışları sorunu daha da körükleyerek içinden çıkılmaz bir hale sokacaktır.

5 KAYNAKLAR

- TMMOB, 2007. *Mühendislik İstihdam ve Ücretlendirme Sempozyumu Bölge Toplantısı Tutanakları*, Makine Mühendisleri Odası, Zonguldak.
- TMMOB, 2008. *Türkiye Taşkömürü Kurumuna Sahip Çıkılmalı, TTK'da Çalışan Mühendislerin Çalışma Koşulları İyileştirilmelidir*,
http://www.tmmob.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=1155&tipi=3
- Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2013. *Personel Daire Başkanlığı*, Zonguldak.

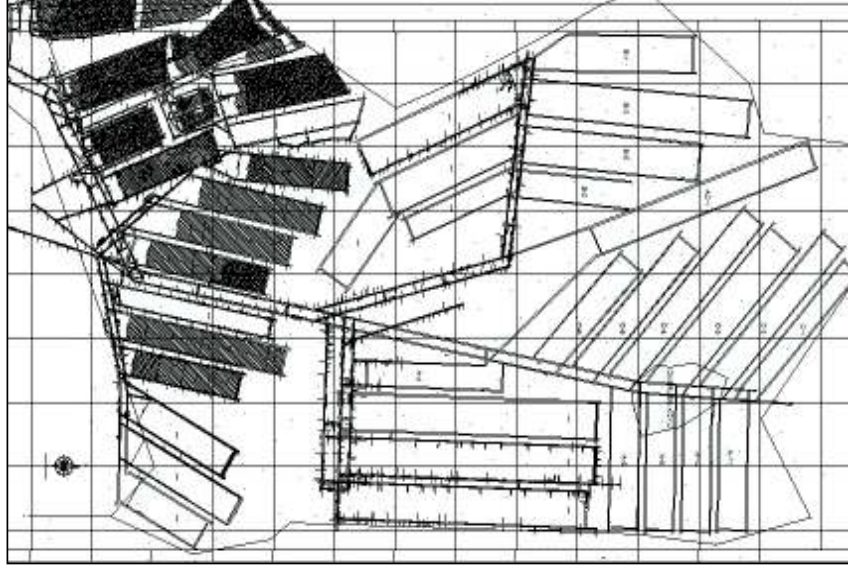
**GLİ YERALTI OCAKLARINDA
MEKANİZASYONUN GELİŞİMİ (II)**
*THE DEVELOPMENT OF MECHANIZED SYSTEMS
IN GLI UNDERGROUND COAL MINES (II)*

R. Çelik

Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi (GLİ), Tavşanlı, Kütahya

ÖZET: Bu bildiriye, GLİ Müessesesi yeraltı ocakları hakkında genel bilgi verilmiş, geçmişten günümüze yapılan mekanizasyon uygulamaları özetlenmiştir. “GLİ Ömerler Yeraltı Modernizasyon ve Mekanizasyon Projesi” kapsamında temin edilerek 1997 – 2013 yılları arasında kullanılan ve yedi panoda üretim yapılan tam mekanize ayak uygulaması anlatılmış, tahkimatların tasarımı ve çalışma sistemine bağlı olarak sistemin dezavantajları açıklanmıştır. Ayrıca, edinilen tecrübeler ışığında “GLİ Ömerler Yeraltı Mekanize Tevsii Projesi” çerçevesinde temin edilen iki ünite mekanize teçhizatın teknik özelliklerinin belirlenmesinde yapılan seçimler ve çalışmaya başlayan birinci ünite teçhizatla ulaşılan sonuçlar ve hedefler açıklanmıştır.

ABSTRACT: In this paper, given general information about GLI underground mines, mechanization applications made from the past to the present are summarized. Fully mechanized longwall application which has been used in 1997 -2013 year by being provided Within "GLI Ömerler Modernization and Mechanization Project" and had seven panels production is described, disadvantages of the system are explained depending on support design and method of the operation. In addition, in the light of the experience gained, the elections made in determining the specifications of two units of mechanized equipment provided within "GLI Ömerler underground mechanized Expansion Project", the results achieved by the first unit equipment which has already began to work and targets are explained.



Şekil 2. Ömerler A sahasında teşkil edilen panolar.

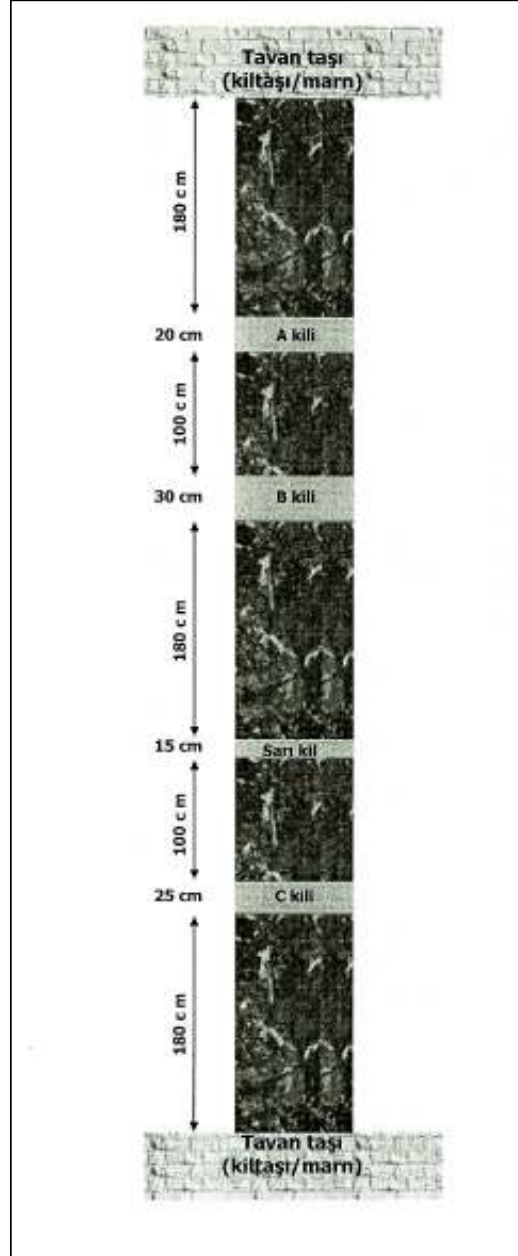
Kömür havzasında, alt seri (miosen) içinde iki seviyede linyit damarı teşekkül etmiştir. Bunlardan alttaki damar şistli kil horizonu içinde olup, adese şeklindedir. Her yerde görülmemekte ve yanlara doğru süratle fakirleşmektedir. Kalınlığı az olan bu “alt linyit damarı”nın ekonomik değeri yoktur, bu nedenle işletilememektedir.

Havzada halen işletilmekte olan kömür damarı alt seviyede ve alt marn horizonunun üst seviyelerinde veya alt marn horizonu ile üst marn horizonu geçişinde teşekkül eden “ana linyit damarı”dır (Ayaydın 1987).

Ana linyit damarının genel olarak yatımı 10° civarında ve kalınlığı 4 – 12 metre arasında olup, damar içinde muhtelif kalınlıkta tabaka ve adese şeklinde ara kesmeler mevcuttur. Bunların en önemlileri, yukarıdan aşağı olmak üzere A, B ve C killeri olarak adlandırılmakta olan ara kesmelerdir. Bu ara kesmelerden başka C kilinin 1 metre kadar üzerinde “sarı kil” diye adlandırılan bir ara kesme daha bulunmaktadır (Şekil 3). A kili tavan taşından itibaren 130 – 180 cm mesafede ve 15 – 20 cm kalınlıktadır.

B kili 25 – 30 cm kalınlıkta ve taban taşından yaklaşık 5 metre yukarıda damarın ortasında yer almaktadır. C kili, 20 – 25 cm kalınlıkta ve taban taşından 180 – 200 cm yukarıdadır. Sarı kil ise C kilinin 1 metre üzerinde ve 10 – 15 cm kalınlığındadır. Bu ara kesmelerden başka taban taşından 15 – 20 cm mesafede “taban kili” olarak tarif edilen, 10 cm kalınlığında, zaman zaman görülen bir ara kesme daha mevcuttur. Damarın tavanından tabanına doğru kömür kalitesi homojen değildir. Tavan taşı ile A kili arasındaki kısım “tavan kömürü” olarak adlandırılmakta olup, bu kısımdaki kömür damarın diğer kısımlarına nazaran daha temiz ve kalitelidir. C kilinin altında yer alan kısma “taban kömürü” denilmektedir. Taban kömürü tavan kömüründen sonra damarın en kaliteli kömürüdür. A kili ile C kili arasındaki kömüre “orta kömür” denilmektedir. Orta kömür özellikle B kili civarında bantlı ve karışık olup bu kısmın kömürü damarın en düşük kaliteli kömürüdür. Tavan ve taban kömürlerinin basınç dayanımı ortalama 120 kg/cm^2 olup, 250 kg/cm^2 'ye kadar yükselmektedir. Orta kömürün basınç dayanımı ise 350 kg/cm^2 'ye kadar ulaşabilmektedir. Tavan kömürü

içinde çeşitli büyüklüklerde ve yer yer kendini gösteren ve “kaynak taşı” olarak tabir edilen silisli yumruların basınç dayanımı ise $1,300 \text{ kg/cm}^2$ ’ye kadar çıkabilmektedir. Damarın tavan ve taban formasyonu marn olup, içindeki kil / kalker oranına göre genel anlamda basınç dayanımı $500 - 600 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir (Eskikaya 1975).



Şekil 3. Kömür damarı stampı (Çelik 2005).

3 MEKANİZASYON UYGULAMALARI

3.1 Geçmişte Yapılan Uygulamalar

Yeraltı ocaklarında ilk mekanizasyon denemeleri 1956 yılında kömür sabanı uygulaması ile başlamış, bunu 1983 yılında “Pilot Mekanize Ayak Kazı, Tahkimat ve Nakliye” uygulaması ve 1997 yılında “Tam Mekanize Kazı ve Tahkimat” uygulaması izlemiştir.

3.1.1 Kömür sabanı denemesi

1956 yılında Alman Josef Brand Firması tarafından Tunçbilek Yeraltı Ocağı 2. Zon 37 nolu panoda tavan ayağa kurularak uygulamaya konulmuştur. Tek yönde kazı yapabilen kömür sabanında (Brand Hobel) aynada kazı mekanizasyonu hedef alınmıştır.

1961 yılına kadar devam eden uygulamada çeşitli problemlerle karşılaşmış, bu nedenle çalışmalar duraklamalara uğramıştır. Beş yıl süren denemelerden olumlu sonuç alınamayınca uygulamaya son verilmiştir (Kundur 1984).

Bu ilk mekanizasyon denemesinde, jeolojik şartlar ve ocak şartlarının güçlüğü, kullanılan sabanın gelişmiş sabanlara göre tasarım eksikliği ve tavan kömürü içinde bulunan kaynak taşları nedeniyle başarılı olunamamıştır.

3.1.2 Pilot mekanize ayak

Yeraltı üretiminin mekanize hale getirilerek üretimin artırılması fikri II. Beş yıllık plan döneminin (1968–1972) başlarında oluşmuştur. Mekanizasyon uygulamalarını yerinde görmek ve yakından takip etmek amacıyla kalın kömür damarı madenciliğinin yapıldığı ülkelere heyetler gönderilmiş, bu konuda uzman yabancı elemanların da Müessesemiz yeraltı ocaklarını ziyaretleri ve incelemeler yapmaları sağlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda “Pilot Mekanize Ayak Kazı, Tahkimat ve Nakliye Projesi” hazırlanarak ihaleye çıkmıştır. İhale sonucunda; Fransız Stephanoise (SDS) firmasının önermiş olduğu teçhizatlar temin edilerek 1983 yılında Tunçbilek Yeraltı Ocağı’nda çalışılmaya başlanmıştır. Sistemin çalışması; ortalama 7 metre kalınlığındaki kömür damarının tabandan itibaren 2.5 metrelik bölümünün kesici-yükleyici makine ile kazılarak üretilmesi, tavan taşı ile kesilerek üretilen bölüm arasındaki kömürün ise ayak arkasından geçertilerek kazanılması şeklindedir. Bu sistemde temin edilen teçhizatlar;

- 20 adet yürüyen tahkimat ünitesi,
- 1 adet kesici-yükleyici makine,
- 35 metre uzunluğunda 1 ünite çift zincirli ayna konveyörü,
- 35 metre uzunluğunda 1 ünite çift zincirli arka konveyörü,
- 21 metre uzunluğunda 1 ünite çift zincirli toplayıcı konveyör,
- 1 adet kırıcı,
- 2 adet hidrolik pompa,
- Elektrik teçhizatları’dır.

Pilot mekanize ayak uygulamasında; tavanda bulunan kömür bloğunun kırılma hattının genellikle aynaya doğru taşınmasından dolayı tahkimatların önünden boşalmalar meydana gelmiş, tahkimatların stabilitesi olumsuz etkilenerek dengeleri bozulmuş, tahkimatların düzeltilmesi, ayna kazısı yapamama ve arka kömürünü alamama gibi durumlarla karşılaşmıştır.

3.1.3 Tam mekanize kazı ve tahkimat

Yeraltı ocaklarında mekanizasyon uygulanabilirliğinin daha detaylı araştırılması için, 1988 yılında Orta Anadolu Linyitleri İşletmesi Müessesesi mekanizasyon projesini hazırlayan ve yürüten Alman Montan Consulting GmbH firması ile anlaşmaya varılmıştır. Anlaşma çerçevesinde;

- Mevcut yeraltı ocaklarının incelenmesi ve koşullarının iyileştirilmesi,
- Yeraltı sahalarında mekanizasyona uygun panoların tespiti ve planlanması,
- Mekanizasyonda kullanılacak makine ve teçhizatın teknik karakteristiklerinin belirlenmesi,

konularında çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda “Ömerler Yeraltı İşletmesi Modernizasyon ve Mekanizasyon Projesi” hazırlanmıştır. Şartnameler hazırlanarak 1992 yılında ihaleye çıkmıştır. 05.10.1994 tarihinde sözleşme imzalanmış, 09.01.1996 tarihinde kredi anlaşması onaylanarak sözleşme yürürlüğe girmiştir. İhale kapsamında aşağıdaki teçhizatlar temin edilmiştir.

- 66 adet tahkimat ünitesi,
- 1 adet çift tamburlu kesici-yükleyici makine,
- 1 ünite ayak konveyörü (90 metre),
- 1 ünite toplayıcı konveyör (40 metre),
- 1 ünite bantlı konveyör,
- 1 ünite shunting trolley
- 1 ünite tabana monteli taşıma sistemi (kulikar),
- 1 ünite tavana monteli taşıma sistemi (monoray),
- 4 adet elektrikli manevra vinci,
- 2 adet delik delme makinesi,
- 4 adet elektrikli tali vantilatör,
- 3 adet dalgıç tipi pis su pompası,
- Merkezi izleme, kontrol, haberleşme ve sinyalizasyon sistemi,
- Elektrik teçhizatları.

1997 yılında montajı tamamlanarak üretime başlanan sistemin kesin kabulü 08.01.1999 tarihinde yapılmıştır.

3.1.3.1 Üretim periyodu

Üretim periyodu; taban temizliği yapılarak konveyörün ötelenmesi ve ayna kazısının yapılması, tahkimatların ayna kazısı yapılan bölüme ötelenmesi ve tavan kömürünün göçertilerek kazanılması aşamalarından oluşmaktadır. Proje aşamasında 3 have kazı (0.6 metre x 3 have = 1.8 metre) yapılarak tavan kömürünün kazanılması planlanmış, ilk çalışılan panoda bu sistem uygulanmıştır. Ancak göçertme esnasında, özellikle ayak ilerleme yönünde panonun eğiminin arttığı bölümlerde tavan taşının kırılarak

kömürün önünü kapattığı, bu nedenle kömürün ayak gerisinde kalarak kazanılmasının imkânsız hale geldiği gözlemlenmiştir. Kömür kaybının önüne geçmek için diğer üretim panolarında 2 have kazı (0.6 metre x 2 have=1.2 metre) ve tavan kömürü göçertilmesi uygulaması yapılmıştır.

3.1.3.2 Sistemin klasik sisteme göre avantajları

Mekanize sistemin klasik sisteme göre avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Ayak ilerleme hızları yüksektir.
- Randımanlar yüksektir.
- Kömür kazanma oranları yüksektir.
- Emniyetli çalışma ortamı vardır.
- İş kazası oranları düşüktür.
- Rahat bir çalışma ortamı sağlar.
- Kontrollü bir kömür akışı sağlar.

3.1.3.3 Sistemde karşılaşılan sorunlar

Mekanize sistemde karşılaşılan sorunlar ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Sistem, ayna kazısı yaparken tavan kömürü alma işlemine uygun değildir. Bu nedenle ayna kazısı ve tavan kömürü göçertme işlemi ayrı vardiyalarda yapılmaktadır.
- Tavan kömürü göçertme işlemi; proje aşamasında 3 have kazı (0.6 metre x 3 have =1.8 metre) yapıldıktan sonra öngörülmüş ancak, tavan kömürünün tam alınamaması, ayak gerisine kaçması nedeniyle ikinci panodan itibaren 2 have kazı (0.6 metre x 2 have =1.2 metre) yapıldıktan sonra yapılmaya başlanmıştır. Bu durumda da kömüre daha fazla tavan taşının karıştığı belirlenmiştir.
- Meyil yukarı çalışılan panolarda kesici makine ayna kazısını yaparken konveyörün tabandan yükselmesi nedeniyle kesici makine aynayı tam kesememektedir.
- Tahkimatların kayan sarmaları 60 cm ilerletilmekte ve ayna tutucu plakalar 110° açılabilir. Faylı zonlarda kesim yapılırken 60 cm'den daha fazla derinlik oluşması durumunda ancak kazı derinliği kadar mesafe kayan sarmalarla tutulabildiği için tavandan boşalmalar olmaktadır. Tavandan kontrolsüz olarak gelen malzeme nakliyatta tıkanmalara ve tahkimat önlerinin dolarak tahkimatların ilerletilme işleminin gecikmesine neden olmaktadır.
- Kazı vardiyalarında, tavan kömürü göçertilirken tahkimatlar ile konveyör arasına dolan malzemenin temizliği tahkimatların ilerletilmesi işlemini geciktirmektedir.
- Ayak baş ve sonunda kesici makine tabanı tam kazamadığı için, kazma-kürek ile kazı ve temizlik yapılması gerekmektedir.

- Ayak içi meyilinin fazlaştığı (ayak başı ile sonu arasında kot farkı olduğu) panolarda, tahkimatların bozulan dengelerini düzeltmek için denge pistonları olmadığından düzeltme işlemi hidrolik direklerle yapılmakta, bu esnada konveyör çalıştırılmamaktadır.
- Meyil yukarı çalışılan panolarda, tahkimatların meyili kolaylıkla tırmanması için taban şaselerinin kaldırılarak sürtünmenin azaltılması gerekmektedir. Tahkimatların taban şaselerini kaldıracak sistem olmadığı için bu işlem hidrolik direk ya da ağaç domuzdamı malzemesi ile yapılmaktadır. Bu da her bir tahkimatın ilerletilme süresini kat kat artırmaktadır.
- Meyil yükselme yönündeki panolarda kömür akışı esnasında pencere kenarlarından taşan tavan kömürü tahkimatlar ile konveyör arasına ve tahkimat içlerine dolmakta, tahkimat pencereleri açılıp kapatılırken hidrolik hortumların sıkışarak arızalanmalarına sebep olmaktadır.
- Tahkimat içlerindeki hortumlarda meydana gelen arızaların tamirinde, tahkimat içlerine dolan pasanın temizliği zaman kaybına neden olmaktadır.
- Elektrik, ana hidrolik sistem, nakliyat ve kesici makine arızalarında üretim genellikle tamamen durmaktadır.
- Tavan kömürünün kendiliğinden göçmemesi halinde pencerelerin içlerinden delik delme ve patlayıcı doldurma işlemi yapılırken konveyör durdurulmakta, bu sırada üretim yapılamamaktadır.
- Tavandan su gelirinin olduğu bölümlerde kömüre karışan tavan taşı malzemenin pencere içinde sıkışmasına neden olmakta, bu da kömür akışını engellemektedir.
- Pano ilerleme yönündeki eğimin her bir derece artışına karşılık olarak pencerelerin açılma açıları o kadar azalmakta, bu nedenle pencerelerden kömür akışında zorluklar ortaya çıkmakta malzemenin kazma ve sivriç ile eşilerek çekilmesi gerekmektedir.
- Tavan kömürünü göçertmek için yapılan delme - patlatma işlemleri sırasında konveyör emniyet yönünden kilitlenerek stop edilmekte, bu da üretimde duraklamalara neden olmaktadır.
- Meyil yükselme yönünde çalışılan panolarda tavan kömürü göçertilirken tahkimatların pencereleri üzerinde oluşan kırılma zonu, tahkimatların ön tarafına hareketli sarmaların üzerine taşınarak burada meydana gelen yük artışı nedeniyle sarmalarda aşağıya doğru eğilme olmaktadır. Bunun sonucunda hem tahkimatların yüksekliğinin azalmasına bağlı olarak tavan kömürü almada zorluklar çıkmakta, hem de ayna kazısı esnasında kesici makinenin tahkimat altından geçerken aynayı kazamaması ve tabanı oyması nedeniyle tahkimatların dengesinin bozulmasına sebep olmaktadır.

3.2 Devam Eden Uygulamalar

Yıllık 350,000 ton kömür üretiminin yapıldığı mevcut mekanize ocağın üretim kapasitesini 1,400,000 ton'a yükseltmek amacıyla "1,400,000 ton/yıl Tüvenan Üretim Kapasiteli Ömerler Yeraltı Mekanizasyon Tevsii Projesi" hazırlanmıştır. Proje kapsamında iki adet 120'şer metre uzunluğunda mekanize ayak teçhizatı alımı öngörülmüştür. TKİ 2006 yılı yatırım programına dahil edilmek üzere Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı onayına sunulan proje onaylanarak 7 Ocak 2006 tarih ve 26046 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış, 2006 yılı yatırım programına dahil edilmiştir. Buna göre yatırımın gerçekleştirilebilmesi için yapılacak hazırlıklar ve temin edilecek teçhizatlar üç bölümde değerlendirilmiştir.

- Pano hazırlıkları ve nakliye teçhizatları,
- Elektrik teçhizatları,
- 2 x 120 metre ayak ve pano teçhizatları teminidir.

Pano hazırlıkları ve nakliye teçhizatlarının temini için iki ayrı ihale yapılmış; galeri hazırlıkları, bantlı konveyör, dizel kulikar, dizel monoray ve shunting trolley temini yapılmıştır.

Elektrik teçhizatları ile ilgili olarak 2006 yılında;

- 2 adet 34.5 / 6.3 KV 2,500 KVA trafo,
- 1 adet 34.5 / 0.231 KV 1,000 KVA trafo,
- 4 adet 36 KV 1,250A 25kA arabalı kesici,
- 4 adet 12 KV 1,250A 25kA arabalı kesici,
- 2 adet 6.3 KV 630 A kesici,
- 6 adet 6.3 KV 400 A kesici,
- Muhtelif miktarlarda güç ve kumanda kablosu,

temin edilmiştir. Proje kapsamında temin edilmesi gereken iki adet yeni mekanize ayak teçhizatının teknik özellikleri belirlenmiş, ihale yapılmış ve 18.10.2011 tarihinde Zhengzhou Coal Mining Mach. (Group) Co. Ltd. (Sintek) firması ile Kurumumuz arasında "Mekanize Ayak Teçhizatı Alımı ve Montajı Sözleşmesi" imzalanmıştır. Sözleşme kapsamında;

- 124 adet ayak içi şilt tahkimat,
- 4 adet anayol tahkimatı,
- 16 adet geçiş tahkimatı,
- 2 adet kesici yükleyici makine,
- 2 ünite ayak içi ayna konveyörü,
- 2 ünite ayak içi arka konveyörü,
- 2 ünite toplayıcı konveyör,
- 2 adet panzerli kırıcı,
- 2 ünite hidrolik pompa istasyonu,
- 4 adet elektrikli manevra vinci,
- 6 adet elektrikli delik makinesi,
- 2 ünite merkezi haberleşme ve sinyalizasyon sistemi,
- Teçhizat bedelinin % 5'i oranında yedek parça,

temin edilmiştir. Temin edilen teçhizatların birinci ünitesi A5 nolu panoya kurularak 2014 yılı başı itibariyle üretime başlanılmıştır.

3.2.1 Teknik özellikler

Teçhizatların teknik özelliklerinin seçiminde 1997 - 2013 yılları arasında yedi panoda üretim yapılan teçhizatlarla yaşanan sorunlar dikkate alınarak aşağıdaki tercihler yapılmıştır:

- Ayna kazısı ile tavan kömürü göçertme işlemini birlikte yapabilmek için çift konveyörlü tahkimat sistemi seçilmiştir.
- Tavan kömürünün ayak gerisinde kalmaması ve fazla miktarda tavan taşının karışmaması için bir have kazı derinliği 800 mm olarak seçilmiştir.
- Meyil yukarı çalışılan panolarda istenilen yükseklikte kesim yapabilmek için kesici makine tahkimatlardan 300 mm daha yüksek seviyede kesim yapabilecek şekilde seçilmiştir.
- Ayna kazı derinliği 800 mm olmasına karşın hareketli tavan sarması ile 180° açılabilen ayna tutucu plakalar 1,600 mm'lik bir açıklığı kapatabilecek şekilde seçilmiştir.
- Ayna konveyörü ile tahkimatlar arasında pasa birikimleri olmaması için tavan kömürü alma işleminde tahkimat gerisinden alınacak şekilde seçilmiştir.
- Konveyör tasarımında değişiklik yapılarak kesici makinenin ayak baş ve sonunda tabanı tam kazabilmesi sağlanmıştır.
- Ayak içi eğiminin arttığı durumlarda tahkimatların dengelerinin bozulmaması için tahkimatlara denge pistonları konulmuştur.
- Tahkimatların rahat bir şekilde yürütülmesi ve meyil yukarı ilerletilebilmesi amacıyla taban şaselerinin kaldırılabilmesi için itme – çekme kızıağı ile taban şase arasına 230 mm stroklu piston konulmuştur.
- Ayna konveyörünün eğimlere uyum sağlayabilmesi için tahkimatların itme – çekme kızıakları ile konveyör arasına konveyörü aşağı ve yukarı yönde 30° yönlendirebilecek pistonlar yerleştirilmiştir.
- Hidrolik sistem kazılan ve göçertilen kömürden etkilenmeyecek şekilde tasarımılandırılmıştır.
- Sistemin tamamını etkileyen arızalar dışındaki arızalara üretim tamamen durdurulmadan müdahale edilebilecek sistem seçilmiştir.
- Tavan kömürü göçertilirken destek noktaları olmayacak şekilde tahkimat sistemi seçilmiştir.

- Tavana delik delme işi her bir tahkimat içinden çalışmayı durdurmadan kolaylıkla yapılabilecek şekilde belirlenmiştir.
- Tavan kömürü göçertilmesine bağlı olarak oluşan kırılma zonu tahkimatın arka bölümünde oluşacak şekilde tahkimat tasarımı yapılmıştır.

3.2.2 Üretim periyodu

Mekanize ayakta üretim periyodu; birinci have ayna kazısının yapılması (3,200 mm x 800 mm), tahkimatların ilerletilmesi, ayna konveyörünün ikinci have ayna kazısı için ötelenmesi, ikinci have ayna kazısının yapılması, tahkimatların ilerletilmesi, ayna konveyörünün bir sonraki kesim için tekrar ötelenmesi, ayna kazısı yapılan ve tahkimatları ilerletilen bölümlerde tavan kömürünün tahkimatların gerisinde bulunan arka konveyörü üzerine göçertilmesi ve tahkimatların gerisindeki arka konveyörün çekilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

3.2.2.1 Ayna kazısı ve tahkimatların ilerletilmesi

Ayna kömürünü kazma işlemi çift yönlü olarak yapılmakta, kesici makinenin ayak aynasına girmesinde ayak başı yöntemi uygulanmaktadır. Kesici makine ayak başından ayak sonuna doğru kazı işlemi yaparken kesici makinenin önünden tahkimatların ayna tutucu plakaları kapatılır. Kazı yapılan bölümde tahkimatların kayan sarmaları ilerletilerek tavan geçici olarak tutulur ve aynadan boşalmalar olmaması için ayna tutucu plakalar açılır. Kesici makinenin 6 – 7 tahkimat gerisinden tahkimatların ilerletilmesi işlemi yapılır. Bu işlem sırasıyla; ayna tutucu plakanın kapatılması, hareketli ön sarmanın geriye çekilmesi, tahkimatın 150 – 200 mm indirilmesi, itme – çekme kızıağı ile taban şase arasındaki pistonun açılması, tahkimatın ilerletilmesi, taban şase kaldırma pistonunun kapatılarak tahkimatın sıkılanması ve ayna tutucu plakaların aynayı tutacak şekilde açılması şeklinde olmaktadır. Bu işlemi takiben de bir sonraki ayna kazısı işlemi için ayna konveyörü ötelenmektedir. Makine ayak sonuna vardığında tamburların pozisyonunu değiştirerek geriye döner ve konveyörün kıvrımlı bölümünden aynaya girer. Makine ile ayak sonu arasındaki tahkimatlar ilerletilir. Bunu takiben konveyörün bu bölümü aynaya ötelenir. Kesici makine tamburların pozisyonunu değiştirerek ayak sonuna kadar ayna kazısı yapar. Tekrar tamburların konumunu değiştirerek ayak başına doğru kazı işlemine devam eder. Kesici makineyi takiben de tahkimatların ilerletilmesi ve ayna konveyörünün ötelenmesi işlemi ayak başına doğru devam eder. Makine ayak başına vardığında iki have kazı işlemi tamamlanmış olur. Bir sonraki kazı işlemi için ayak başında ön haveye giriş işlemi ayak sonunda yapılan işlemin tekrarı şeklinde olmaktadır. Üç have kazı işlemi yapıldıktan sonra kömür nakliye yolunda bulunan anayol tahkimatı, toplayıcı konveyör ve bant kuyruk ünitesinin ilerletilmesi işlemi yapılır.

3.2.2.2 Tavan kömürünün alınması

Tavan kömürü alma işlemi, tahkimatların gerisindeki aşağı – yukarı ve ileri – geri hareket kabiliyetine sahip sarmalar vasıtasıyla, kesici makine tarafından kazılan bölüm ile tavan taşı arasında kalan kömürün arka konveyör üzerine akıtılmasıyla yapılmaktadır. Aşağı yukarı hareket mekanizmasıyla tavadaki kömürün kırılması, ileri – geri hareket mekanizmasıyla da büyük blokların parçalanması ve kömür

akışının kontrolü sağlanmaktadır. Tahkimatların üzerindeki kömür tabakası kademeli olarak birkaç seferde alınarak tavanın ayak boyunca kırılması sağlanmakta, böylece kömürün tamamına yakın miktarı alınarak tavan taşının karışması önlenmektedir. Tavan kömürünün kırılmadığı durumlarda patlatma yapabilmek amacıyla tahkimatların içerisinde delik delme işlemi için pencereler mevcuttur. Tavan kömürünün göçertilmesi işleminin tamamlandığı bölümlerde arka konveyör tahkimatlara kadar çekilerek bir periyotluk kömür çıkartılması işlemi tamamlanmaktadır.

3.2.3 Üretim verileri

2014 yılı başı itibariyle çalışılmaya başlayan sistemde deneme çalışmalarını da içeren üç aylık dönem itibariyle 99 metre ilerleme sağlanmış ve 181,000 ton üretim yapılmıştır.

4 KAYNAKLAR

- Ayaydın, C. 1987. Kuyu Sistemi ile Üretim Yapılacak Sahaların Jeolojisi ve Mevcut Sondajların Havza Jeolojisiyle Korelasyonu, Yayınlanmamış.
- Çelik, R. 2005. *GLİ Ömerler Mekanize Ocakta Yürüyen Tahkimatın Taşınmasının Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Çelik, R. 2007. GLİ Yeraltı Ocaklarında Mekanizasyonun Gelişimi, *1. Maden Makineleri Sempozyumu*, s. 125 – 131, Kütahya.
- Eskikaya, Ş. 1975. Garp Linyitleri İşletmesi Tunçbilek Bölgesi Ana Linyit Damarının Kazı Yetenekleri ve Mekanizasyon Olanakları, *Tübitak 5. Bilim Kongresi*, s. 77 – 92, İstanbul.
- Kundur, A, 1984. Tunçbilek Bölgesinde Pilot Mekanize Ayak Uygulaması, Tavşanlı.
- Anon, 1994. Montan-Consulting GMBH Rapor, Yayınlanmamış.

**TAM MEKANİZE YERALTI KÖMÜR MADENİ:
ÇAYIRHAN ÖRNEĞİ**
*FULLY MECHANIZED UNDERGROUND COAL MINE:
A CASE STUDY ÇAYIRHAN*

E. Kahraman, C. Sığırcı, O. Erarslan
Park Termik A.Ş., Ankara

ÖZET: Bu çalışmada, Çayırhan Yeraltı Kömür İşletmesinde tam mekanize kazı yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen madencilik faaliyetleri anlatılmıştır. Tam mekanize kazı çalışmaları esnasında karşılaşılan temel sorunlar ve bu sorunların çözümü için yapılan genel işlemler belirtilmiştir. Ayrıca hazırlık ve üretim çalışmalarının genel verimliliği de bu çalışmada değerlendirilmiştir.

ABSTRACT: In this study, mining activities carried out using fully mechanized excavation method in Çayırhan Underground Coal Operations are detailed. Main problems encountered during fully mechanized excavations and the general operations for solving these problems are also emphasized in this study. Besides, the overall efficiency of the preparing tunnels and coal production is evaluated in this study.

1 GİRİŞ

Yeraltından linyit kömürünün üretilmesinde genellikle uzun kazı arınlı yöntemler (uzun ayak) kullanılmaktadır. Uzun ayak işletmelerinde kömür kazısı için mekanize sistemin kullanılması üretimde ciddi verimlilik artışını sağlamıştır. Kazı, nakliyat ve tahkimat sistemlerinin mekanizasyonla gerçekleştirildiği tam mekanize kazı yönteminin başarısı birçok parametreye bağlıdır. Bu parametrelerin birçoğu planlama aşamasında öngörülemeyen, fakat uygulama esnasında doğrudan karşılaşılan sorunlardır. Çok yüksek ilk yatırım maliyetlerine sahip bu tür projelerin uygulanmasında saha tecrübesi ve ekip tecrübesi de oldukça önemlidir. Yeraltının dinamik yapısından dolayı uygulamada karşılaşılan sorunlar ve bunların çözümü için yapılmış uygulamalar sektörün devamlılığı ve geleceği açısından oldukça önemlidir.

Park Termik A.Ş. Çayırhan Linyit İşletmesi, yeraltından tam mekanize uzun ayak kazı yöntemi ile linyit kömürü üretmekte, üretilen kömürü yıkama (lavvar) tesisinde işledikten sonra ünitelerin (4 adet) yakıt ihtiyacını karşılamak üzere termik santrale beslemektedir. Daha önceleri TKİ tarafından işletilen sahalar, 1996 yılından sonra ihale ile Park Grubu bünyesine geçmiştir. Park Grubu devir alınan tesislerde, taahhüt edilen üretimi gerçekleştirebilmek için teknik, idari, organizasyon ve rehabilitasyon çalışmaları başlatmıştır (TMD, 2004). Bu çalışmalar, ilerleyen yıllarda revizyonlar ve yatırımlarla desteklenerek mekanizasyonla kazı çalışmaları başarılı bir şekilde günümüze kadar devam ettirilmiştir.

Bu çalışmada, Çayırhan Linyit İşletmesinde yeraltından kömür üretilmesi sürecindeki yapılan çalışmalar tanımlanmıştır. Özellikle, hazırlık ve üretim çalışmaları ve bu çalışmalarda kullanılan mekanizasyon ekipmanları detaylı olarak anlatılmıştır. Sahada uygulanan mekanizasyon çalışmalarında karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların aşılması için yapılmış uygulamalar genel olarak anlatılmıştır. İşletmenin mekanizasyon tecrübesinden çıkarılan sonuçlar sunulmuştur.

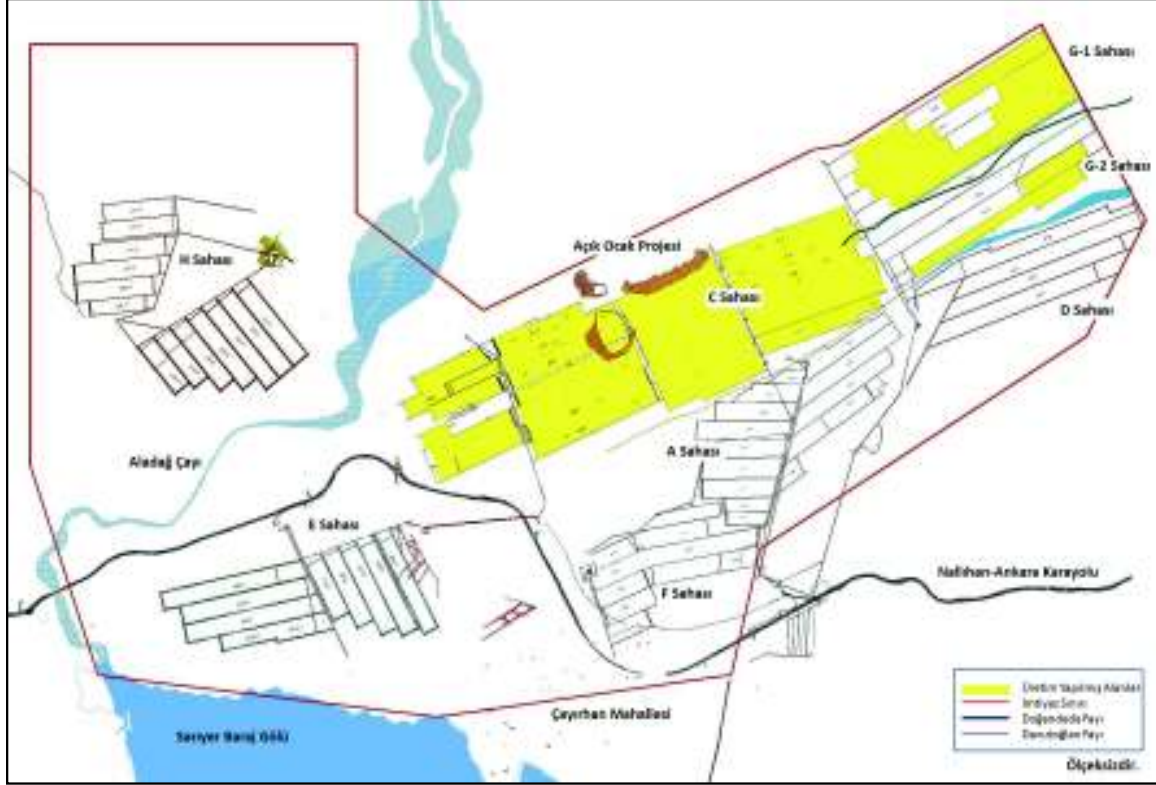
2 İŞLETMEDE MADENCİLİK FAALİYETLERİ

Çayırhan Linyit İşletmesi, Ankara İlinin Nallıhan İlçesine bağlı Çayırhan Mahallesi'nde faaliyet göstermektedir. İşletme, Ankara'ya 122 km mesafede olup Ankara-Nallıhan yolu üzerinde bulunmaktadır.

İşletmeye ait yeraltı ocaklarından tam mekanize kazı kullanılarak yıllık 5-5.5 milyon ton tüvanan kömür üretimi yapılarak, 620 MW gücündeki Çayırhan Termik Santrali'nin enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. İşletme sahalarında kömürün üretim sürecinde;

- Etüt-proje çalışmaları,
- Hazırlık çalışmaları,
- Üretim çalışmaları,
- Ayak söküm-montaj çalışmaları,
- Diğer çalışmalar

gerçekleştirilmektedir (Kahraman vd. 2013a). İşletmeye ait üretim sahalarının mevcut durumu Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesi üretim planı (10.04.2014 tarihi itibarıyla).

2.1 Etüt-Proje Çalışmaları

İşletmede bir sahada yapılan çalışmaların ilki etüt-proje çalışmalarıdır. Bu kapsamda, kömür arama ve bulma çalışmaları, maden yatağının 3D modelleme bilgisayar programı (micromine) ile modellenmesi, rezerv hesaplamalarının yapılması, üretim için yeraltı galerilerinin projelendirilmesi, üretim için plan seçimi ve üretim başladıktan sonra faaliyetlerin izlenmesi çalışmaları yapılmaktadır.

Çayırhan linyitleri miyosen yaşlı seriler içinde oluşmuştur. Saha tektonik yönden iki büyük fayın ve çeşitli kıvrımların etkisi altındadır. Çayırhan havzasında kömür, bir ara kesme ile ayrılarak iki damar halinde konumlanmıştır. Bu iki damarın altında henüz işletmeye alınmamış ve kalınlığı 2-11 m arasında değişen üçüncü bir kömür damarı daha mevcuttur. Ara kesmenin kalınlığı sahanın doğusundan batısına doğru artış göstermektedir. Kömür damarları yeryüzünden 150-250 m derinlikte olup, alt kalori değeri 2,700-3,200 kcal ve kükürt içeriği %3-5 arasındadır. İşletmenin yeraltı ocaklarında geri dönümlü göçertmeli tam mekanize uzun ayak yöntemi ile kazı çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Uygulanan üretim yönteminde; taban yolu ihtiyacını en aza indirmek, rezervlerin daha etkin kullanılmasını sağlamak, kömürün kendiliğinden yanma riskini azaltmak, yüksek üretim randımanı sağlamak, daha güvenli ve uzaktan kontrol edilebilir çalışma ortamı sağlamak amaçları ile her sahada panoların alt taban yolları bir sonraki pano için üst taban yolu olacak şekilde

projelendirilmiş ve makine-ekipman buna göre seçilmiştir (Aydın ve Kaygusuz 2000). Bu panolarda ayak başlarına yapılan dolgu taban yollarında bulunan mevcut tahkimat sistemine destek olarak bir sonraki panonun kullanımı için yardımcı olmaktadır (Çavuşoğlu 2008).

2.2 Hazırlık Çalışmaları

Nisan 2014 itibarıyla, işletme sahası içerisinde G, D, E ve H sektörlerinde hazırlık çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalarda her sektörde bir ana nakliye galerisi yardımıyla üretim panoları oluşturulmaktadır. Üretim panolarını birbirinden ayıran galerilere “taban yolu” adı verilmektedir. Taban yolları (baca), kömür damarının yüksekliğine eşit olarak kömür içerisinde yapılan hazırlık çalışmalarıdır. Ayak kurulması amacı ile alt taban yolunu üst taban yolu ile birleştiren ayak montaj kılavuzları açılmaktadır. İşletmede genellikle hazırlık galerileri 5×5 (25 m²) kesitinde makine ile açılmaktadır. Sadece ayak genişletme kılavuzları 35 m² olarak açılmaktadır (Kahraman ve Erarslan 2011).

İşletmede gerçekleştirilen hazırlık çalışmalarında üç farklı tipte, 8 adet galeri açma makinesi (GAM) (2 adet Dosco Mk2A, 5 adet Dosco Mk2B ve 1 adet Pk9r) kullanılmaktadır. Kullanılan kollu galeri açma makinelerinin teknik özellikleri Çizelge 1’de sunulmuştur (Kahraman vd. 2012).

Çizelge 1. İşletmede kullanılan kollu GAM’nın teknik özellikleri.

Makine Özellikleri	Dosco Mk2A	Dosco Mk 2B	Pk9r
Makine boyutları (Uz*yük*en) (m)	7.17*1.4*2.8	10.2*2*3	7.2*1.85*2.8
Mak. kazı kesiti (yük*gen) (m)	4.09*5.76	5.4*5.76	3.9*6.28
Toplam güç (kW)	150	224	186
GAM toplam ağırlığı (ton)	23.4	44	32
Kesici kafanın motor gücü (kW)	67	112	93
Kafanın dönme sayısı (dev/dak)	68	58	61-99
Makinenin yürüme hızı (m/dak)	7.2	8.4	2
Çıkabileceği maksimum eğim	14°	14°	10°
Nominal çarpma basıncı (bar)	105-140	140	-
Hidrolik sistem motoru (kW)	56	112	15
Zemin basıncı (kg/cm ²)	1.5	1.19	0.96
Yükleme sistemi	Sıyırıcı konveyör	Toplayıcı kol/yıldız	Toplayıcı kol

Yeraltında ana nakliyat galerilerinin, taban yollarının ve ayak montaj kılavuzlarının açılması galeri açma makineleri ile yapılmaktadır. Makine ile kazı çalışmasında yaklaşık 100 m galeri uzunluğuna kadar malzeme nakliyatı yine zincirli konveyörle yapılmaktadır. Galeri uzunluğu 100 m’yi geçtikten sonra galeriye bant konveyör kurulmaktadır. Böylece arından kazılan malzeme, makinenin yükleme ünitesi vasıtasıyla makine içerisindeki zincirli konveyörden makine arkasındaki 25-30 m uzunluğundaki taşıyıcı banda, buradan da galeri içerisinde kurulu bant konveyörlere aktarılmaktadır.

Açılan hazırlık galerisinin havalandırması, tali vantilatörlerle üfleyici sistem şeklinde yapılmaktadır. Bu sistemde hazırlık galerileri içerisine vantüpler döşenmekte ve üfleyici vantilatör vasıtasıyla kazı arınına temiz hava üflenmektedir. Temiz hava üflenmesi işleminde 0-700 m arasındaki ilerlemeler için yaklaşık 400 m³/dak hava 30 kW gücündeki üfleyici vantilatörlerle gerçekleştirilmektedir. Galeri uzunluğu 700 m'yi geçtiği durumlarda 2 adet aspiratörün paralel bağlanması veya tek bir aspiratör kullanılması suretiyle kazı arınına yaklaşık olarak 500-550 m³/dak hava üflenmektedir. Ayrıca, tozu kaynağında bastırmak amacıyla yaş tip toz bastırma ekipmanı kullanılmaktadır. İşletmenin ocaklarında mekanize galeri açma çalışmalarında Engart Fans ve CFT şirketi tarafından üretilen yaş tip toz bastırma üniteleri kullanılmaktadır. Toz bastırma ünitesi makinenin ilerlemesine (galeri ilerlemesine) bağlı olarak hareket eden uygun bir düzenek sayesinde galeri içerisinde ilerleme işlemini gerçekleştirmektedir.

Hazırlık galerilerine insan ve malzeme nakliyatında tekkars (elektrikli monoray) sistemi kullanılmaktadır (Şekil 2). Elektrikli monoray hatları galerilerde arına yaklaşık olarak 100 m uzaklıkta monte edilmektedir. Elektrikli monoraylar ile 12 ton' a kadar malzeme nakliyatı yapılabilmektedir. Halat hızı 2 m/s, halat çapı 16/19 mm'dir. Kullanılan raylar I 140E profil tipinde ve 3m uzunluğundadır. Galeri ilerlemesine bağlı olarak, elektrikli monoray hatları uzatılmaktadır. Elektrikli monoray kuyruğu ile kazı arınında malzeme nakliyatını sağlamak üzere, havalı monoraylar (shunting trolley) kullanılmaktadır. Basınçlı hava ile çalışan monoraylar da 12 ton taşıma kapasitesine sahip olup kısa mesafelerde taşıma amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 2. Hazırlık galerilerine insan ve malzeme nakliyatı.

Kazı çalışmalarında yaklaşık 1.2 metrelik ilerlemeden sonra maksimum 1 metre aralıklarla tahkimat çalışması yapılmaktadır. Tahkimat çalışmalarında, anayollarda kavisli geçmeli ve kavisli rijit bağ uygulaması yapılmaktadır. Bunun dışında kalan bütün hazırlık galerileri trapez (dörtgen) şekilde uygulanmaktadır. Trapez tahkimat, tavanda I profil ve yan direk olarak TH profillerin kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Yardımcı tahkimat elemanı olarak çelik fırçalar, oynar başlıklar, ağaç malzemeler ve 0.5×1 m boyutlarında çelik hasırlar kullanılmaktadır. Tahkimat çalışmasında tahkimat ünitelerinin (bağların) tavana kaldırılmasında galeri açma makinesinden faydalanılmaktadır.

2.3 Üretim Çalışmaları

Mart 2014 tarihi itibariyle G ve B sektörlerinde üretim çalışmaları devam etmektedir (Şekil 3). Mevcut sektörlerde, ayak uzunlukları 220 m civarında, pano boyları ise 1,100-3,200 m arasında değişmektedir. Üretim yöntemi olarak, geri dönümlü göçertmeli tam mekanize uzun ayak yöntemi uygulanmaktadır. Kömürün damarları arasında bulunan ara kesme malzemesinin kalınlığı sahanın doğusundan batısına doğru artmaktadır. Bu durum çalışma alanının batı kısmında bulunan sahaların dilimli kazı (B sahası), doğu kısmında bulunan sahalarda tek ayak (G sahası) kazısı şeklinde üretim yapılmasında önemli rol oynamıştır. Sektörlerden ayak içerisinden kömürün kazısı çift tamburlu kesici yükleyici makineler ile yapılmaktadır (Şekil 3). Ayak üretim çalışmalarında kullanılan ekipmanların teknik özellikleri Çizelge 2-6'da sunulmuştur.



Şekil 3. Kesici yükleyici makine ile ayaktan kömür kazısı.

Çizelge 2. İşletmede kullanılan kesici yükleyici makinelerin teknik özellikleri (Kahraman vd. 2012).

Makine Özellikleri	Eickhoff SL-300	Eickhoff SL-500
Kesici motor gücü (2 adet, kW)	300	500
Yürüyüş motoru (2 adet, kW)	35	54
Hidrolik motoru (1 adet)	7.5	35
Toplam kurulu güç (kW)	677.5	1,148
Ağırlık (Tamburlar hariç, ton)	30	~75
Maksimum kesme yüksekliği (m)	2.66 (kol dahil)	5.09 (kol dahil)
Çalışma gerilimi (V)	3,300	3,300
Tambur dönüş hızı (devir/dak)	50	23
Tambur çapı (m)	1.4	2.3
Soğutma suyu basıncı (bar)	10-25	15-25
Soğutma suyu debisi (lt/dak)	156	224
Maksimum kuvvet (kN)	600	1,000
Kontrol sistemi	Radyo dalgası ile uzaktan kumanda	Radyo dalgası ile uzaktan kumanda
Maksimum yürüyüş hızı (m/dak)	14	10.1

Cizelge 3. İşletme ocaklarında kullanılan yürüyen tahkimatların teknik özellikleri.

Teknik Özellik	B-05 Panosu Tavan Ayak Şilti	B-05 Panosu Taban Ayak Şilti	B-09 Panosu Taban Ayak Şilt	G-2 Sahası Şilti	G-1 Sahası Şilti
Tipi	KB 8/20,5	KB 13/25,5	WS1,7	STS 25/50L	25/47-POZ
Minimum Yükseklik (mm)	800	1,300	800	2,500	2,500
Maksimum Yükseklik (mm)	2,050	2,550	2,200	5,000	4,700
Genişlik (mm)	1,500	1,500	1,500	1,750	1,700
Ağırlık (kg)	11,010	12,640	6,000	25,100	25,600
Tahkimat Direnci (kN/m ²)	382 (2 m)	382 (2 m)	400 (1.5 m)	545 (4.0 m)	670 (4.3 m)
Üretici Firma	Saar Tech (DBT)	Saar Tech (DBT)	Westfalia	Saar Tech (DBT)	Glinik-Kopex
Yardımcı Valfler	Saar Tech (DBT)	Saar Tech (DBT)	Tiefenbach- Dams	Saar Tech (DBT)	Tiefenbach
Kontrol Sistemi (Pilot Kontrolü Multi Sistem)	12 fonksiyonlu	16 fonksiyonlu	14 fonksiyonlu	16 fonksiyonlu	20 fonksiyonlu

Çizelge 4. İşletme ocaklarında kullanılan çekiçli kırıcıların teknik özellikleri.

Tipi	B Sahası Kırıcısı	G1 ve G2 Sahası Kırıcıları
Tipi	Long Airdox	SK 11 11
Makine boyutları (uz×en×yük)(m)	2.5×2.3×1.83	3.2×2.3×1.8
Nominal kurulu güç (kW)	250	250
Ağırlık (kg)	~12,000	18,000
Ağız Açıklığı (mm)	1,000*1,000	1,000*1,000
Kırıcı çıkış boyutu (mm)	0*300	0*300
Kırıcı çekiç sayısı (adet)	4	4

Çizelge 5. İşletme ocaklarında kullanılan ayak içi konveyörlerinin (AFC) teknik özellikleri.

Özellik	G-1 Sahası	G-2 Sahası	B-05 Panosu
Üretici firma	Halbach&Braun	Halbach&Braun	Halbach Braun
Tip	HB 280-1000	HB 280-1000	
Kapasite	1,800 t/h	1,800 t/h	1,800 t/h
Kurulu Güç	2*400 kW	2*400 kW	Tavan ayak (1×250)+(1×400) Taban ayak (1×250)+(1×400)
Zincir Hızı	1.12 m/s	1.12 m/s	1.12 m/s
Zincir (Tek sıra)	(48*156)/(56*142)	(48*156)/(56*142)	
Motor Voltajı	1,000 V	1,000 V	
Şanzıman tahvil oranı	39/1	39/1	39/1

Çizelge 6. İşletme ocaklarında kullanılan aktarma konveyörlerinin teknik özellikleri.

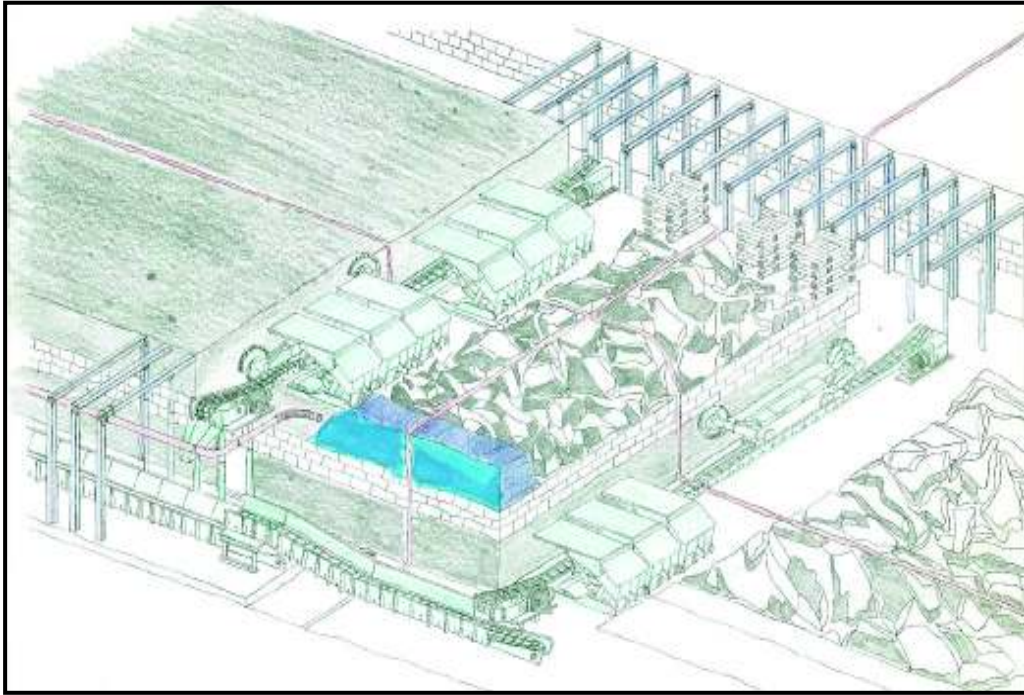
Özellik	G-1 Sahası	G-2 Sahası	B-05 Panosu
Üretici firma	Halbach&Braun	DBT	Halbach&Braun
Tip	HB 280-1000	PF 4/1132	
Kapasite (t/h)	1,800	1,800	2,000
Kurulu Güç (kW)	1×250	1×400	400
Zincir Hızı (m/s)	1.32 m/s	1.32	1.34
Motor Voltajı (V)	1,000	1,000	1,000
Şanzıman tahvil oranı	33/1	33/1	39/1

Ayak içerisinden çift tamburlu kesici yükleyici makineler ile kazılan kömür zincirli konveyörler aracılığı ile alt taban yolundaki aktarma konveyörüne nakledilir. Aktarma konveyörüne gelen kömür, konveyör çıkışında bulunan kırıcıdan geçerek parça boyutu bakımından bant konveyör nakliyatına hazır hale gelir. Kırıcı çıkışından özel döküş elemanları ile bant konveyöre nakledilerek ocak dışına taşınır. Bantlı

konveyörlerle ocak dışına çıkarılan kömür, mevcut durumda tamamen bant konveyör nakliyatı ile kömür teslim noktasına (NP4 istasyonu) kurulan 400 t/h kapasiteli lavvar tesisine nakledilir. Üretim bölgelerine insan ve malzeme nakliyatı yerkars ve tekkars (monoray) sistemi ile sağlanmaktadır. Yerkars sistemi (kulikar) ile 30 ton'a kadar, monoray sistemleri ile de 12 ton' a kadar malzeme nakliyatı yapılabilmektedir.

2.3.1 B Sektörü üretim çalışmaları

B sektörünün bulunduğu sahada, damarlar arasında bulunan ara kesme kalınlığı 1.3–2.0 m olduğu için taban ve tavan ayaklar oluşturulmaktadır (Şekil 4). Ayak yüksekliği tavan ayakta ortalama 1.60 m, taban ayakta ise ortalama 1.90 m'dir. Tavan ve taban ayağa gelen basıncı dengelemek ve yangın riskini en aza indirmek amacıyla tavan ve taban ayaklar arasında 25–30 m mesafe bırakılmaktadır.



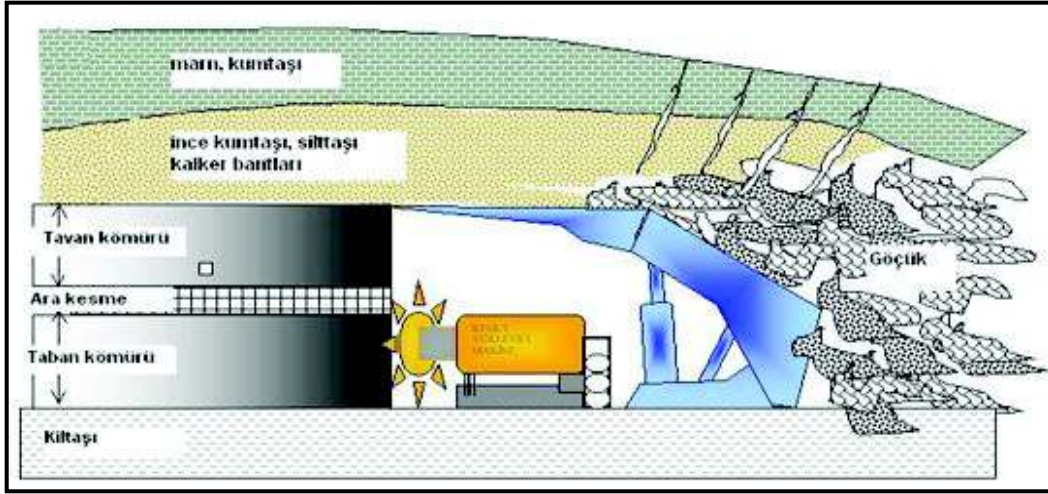
Şekil 4. B sahası ayak üretimi genel görünüşü (Kahraman 2012).

2.3.2 G Sektörü üretim çalışmaları

G sektöründe G1 ve G2 olmak üzere iki farklı ayak üretim gerçekleştirilmektedir. Sektörde, ara kesme kalınlığının 0.5–0.8 m arasında değişmesinden dolayı tavan kömürü, taban kömürü ve ara kesmenin tamamının kesildiği (tek ayak) olarak çalışması projelendirilmiştir. Pano boyları 3,200 m ve ayak genişliği 220 m olarak planlanmıştır (Şekil 5).

2.4 Ayak Söküm-Montaj ve Taşıma Çalışmaları

Ayak sökümü, panolarda üretim yapılacak kömürün bitmesi sonucu ayağın mekanik donanımının sökölüp önceden planlanan üretim yapılacak yeni bir ayağa taşınması işlemidir. Söküm-montaj işlemleri ocakta yapılan önemli çalışmalardandır.



Şekil 5. G sahası ayak üretimi kesit görünüşü.

Özel bir çalışma planı ile gerçekleştirilen ayak söküm-montaj ve taşıma çalışmaları eş zamanlı olarak gerçekleştirilmektedir. Mekanize ayak ekipmanlarının söküm-montaj ve taşıma çalışmalarında hidrolik sistem basıncı, basınçlı hava ile çalışan portatif vinçler, monoray ve kulikar sistemleri kullanılmaktadır. Söküm-montaj ve taşıma işlemlerinin en önemli aşaması ayak ekipmanlarının söküm çalışmalarıdır. Ayak ekipmanlarının söküm çalışmalarına ilişkin genel bir iş akış şeması Şekil 6'da sunulmuştur (Kahraman vd. 2011a).



Şekil 6. Ayak ekipmanlarının söküm çalışmalarında iş akış şeması.

2.5 Diğer Çalışmalar

İşletme ocaklarında yeraltından kömür çıkartılması sürecinde önemli olan diğer hususlar; iş güvenliği ve eğitim hizmetleri, kumanda-kontrol merkezi faaliyetleri, basınçlı havanın temini, su temini, atık suyun bertarafı, hidrolik güç temini, vb. gibi faaliyetlerdir.

İşletme bünyesinde mevzuata uygun şekilde faaliyet gösteren işyeri sağlık ve güvenlik birimi bulunmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği biriminde (Tarhan vd. 2012);

- Çalışma ortamı gözetimi,
- Çalışanların sağlık gözetimleri,
- Çalışma ortamına ilişkin risk değerlendirmeleri,
- Çalışanların iş güvenliği ve mesleki eğitimleri,
- Acil durum planları,
- Çalışanların kişisel koruyucu donanımlarının temini,
- İlgili kayıtların tutulması, vb. işlemler gerçekleştirilmektedir.

İşletme bünyesinde yeraltı ve yerüstü işyerlerinde yapılan faaliyetlerle ilgili olarak; sürekli ölçüm yapmak, sürekli konum gözetlemek ve birim ya da ekipmanı tek merkezden kumanda etmek amaçları ile kumanda-kontrol merkezi kurulmuştur (Şekil 7). İşletmenin yeraltı ocaklarında ekipmanlar kendi içerisinde ve diğer ekipmanlarla aralarında tam otomasyon sistemi (FSK haberleşme protokolü) bulunmaktadır. Kontrol merkezinde vardiyalarda yapılan bütün çalışmalar düzenli olarak takip edilmekte ve kayıtları tutulmaktadır. Yeraltında bulunan ekipmanların (kesici-yükleyici makine, galeri açma makinesi, konveyörler, vb.) fonksiyonları, akım değerleri, voltaj değerleri, hidrolik basınç değerleri, yeraltı havasının kalite ve gazlar açısından içeriği (CH₄, CO₂, CO, O₂, hava hızı), vb. bilgiler bu merkez tarafından sürekli izlenmekte ve kayıt altına alınmaktadır.



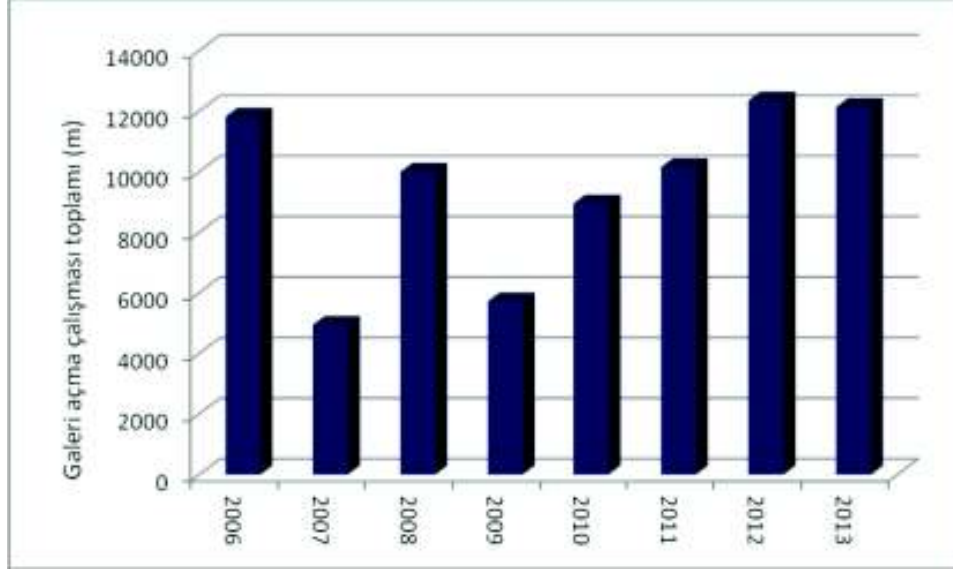
Şekil 7. Yerüstü kumanda-kontrol merkezi.

3 MEKANİZASYONLA HAZIRLIK VE ÜRETİM ÇALIŞMALARINDA VERİMLİLİK VE UYGULAMADA KARŞILAŞILAN GENEL SORUNLAR

3.1 Hazırlık ve Üretim Çalışmalarında Verimlilik

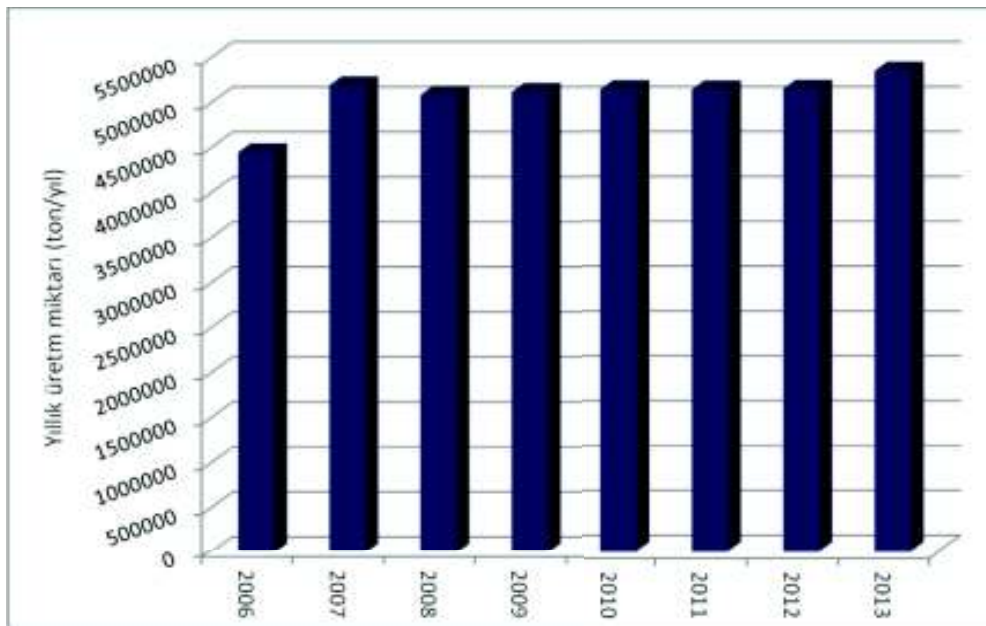
İşletmenin yeraltı işyerlerinde 2006-2013 yılları arasında toplam 76,031 m galeri açma çalışması gerçekleştirilmiştir. Galeri açma çalışmalarının yıllara göre dağılımı Şekil 8’de sunulmuştur. Galeri açma çalışmalarında aylık yaklaşık 300 m ilerleme değerlerine ulaşılmıştır. İşletmede GAM ile yapılan hazırlık çalışmalarında işçilik performansları 13-22 cm/yevmiye aralığında değişmektedir. Galeri açma

makinelerinin net kazı hızları kömürde 8-22 m³/h arasında, kayaç (kaya) birimlerinde ise 3-8 m³/h arasında değişmektedir (Kahraman 2012).



Şekil 8. İşletmede 2006-2013 yılları arası galeri ilerlemeleri.

Ayak üretim çalışmalarında üretim hızı, damar kalınlığı, ayak eğimi, pano eğimi, su varlığı, kömürün ve yan kayacın yapısı vb. gibi koşullardan etkilenmesine rağmen C-09 panosunda 7.41 m/gün kazı hızı seviyelerine ulaşabilmektedir. Bu kazı sisteminde fiili kazı zamanı toplam çalışma zamanının %65'i seviyelerindedir (Çavuşoğlu vd. 2009). İşletmede yıllık kişi başı randıman değerlerinde 28.40 ton/veyemiye değerlerine ulaşılmıştır. İşletmede yıllara göre yapılan üretim miktarları ve kişi başı randıman değerleri Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. İşletme ocaklarında yıllara göre üretim ve kişi başına randımanlar.

3.2 Mekanizasyon Uygulamalarında Karşılan Sorunlar

Sahada uzun yıllar uygulanan mekanizasyon çalışmalarında faaliyetleri olumsuz etkileyen birçok faktörle karşılaşmıştır. Süreci olumsuz yönde etkileyen bu faktörlerden bazıları;

- Süreksizlikler,
- Su geliri,
- Damar eğimi, ayak içi eğimi ve ayak çalışma yönündeki eğim
- Kömürün kendiliğinden yanma karakteristiği,
- Nakliyat mesafelerinin (panoların) uzun planlanması,
- Tavan-taban koşulları,
- Kömürün damar kalınlığı,
- Kalifiye ve eğitimli eleman eksikliği,
- Kazılan kayacın fiziksel ve mekanik özellikleri,
- Mekanize kazıda toz oluşumu,
- Yeni panolarda ayak arkasının göçmemesi, vb. olarak sıralanabilir.

Sahadaki faylar (Davutoğlan Fayı, Doğandede Fayı, Kuzey Fayı) ve senklinal yapılar Çayırhan Havzasında ocak sınırlarının belirlenmesinde etkin rol oynamıştır. Ayrıca, G Sahasında G-01, G-02 ve G-03 panolarında faylardan dolayı özel bir çalışma yöntemi uygulanarak, panolar iki ayrı panoya ayrılmış ve üretim çalışmaları bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

Su geliri, özellikle B ve G sahalarında mekanizasyon çalışmalarını etkilemiştir. Öyle ki; B sahasında zaman zaman yeraltında su sondajları uygulamak suretiyle sorun aşılmıştır. G sahasında ise yerüstünden sondajlar yapılması suretiyle panolar çalışılmadan önce su drenaj çalışmaları yürütülmüştür. Su gelirinden dolayı zayıf taban taşı koşullarına sahip galerilerde bağların tabanla temasını artırarak, tabana batmalarını önlemek amacıyla taban plakası eklenmiş TH profiller kullanılmıştır.

Çalışma bölgelerinde damar eğiminin artması, hem hazırlık hem üretim çalışmalarında süreci olumsuz etkilemiştir. Hazırlık çalışmalarında yüksek eğimde galeri açma makineleri ile kazı yapılırken karşılaşılabilecek sorunlara karşı tahkimat, galeri açma makinesi ve bant konveyörde özel güvenlik önlemleri alınmıştır. GAM ile yüksek eğimlerde kazı çalışmasının gerçekleştirilebilmesi amacıyla GAM için özel aparat kullanılmıştır. Eğimin artması ayak üretim sürecinde etkili olurken özellikle ayak söküm-montaj ve taşıma sürelerini ciddi derecede etkilemiştir. Kömürün damar eğimi pratik gözlemlerle 15°'nin üzerine çıktığında ayak söküm montajında ciddi anlamda sıkıntılar gözlemlenmiştir (Kahraman vd. 2011a).

Kömürün kendiliğinden yanma riskinin fazla olmasından dolayı, üretim yöntemi geri dönümlü şekilde seçilmiştir. Yeraltı üretim ve hazırlık süreçlerinde meydana gelen gizli ocak yangınlarında mücadele için hem ocak koşulları hem de teknolojik imkânlar kullanılarak özel yöntemler geliştirilerek sorunlar aşılmıştır.

G sahası planlanırken pano uzunlukları yaklaşık 3,100-3,200 m civarında seçilmiştir. Uzun panoların hem söküm montaj ve taşıma çalışmalarında hem de personel sevkinde belli problemler yaşanmış, süreç içerisindeki uygun operasyonlarla bu sorunlar aşılmıştır (Kahraman vd. 2011a).

Tavan ve taban koşulları, hem hazırlık hem de üretim çalışmalarında süreci olumsuz etkilemiştir. Hazırlık galerilerinde tavan ve taban koşullarının sorunlu olduğu bu bölgelerde, tahkimat aralıklarının sıklaştırılması, kilit tahkimatı uygulaması, dolgu kimyasalları kullanılması, tavana kaya saplaması uygulamaları, vb. çalışmalar yapılmıştır. Ayaklardan üretim çalışmalarında zaman zaman tavan akmaları nedeniyle üretim faaliyetleri durmuş, özel göçük tahkimatları (çubuklama tahkimatı, profillemeye tahkimatı, kimyasal dolgu malzemelerinin kullanımı, ramble uygulaması, vb.) uygulanarak bu sorunlar aşılmıştır. Özellikle, sulu bölgelerde tabandaki kil taşından dolayı taban kabarmaları yaşanmış, suyun uygun şekilde drenajı ve taban taraması çalışmaları ile bu kısımlar geçilmiştir.

Mekanize kazı çalışmalarında bilgi gereksiniminin üst düzey olması ve ülkemizde bu alt yapının olmaması nedeniyle işletme bünyesinde meslek edindirme eğitimlerine özel önem verilerek, bilgili ve tecrübeli personele sahip olunmuştur. 2010 yılında ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde Çıraklık Yaygın Eğitim Genel Müdürlüğü ile işbirliği yapılarak işletmedeki çalışan meslek grupları ile ilgili mesleki eğitim modülleri hazırlanmıştır (Kahraman, vd., 2011b). Mevcut durumda, Nallıhan Halk Eğitim Merkezi (HEM) ile yapılmış olan Protokol çerçevesinde bu modüllere uygun olarak eğitim çalışmalarına devam edilmektedir.

Çalışılan formasyonun fiziksel ve mekanik özellikleri, makine ile kazı performansını etkileyen önemli parametrelerdendir. Makinelerin kesici kafa tasarımları ve keski seçimleri bu parametrelere göre yapılmıştır. Yine, bu özellikler dikkate alınarak galerilerde tahkimat aralıkları maksimum 1 metre olacak şekilde tasarım yapılmıştır. Özellikle, ayaklarda faylı bölgelerin geçilmesi sırasında kesici-yükleyici makine ile kazıda sorunlar yaşanmış sorunlar özel önlemlerle aşılmıştır. Ayaklardaki hatalı kesimlerden dolayı kesici-yükleyici makinenin zarar görmemesi ve ayakta göçükler yaşanmaması için kesici-yükleyici operatörleri ve yürüyen tahkimat sürücülerini özel yetiştirilmiştir.

Mekanize kazıda tozu bastırmak için özel çalışmalar yapılmıştır. Çalışma bölgelerine uygun miktarda hava gönderilmesi, kesici yükleyici makinelerde kazıda su fisketelerinin kullanımı, kırıcılarda toz siklonu ve su fisketesi kullanımı, bant konveyörlerin belli noktalarının ıslatılması, galerilerde özel toz bastırma sistemlerinin kullanımı ve galerilerde toz perdesi, vb. uygulamalarla toz sorunu aşılmıştır (Kahraman vd. 2013b).

Yeni bir panoda üretime geçilmesinden ilk 25-30 m'lik ilerlemelere kadar üretim sorunsuz sürdürülmektedir. Ancak bu mesafelerden sonra, tavan taşının kırılmaması nedeniyle 80-100 m ilerleme sağlanıncaya kadar çalışmalarda güçlükler yaşanmakta ve çalışmalar yavaş gitmektedir (Ertunç 2007). Bu tür sorunlar yaşanan panolarda yeraltından ve yerüstünden çeşitli uygulamalarla (delme-patlatma) ayak arkasının kırılması sağlanılarak, üretim çalışmalarına güvenli bir şekilde devam edilmiştir.

3.3 İşletmenin Gelecek Dönemlerdeki Mekanizasyon Stratejisi

Park Termik A.Ş. Çayırhan Linyit İşletmesi sahadaki madencilik faaliyetlerini verimli bir şekilde 2020 yılına kadar sürdürmeyi hedeflemektedir.

B sahasındaki hazırlık çalışmaları 2013 yılı Nisan ayında tamamlanmıştır. Bu sahadaki üretim çalışmaları 2015 yılı Nisan ayında tamamlanacaktır. G-1 sahasında hazırlık çalışmaları 2011 Ekim ayında tamamlanmış olup, üretim çalışmalarının 2014 yılı Nisan ayında tamamlanacaktır. G-2 sahasında hazırlık çalışmaları 2017 Nisan ayına kadar devam edecek olup, bu sahadaki üretim çalışmaları 2020 yılında tamamlanacaktır. D Sahasında hazırlık çalışmaları 2012 yılı Ocak ayında başlamış olup, 2017 Mart ayında hazırlık çalışmaları tamamlanacaktır. Bu sahadaki üretim çalışmalarının 2014 yılı Temmuz ayında başlanılıp, 2018 yılı Mayıs ayında tamamlanması hedeflenmektedir. E Batı sahasındaki hazırlık çalışmaları 2011 yılı Kasım ayında başlamış olup, hazırlık çalışmalarının 2019 Haziran ayı içerisinde tamamlanması planlanmaktadır. E Doğu Sahasındaki hazırlık çalışmaları 2012 Nisan ayı içerisinde başlamış olup, sahadaki belirsizlik nedeniyle hazırlık çalışmaları Nisan 2013' den sonra durdurulmuştur. H Güney sahasındaki hazırlık çalışmalarına 2012 yılı Temmuz ayında başlanılmıştır. Bu sahadaki hazırlık çalışmalarının 2019 Mayıs ayında bitirilmesi amaçlanmaktadır. H Güney sahasında üretim çalışmaları 2015 yılı Haziran ayında başlayacak olup, 2020 yılı Mart ayında bitirilmesi planlanmaktadır.

4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çayırhan kömür sahalarında tam mekanize kazı uygulamaları sırasında elde edilen deneyimlerden aşağıdaki sonuçlara ulaşılabılır;

- İşletmede mekanizasyon uygulamalarındaki başarı birçok parametreye bağlı olsa da, uygulama tecrübesi ile artış göstermiştir. 2006-2013 yılları arasında üretimde maksimum 5,353,800 ton/yıl ve 28.49 ton/yevmiye randıman elde edilmiştir. Hazırlık çalışmalarında genel olarak 2010 sonrası yeni ocakların açılmasına bağlı olarak artışlar yaşanmıştır. 2006-2013 yılları arasında toplam 76,031m galeri açma çalışması gerçekleştirilmiş olup, yaklaşık 300 m aylık galeri ilerlemesi değerlerine ulaşılmıştır.
- Mekanizasyonla üretim sürecinde saha koşullarına bağlı olarak birçok sorunla karşılaşmış, teorik ve pratik verilerle desteklenen doğru uygulamalarla bu sorunlar aşılmıştır.
- Ayak içi tavan akmalarında (göçüklerde) özel dolgu kimyasallarının kullanılması, ramble uygulamasına göre daha başarılı bir yöntem olduğu görülmüştür.
- Mekanize yeraltı ocak planlamasında makine-ekipman seçimine başlanılmadan önce; arazinin su durumunun belirlenmesi, geçilecek formasyonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, vb. kriterlerin öncelikli olarak belirlenmesinin çok önemli olduğu görülmüştür.
- Ocak ölçüm-gözlem sistemleri ve bu sistem aracılığı ile tutulan kayıtların işletme standartlarının belirlenmesinde etkin olduğu gözlemlenmiştir.
- Üretim yönteminin geri dönüşlü seçilmesi, özellikle G sahasında faylı bölgelerde çalışmalarda ve gizli ocak yangınları ile mücadelede ciddi avantaj sağlamıştır.

- Termik santral atığı uçucu külün yeraltında dolgu uygulamasında kullanılması ile hem çevre hem de madencilik yönünden uygun bir çalışma yürütülmüştür.
- İşletme, üretim sürecinde, mevcut ekipmanları ocak koşullarına ve teknolojik imkanlara uygun hale getirerek, uygun revizyon çalışmaları yaparak, eğitilmiş ve tecrübeli personeli ile mekanizasyonla kömür üretiminde yakaladığı randımanlı çalışmaları 2020 yılına kadar sürdürmeyi planlamaktadır.

5 KAYNAKLAR

- Aydın, Y., Kaygusuz, Y. 2000. Modern Teknoloji ile Donatılan Park Teknik Çayırhan Kömür İşletmesinin Tanıtılması, *Türkiye 12. Kömür Kongresi*, s. 117-128, Zonguldak.
- Çavuşoğlu, İ. 2008. Uçucu Küllerin Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılması; Örnek Bir Uygulama (Çayırhan), *Madencilik Dergisi*, 26, 4, s. 3-13.
- Çavuşoğlu, İ., Şenfilo, L., Tarhan, Ş., Turan, H. H. 2009. Çayırhan Yeraltı İşletmelerinde Yüksek Arınlı Mekanize Uzunayakların Üretim Hızının İncelenmesi, *Türkiye 2. Maden Makinaları Sempozyumu*, s. 129-142, Zonguldak.
- Ertunç, G. 2007. *Uzunayak Panosunda İlerleme ile İlk Göçme Arasındaki İlişkinin 3 Boyutlu Sayısal Modellemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kahraman, E. 2012. *Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesinde Kollu Galeri Açma Makineleri İçin Performans Modeli Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Kahraman, E., Erarslan, O. 2011. Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesi G Sahasında Hazırlık Çalışmalarının Değerlendirilmesi, 3. *Maden Makinaları Sempozyumu*, s. 83-88, İzmir.
- Kahraman, E., Erarslan, O., Çavuşoğlu, İ., Yılmaz, A. O. 2011a. Mekanize Uzun Ayaklarda Kömür Damar Eğiminin Ayak Söküm Süresine Etkisi, *Madencilik Dergisi*, 50, 4, s. 29-37.
- Kahraman, E., Erdem, H. H., Doğan, O. E., Sığırcı, C. 2011b. Madencilikte Meslek İçi Eğitimin Önemi: Çayırhan Örneği, s. 419-425, Ankara.
- Kahraman, E., Erdem, H. H., Sığırcı, C. 2012. *Çayırhan Linyit İşletmesi Kazı Tahkimat Söküm İşleri Eğitim Kitabı*, Teknik Not, Ankara.
- Kahraman, E., Erdem, H. H., Sığırcı, C. 2013b. *Çayırhan Linyit İşletmesi Yeraltı Çalışanları İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim Kitabı*, Teknik Not, Ankara.
- Kahraman, E., Ustabaş, F., Tarhan, Ş., Taşkın, F. B. 2013a. Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesi B Sahasında Ayak Uzunluğunun Değişiminin Üretim Çalışmalarına Etkisinin İncelenmesi, *Türkiye 23. Uluslararası Madencilik Kongresi*, s. 1109-1116, Antalya.
- Tarhan, Ş., Kahraman, E., Erdem, H. H., Sığırcı, C., Taşkın, F. B. 2012. Tam Mekanize Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesinde 2008-2011 Yılları Arasında Meydana Gelen İş Kazalarının Değerlendirilmesi, *Türkiye 18. Kömür Kongresi*, s. 369-382, Zonguldak.
- TMD, 2004. *Kömür ve Sektörde Örnek Bir Olay: Çayırhan*, Türkiye Madenciler Derneği.

İMBAT MADENCİLİK SOMA-EYNEZ SAHASINDA MEKANİZASYON UYGULAMALARI

THE APPLICATIONS OF MECHANIZATION IN İMBAT MINING CO. SOMA-EYNEZ FIELD

A. Ekici, U. Satılmış

İmbat Madencilik Enerji Turizm San. ve Tic. A.Ş., Manisa

ÖZET: Yeraltı kömür madenciliğinde üretim yöntemlerinin belirlenmesinde birçok faktör mevcuttur. Bunların en önemlileri, damar koşullarına uygunluk ve finansman kapasitesidir. Elbette ki, mümkün oldukça yüksek verimliliği sağlayacak, iş kazalarını en aza indirecek yöntemler tercih edilmelidir. Bu bildiriye, İmbat Madencilik A.Ş.'nin faaliyet gösterdiği Soma Eynez havzasındaki mekanizasyon olanakları, işletmedeki mevcut üretim yöntemi ve tam mekanizasyon konusundaki hedeflerden bahsedilmiştir.

ABSTRACT: There are many factors affect production methods in underground coal mining. The most important are financing capacity and conditions of coal seams. Of course the system which will provide high efficiency and minimize accident at work, should be preferred. In this paper, İmbat Corporation activities to elicit the possibilities of mechanization in Eynez basin, the present semi-mechanized production method and target of full mechanized system is mentioned.

1 GİRİŞ

İmbat Madencilik AŞ., 04.10.2004 tarihinden bu yana Manisa İli, Soma İlçesi Eynez Köyü Karanlıkdere mevkiinde yeraltı kömür işletmeciliği faaliyetlerinde bulunmaktadır. Soma ilçesinin yaklaşık 25 km güney batısındaki İşletme sahasına, Soma-Bergama karayolunun 16. km'sindeki Cenkyeri kasabasından 11 km'lik asfalt yol ile ulaşılmaktadır.

İşletme, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü ile 04.10.2004 tarihinde imzalanan rödovans sözleşmesi kapsamında; linyit kömürü üretimi, yıkama-zenginleştirme ve torbalama hizmetlerini yürütmektedir. Tüvenan üretim ortalama 20,000 ton/gün'dür. 04.10.2004-31.03.2014 arasında 31,602,688 ton tüvenan linyit kömürü üretilmiş, yıkama ve zenginleştirme işlemine müteakip TKİ Kurumu'na teslim edilmiştir. 4,525'i yeraltı kadrosunda olmak üzere 5,300 kişiye doğrudan istihdam sağlanmaktadır. Toplam istihdamın içinde 93 mühendis ile 201 tekniker görev yapmaktadır. İşletme, OHSAS 18001:2007 İş Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesi ve ISO 14001:2004 Çevre Yönetim Sistemi Belgesine sahiptir.

2 İMBAT MADENCİLİK KÖMÜR SAHASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Soma Havzası; ortada Bakırçay grabeni, kuzeyde Deniz Sahası, güneyde ise Kısırakdere, Işıklar ve Eynez Sahası olarak 3 bölgeye ayrılır. Havzadaki kömürün temel kayaçlarını Paleozoik yaşlı grovak ve Mezozoik yaşlı kristalize kireçtaşları oluşturur. Bu seriler üzerinde Miyosen ve Pliyosen yaşlı Neojen kömür serileri oturur. Ekonomik olarak işletilebilir kömür damarı KM2 olarak adlandırılan tabakalarda yer almaktadır (Şekil 1).

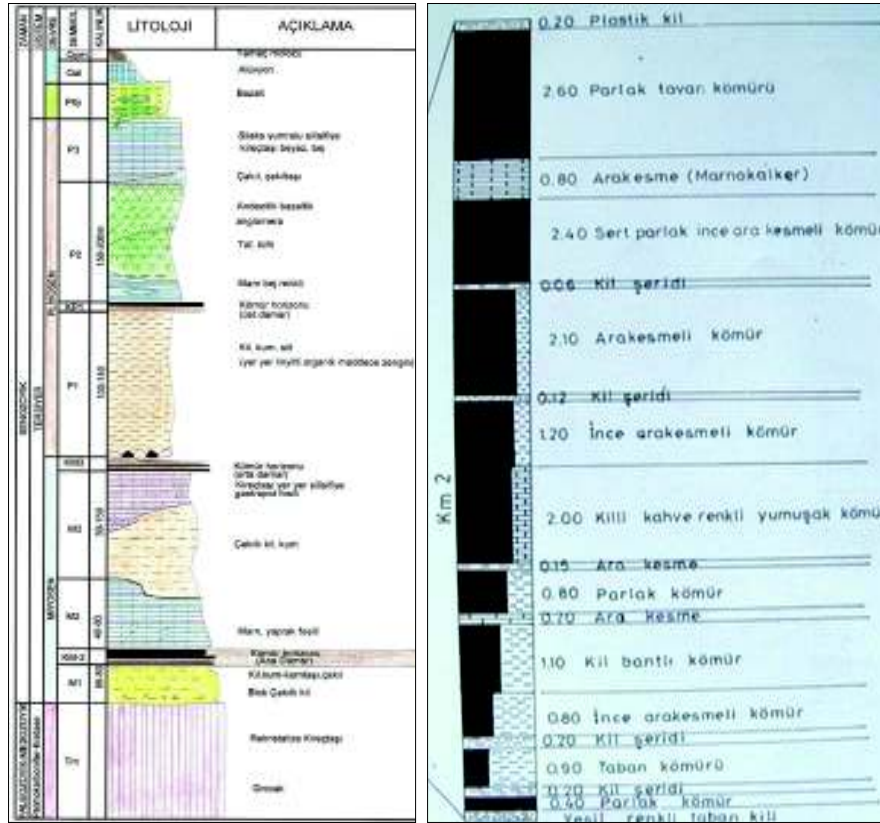
Havzadaki kömür son derece yangına elverişli yapıda olup yangınla mücadele etmek için ayak arkalarındaki kömürün iyi temizlenmesine çalışılmakta ve ayak arkalarına yoğun şekilde termik santral külü ramblesi yapılmaktadır.

İmbat Madencilik sahasında yeraltı ocağından alınan numuneler üzerinde İTÜ'de deneyler yapılmış, kömürün ve tavan taşının fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir (Çizelge 1-2).

3 YERALTI ÜRETİM YÖNTEMİ

İşletmede uygulanan yeraltı üretim yöntemi; geri dönüşlü, arka göçertmeli, çok katlı uzun ayak yöntemidir. Tahkimat sistemi olarak 2011 yılı Aralık ayına kadar hidrolik direk çelik sarma tahkimatı uygulanmaktaydı. Bu tarihten sonra kademeli olarak "Mekanize tahkimat" veya madencilik literatüründe bilinen adıyla "Yarı mekanize" sistemine geçiş yapılmıştır. 2014 yılı Nisan ayı itibarıyla toplam 1,900 adet mekanize tahkimat şildi mevcuttur. 1,500 m'lik kazı arınında 1 m enindeki 1,500 shield kullanılmakta olup 400 adet shield yedek olarak bulunmaktadır.

Soma Eynez havzasında faaliyetlerini sürdüren İşletmenin doğu panolarında bulunan kömür damarının kalınlığı yaklaşık 26 m'dir. Üretim, 25 m yatay mesafeyle eşzamanlı çalışan 3 kattan delme patlatma yöntemiyle yapılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Soma Havzası kömür damarının litolojisi ve stampı.

Çizelge 1. İmbat A.Ş. kömür numuneleri deney sonuçları

Numune	Darbe Dayanımı +/- standart sapma	Koni Delici I _s +/- s.s.	Basınç Dayanımı MPa	Shore Scleroscope Sertliği +/- s.s.
Marn – Tavan Taşı	81 +/- 0.7	2.54 +/- 0.5	64.0	40 +/- 0.4
Kömür – Tavan Ayak	75 +/- 0.4	2.20 +/- 0.8	28.3	74 +/- 0.5
Kömür – Orta Ayak	74 +/- 0.5	1.88 +/- 0.5	24.0	58 +/- 2.4
Kömür – Taban Ayak	61 +/- 0.8	1.64 +/- 0.5	18.7	55 +/- 2.5

1. kat ayaklar tavan taşı kontaklıdır. 1. kat (tavan) ayaklar ile 3-5 m kalınlığındaki yalancı tavan (kalkerli marn) ile ana tavanın (marn) kırılması sağlanır. Havzada üretimi zorlaştıran en önemli hususlardan birisi, tavan taşının zor oturtulmasıdır. Bu nedenle çoğu zaman tavan ayaklarda ayak arkasında tavan taşına delik delme, patlatma ve tavan taşını zayıflatma çalışmaları ayna kazısından daha önemli hale gelmektedir. Özellikle pano başlangıcında ana tavanın kolay oturtulamaması ayak önünde tavan basıncının artmasına, göçük tarafında tehlikeli gazların birikmesine neden olup ayrıca yangın riski doğurduğundan başlangıçta tavan taşının oturtulması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Çizelge 2. İmbat A.Ş. kömür numuneleri deney sonuçları.

Litoloji	Normal Kuvvet		Kesme Kuvveti		Spesifik Enerji
	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	
	FN (kgf)	FN' (kgf)	FC (kgf)	FC' (kgf)	SE (MJ/m ³)
Tavan Taşı	389.1	1,091.8	207.8	811.2	16.55
Tavan Taşı	422.3	1,000.8	190.8	671.1	15.20
Tavan Ayak Kömürü	37.8	117.2	22.1	108.6	0.34
Tavan Ayak Kömürü	38.8	160.5	32.6	212.0	0.50
Orta Ayak Kömürü	21.8	81.7	31.4	215.8	1.03
Taban Ayak Kömürü	9.0	64.9	31.5	148.0	0.74
Taban Ayak Kömürü	36.6	108.1	37.7	200.2	0.88

FC = Keskiye gelen yatay istikametteki ortalama kesme kuvveti

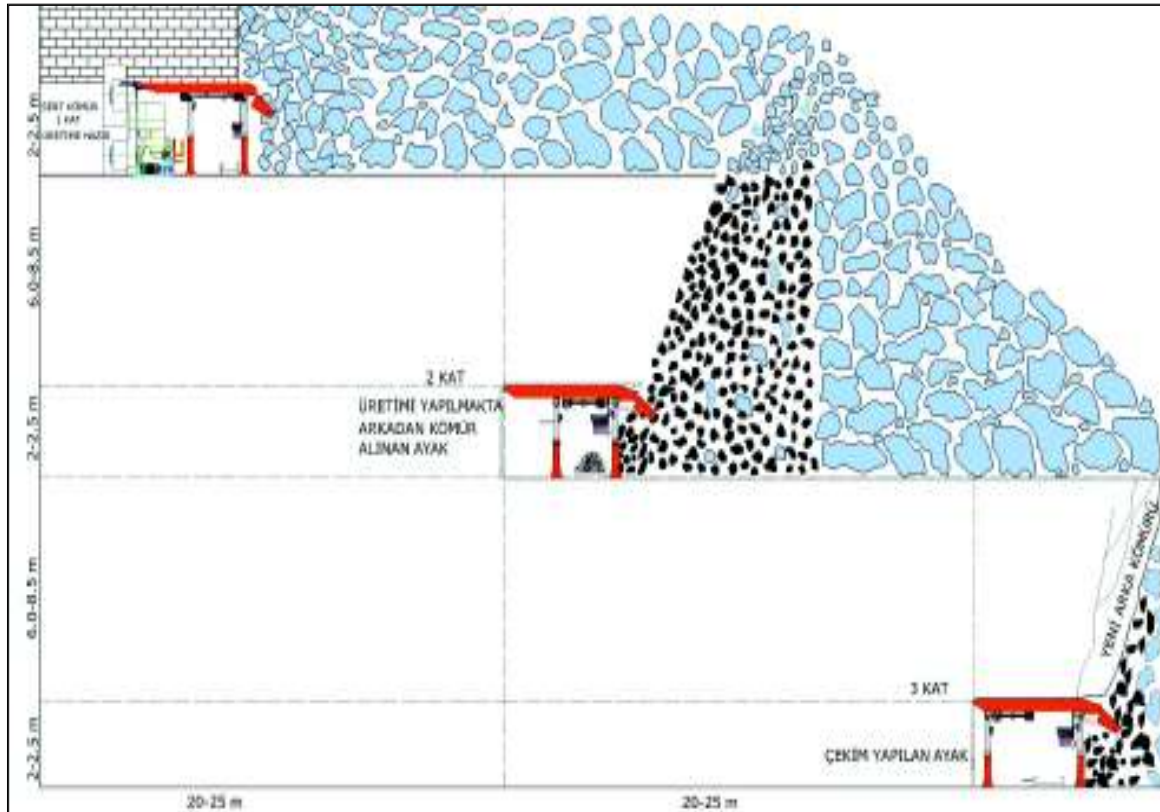
FC' = Keskiye gelen yatay istikametteki maksimum kesme kuvveti

FN = Keskiye gelen dikey istikametteki ortalama keski kuvveti

FN' = Keskiye gelen dikey istikametteki maksimum keski kuvveti

SE = Spesifik enerji, birim hacimdeki kayacı kesmek için gerekli enerji

- Kömürün parça dayanımı 23.7 MPa'dır.
- Elastisite modülü 5.6 GPa
- Yatay ve düşey süreksizlik sıklığının 0.15 m
- Düşey arazi basıncı 12 MPa
- Kömür basınç dayanımları 18.7-28.3 MPa
- Yatay arazi basıncı 15.2 MPa



Şekil 2. Üretim yöntemi kesit görünüşü.

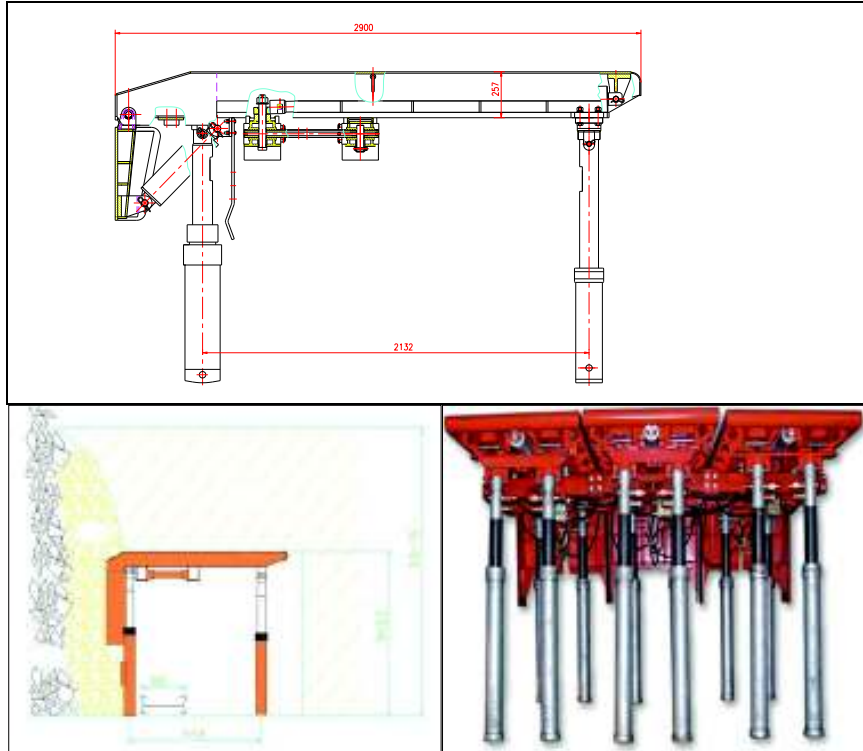
2. kat ayaklardaki çalışmalar, tavan ayağın yaklaşık 30 m gerisinde ve 10 m altında 2-2.5 m ayna kazısı ve tavanda kalan 6-8 m kömürün göçertme yöntemiyle ayak arkasından alınmasına yönelik yapılmaktadır.

3. kat ayak çalışması ise 2 kat ayağın yaklaşık 30 m gerisinde ve 10 m altında aynı şekilde 2-2.5 m ayna kazısı ve 6-8 m arka kömürün alınması yöntemiyle yapılmaktadır. Taban taşının kil (montmorillonit) olması nedeniyle 3. kat ayaklar kömürün tabanında bulunan 2 m'lik düşük kalorili kömürün hemen üstünde oluşturulmaktadır. Kil taşı su ile birleştiğinde erimeye ve kabarmaya başlamakta olup, çalışmaları olumsuz yönde etkilemektedir.

Doğu panoları metan içermektedir. Yaptığımız çalışmalar sonucunda kömürün metan içeriği 2.2 m³/ton olarak belirlenmiştir. Eş zamanlı çalışan 3 katlı üretim yöntemi, kattan kata metan geçişleri olması dolayısıyla metan boşaltımının güvenli olarak yapılmasını sağlamaktadır.

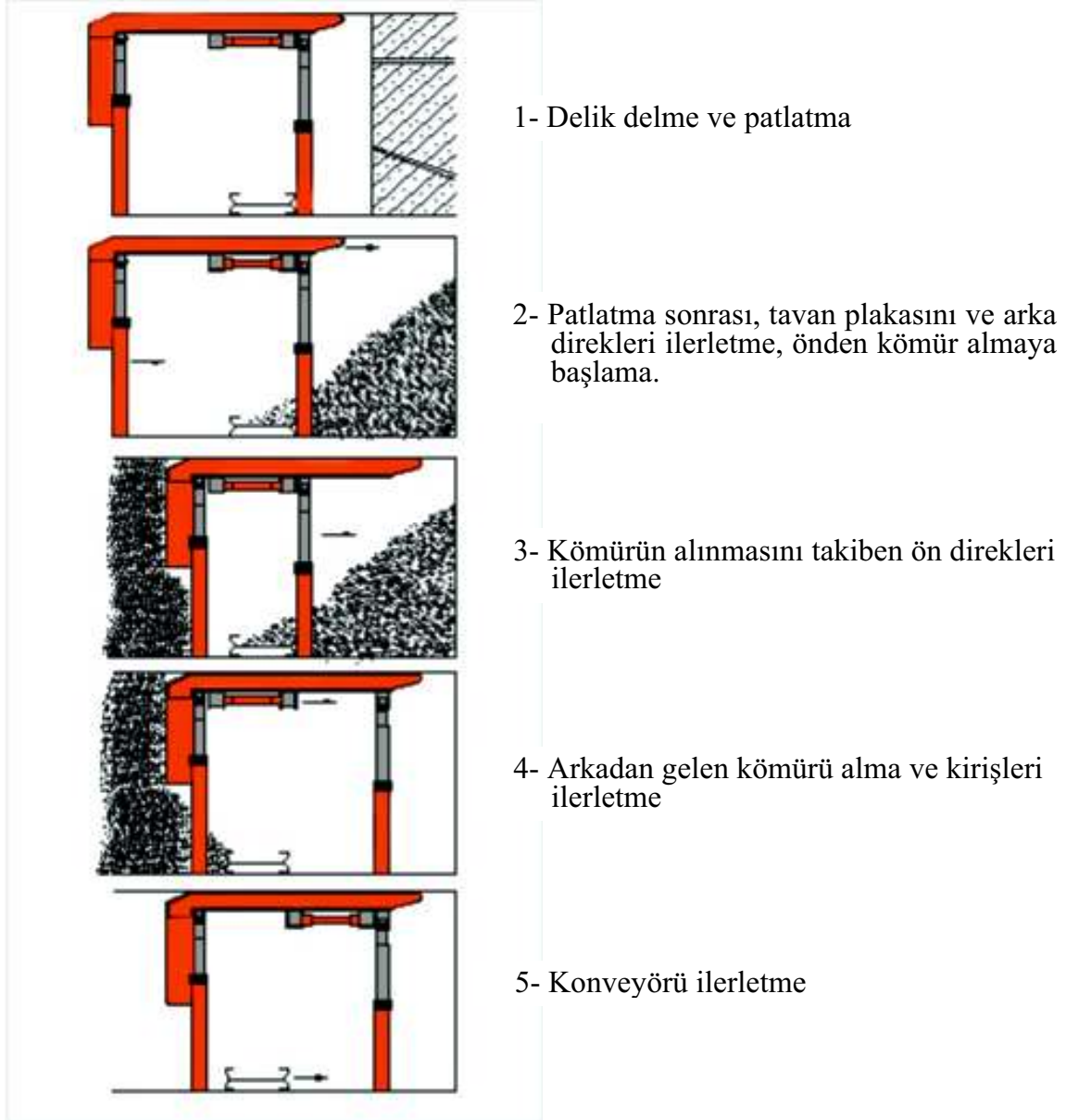
4 MEKANİZE TAHKİMAT SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

İşletmede mekanize tahkimat sistemi uygulanmakta olup bu sistemde 290x96 cm boyutlarındaki tavan plakaları (shield) 4'er adet hidrolik direklerle desteklenip iki kirişle birbirlerine montajlanarak ayak teşkil edilmektedir. Ayak boyunca yan yana dizilmiş shieldler ve shieldleri birbirine bağlayan iki sıra kiriş ile tahkimatın bütünlüğü sağlanır. Her shieldde, 2 ayna tarafında 2 göçük tarafında olmak üzere ve her biri 50 ton kapasiteli 4 adet hidrolik direk vurulur. Gereken durumlarda ön kirişe ilave direk vurma imkânı mevcuttur. Ayak içerisinde kirişlerde ondülasyona sebebiyet vermemek için shieldlerin aynı seviyede olmasına dikkat edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Mekanize tahkimat sistemi.

Mekanize tahkimat hidrolik sisteminde ortalama 250 bar basınç bulunmaktadır. Hidrolik sistemde kullanılan akışkan, korozyon önleyici yağ ilave edilmiş sudur. Bu akışkanın döngüsü, hidrolik pompa merkezinden sağlanır. Merkezden gelen akışkan basıncı sayesinde sistem hareket ettirilip kazı yapılan ayna yönüne doğru tahkimat ilerletilir (Şekil 4).



Şekil 4. Mekanize tahkimatın ilerletilmesi aşamaları.

Mekanize tahkimatın bütün hareketleri manuel olarak kumanda kolları ile sağlanır. Mekanize Tahkimatın en önemli özelliklerinden birisi, çok katlı sistemde tavanda kalan kömürün ayak arkasından alınabilme kolaylığıdır. Shieldlerin göçük tarafında arka plakalar ve bunlara monte edilmiş kumanda kolları bulunmaktadır. Arka plakalar, aşağı yukarı hareketlerle arka kömürünün alınmasını ve iri kömür parçalarının kırılmasını sağlar. (Şekil 5). Mekanize sistemin teknik özellikleri ile ilgili bazı sayısal veriler Çizelge 3’de verilmiştir.



Şekil 5. Mekanize sistemde arka kömürünün alınması.

Çizelge 3. Mekanize tahkimat sistemi teknik bilgiler.

MODEL:ZH2000-16/24	BİRİM	DEĞER
Tahkimat yüksekliği	metre	1.6 – 2.4
Tahkimat eni	metre	0.96
Uzunluk	metre	2.9
Direk sayısı	adet	4
Direk çapı	mm	ön: 125 arka: 144
Tahkimat ağırlığı	kg	2,200 – 2,500
Çalışma direnci	KN	2000
Çalışma sıvısı	emülsiyon	%2
Pompa basıncı	MPa	31.5
Çalışma basıncı	MPa	42
Tabana uygulanan min basınç	MPa	30
Tahkimat ilerlemesi	metre	0.8 – 1.0

5 MEKANİZE TAHKİMAT SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

Mekanize tahkimatın en önemli özelliği, çok katlı sistemde tavanda kalan kömürün ayak arkasından alınabilme kolaylığıdır. Tahkimat, bir tavan plakası ve 4 hidrolik direktten oluştuğundan arka açıklığı, ayak arınındaki açıklığa eşdeğerdir. Bu da, arka kömürüne müdahale kolaylığı sağlamaktadır. Sahamızdaki kömürün sert yapısı nedeniyle çoğu zaman arkada tavadan düşen iri kömür blokları bulunur veya tavan askıda kalır. Bu gibi durumlarda arka kömürüne kolayca ateşleme yapılarak kömür alınmaktadır. Shieldlerin göçük tarafında hidrolik sistemle hareket eden arka plakalar, aşağı yukarı hareketlerle arka kömürünün alınmasını ve iri kömür parçalarının kırılmasını sağlar.

Mekanize tahkimatın klasik tahkimat sistemine göre avantajları ise şunlardır:

- Klasik sistemde hidrolik direk ve çelik sarmaların ilk kurulumu ve sökümü tamamen iş gücü ile yapılır. Mekanize tahkimatın ilk kurulumunda tavan plakalarının kaldırılma ve indirilmesi calaskallar ve hidrolik direklerle yapıldığından iş gücü tasarrufu sağlamakta, ayrıca ayakların kurulumunda ve sökümünde kaza riski azalmaktadır.
- Klasik sistemde arka sökümü başlı başına riskli bir çalışmadır. Mekanize tahkimatta arka sökümü yoktur.
- Klasik sistemde kullanılan direk, belleme, kama gibi tahkimat parçalarının sirkülasyonu daha fazladır. Bunların taşınması esnasında iş kazaları da yaşanabilmektedir. Mekanize sistemde ise kama ve belleme kullanılmamaktadır. Taşımaya bağlı iş kazaları ve iş gücü kayıpları en aza indirilmiştir.
- Klasik sistemde tahkimatın eksik veya yanlış yapılması, başta göçükler olmak üzere ciddi kazalara yol açabilmektedir. Mekanize tahkimatta ise olası işçilik hatalarına rağmen tahkimat güvenliği sağlanmıştır. Eksik, yanlış veya yetersiz tahkimat yapılma şansı yoktur.
- Patlayıcı madde kullanımı sırasında yük almamış klasik tahkimat ünitesi bozulabilmektedir. Mekanize sistem giriş bağlantıları ile bir bütün olarak düşünüldüğünden bu tür sıkıntılar yaşanmamaktadır.
- Klasik sistemde arkadan kömür alınırken kontrolsüz malzeme gelme ihtimali vardır. Mekanize tahkimatta kumanda kolları ile kontrol edilen arka kapak sayesinde kontrolsüz malzeme gelme olasılığı düşüktür. Arka kapaklar, aşağı yukarı hareketlerle arka kömürünün alınmasını ve bir noktaya kadar iri kömür parçalarının kırılmasını sağlar.
- Klasik sistemde arkası oturmamış kısımlarda meydana gelen ani oturmalarda tahkimat üniteleri bozulabilmekte, ciddi kazalar yaşanabilmektedir. Mekanize tahkimatta ani oturmalarda tahkimat ünitesinin bozulma ihtimali çok düşüktür.
- Klasik sistemde aynası ezik ve akıcı olan yerlerde aynadan pasa akmaları yaşanır. Mekanize tahkimatta shieldler önce yarım yürütülerek tavan kontrolü sağlanır ve pasa akmaları önlenir.
- Klasik sistemde kazı sonrası açılan boşluğa hidrolik direk ve çelik sarmalar kaldırılırken kazı ekibi ağırlık kaldırma durumundadır. Mekanize tahkimatta ise hiçbir ağırlık kaldırılmadan kazı yeri açılıp tahkimat hidrolik sistemle öne yürütülür.

6 TAM MEKANİZE İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Son iki yıldır işletmemizde başarı ile uygulanmakta olan mekanize tahkimat sisteminin klasik tahkimata karşı önemli avantajları olmakla birlikte sistemde yine emek yoğun çalışma söz konusudur. Kömür kazısı delme-patlatma ile yapılmaktadır. Bu yoğunluğun ve dolayısıyla iş kazalarının en aza indirilmesi, verimliliğin daha da yükseltilmesi amacıyla tam mekanize sistemlere geçiş planlanmaktadır.

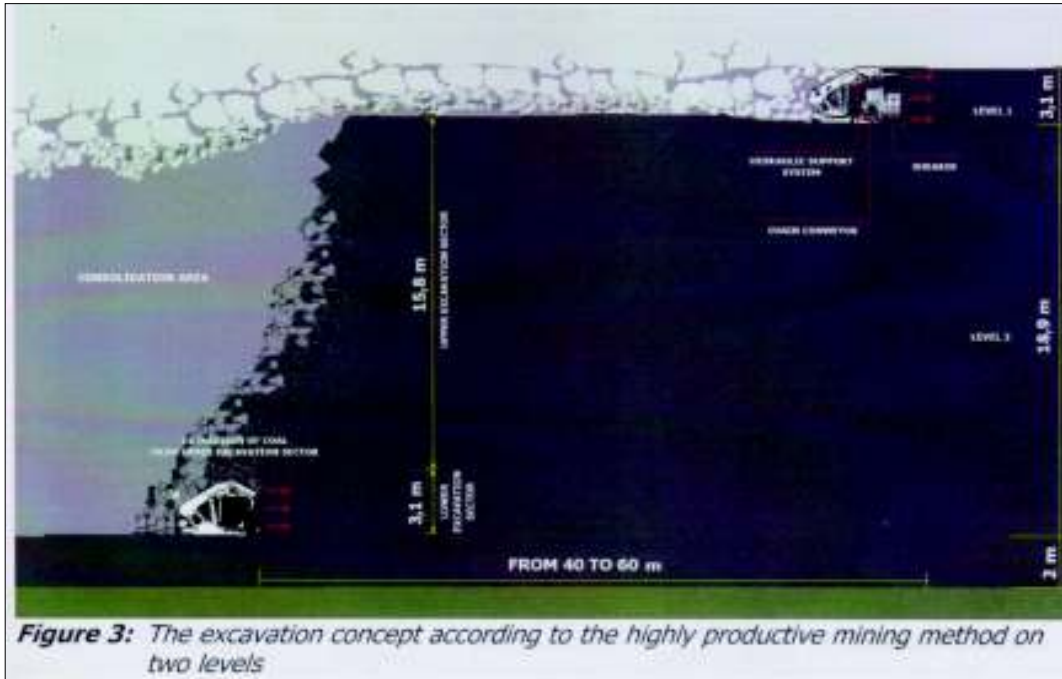
Shield ve kesicilerin kullanımıyla tam mekanize kömür üretimi için, damar özelliklerine göre farklı yöntemler uygulanabilmektedir. Bu yöntemlerden başlıcaları şunlardır:

- İnce kömür damarlarında yatay üretim olarak adlandırılabilir sadece ayna kazısı ile kömür üretimi,
- Kalın damarlarda tek veya çok katlı üretim ile ayna kazısı ve shield penceresinden arka kömürü alınması,
- Kalın damarlarda tek veya çok katlı üretim ile ayna kazısı ve shield arkasından konveyör sistemi ile arka kömürü alınması,
- Kalın damarlarda çok katlı üretimle ayna kazısı ve önden göçertmeli kömür alınması.

Eski popüleritesi azalsa da saban kullanımı da bir seçenek olarak yer almaktadır. Tüm yeraltı işletme yatırımlarında olduğu gibi sahamızdaki kalın damara en uygun tam mekanize sistem seçiminde İşletmemizce bazı önemli kriterler dikkate alınmaktadır. Tam mekanize sistem için öne çıkardığımız kriter, rezervin tamamına yakınının üretilebilmesi, ayak arkalarında kömür bırakılmamasıdır.

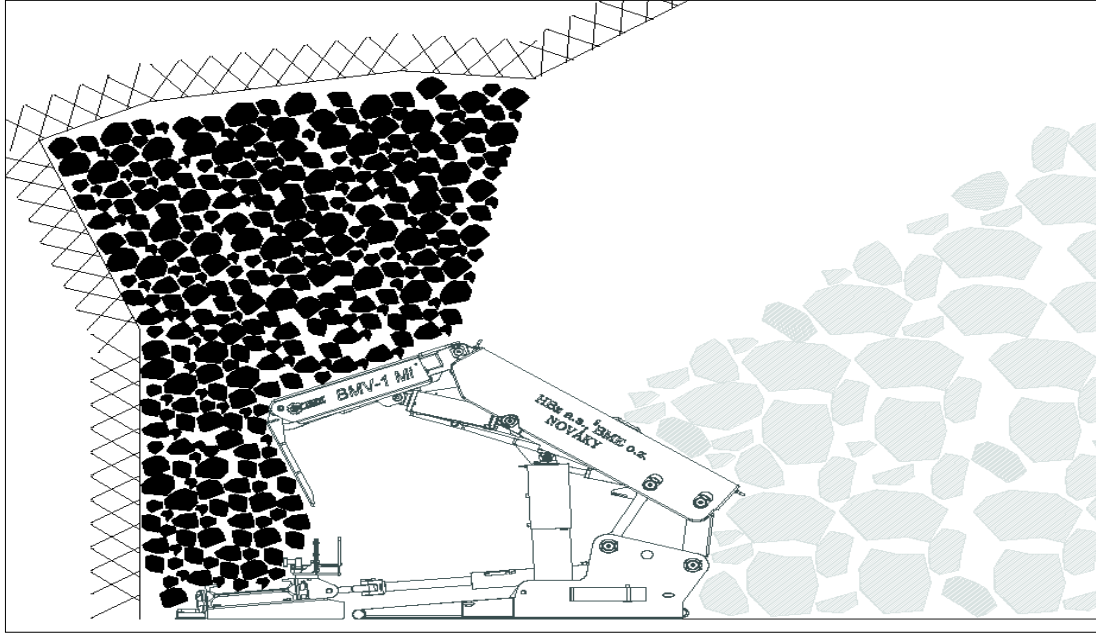
6.1 Yatırımı Planlanan Tam Mekanize Sistem Seçeneği

Kömür kalınlığının yaklaşık 26 metre olduğu doğu panolarında 2 katlı ve önden göçertmeli sistemin uygulanması öngörülmektedir (Şekil 6). Uygulanacak tam mekanize üretim yönteminde mevcut damar kalınlığı göz önüne alındığında 3 metrelik kısım tavan ayakta ve tavan taşı kontaklı yapılacak olup kesici-yükleyici ve hafif shield sistemi kullanılması planlanmaktadır. Burada ana tavan taşı kırma amacıyla shieldler arasından delik delme ve patlatma işlemi yapılabilecektir.



Şekil 6. Önden göçertmeli tam mekanize üretim sistemi.

Tam mekanize çalışılacak panolarda taban ayakta üretim yöntemi olarak; taban taşının 2 metre üstündeki 3 metrelik kısmın aynadan kesici-yükleyici vasıtası ile kazılması, üstte kalan yaklaşık 18-19 metrelik kısmın ise önden göçertme yöntemi ile alınması öngörülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Taban ayakta tam mekanize üretim sistemi

6.2 Tam Mekanize Sistemde Planlanan Üretim

Tam mekanize üretim sistemine geçiş sonrası 1 panodan günlük toplam 22,500 ton üretim yapılması öngörülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tam mekanize sistemde günlük üretim miktarı.

Pano	Ayak Boyu m	Kazı yüksekliği m	Kömür Yoğunluğu t/m ³	Üretim Miktarı t/m	Günlük İlerleme	Günlük Üretim t
1.kat 1.ayak	125	3	2	750	2.25	1,688
1.kat 2.ayak	125	3	2	750	2.25	1,688
2.kat 1.ayak	125	3+17	1.7	4,250	2.25	9,562
2.kat 2.ayak	125	3+17	1.7	4,250	2.25	9,562
Günlük Üretim Miktarı-t						22,500

Not: Her vardiya 1 tam kesim yapılması planlanmıştır (0.75 m).

6.3 Tam Mekanize Sistemde Öngörülen İşçi Sayısı

Tam mekanize üretim sisteminde 1 panodaki 2 katta ayaklarda 1 vardiyada 70 işçi, günde (3 vardiyada) toplam 210 işçi çalıştırılması ve %15 fazlasıyla toplam 240 işçi istihdam edilmesi planlanmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tam mekanize sistemde işçi sayısı.

Pano	Kesici Yükleyici Operatörü	Şilt Opera törü	Mekanik Elektrik Bakımcı	Zincirli Konveyörler AFC+BSL	Ayak başı ve kuyruk Tahkimatçısı	Toplam
1.kat 1.ayak	2	4	3	2	6	17
1.kat 2.ayak	2	4	3	2	6	17
2.kat 1.ayak	2	5	3	2	6	18
2.kat 2.ayak	2	5	3	2	6	18
Toplam	8	18	12	8	24	70

6.4 Kazı Randımanı

İşletmede 2011 yılı ve öncesinde uygulanan klasik sistemde ve 2011 yılından sonra uygulanan yarı mekanize sistemde gerçekleştirdiğimiz kazı randımanları ile önümüzdeki süreçte uygulanması planlanan tam mekanize sistem için programlanan randımanlar Çizelge 6'da belirtilmiştir.

Çizelge 6. Kazı randımanı.

	İşçi sayısı	Üretim miktarı	Randıman
Klasik sistem	1,073 yevm./gün	12,251 ton/gün	11.41 ton/yevm.
Yarı mekanize sistem	1,131 yevm./gün	19,404 ton/gün	17.09 ton/yevm.
Tam mekanize sistem	240 yevm./gün	22,500 ton/gün	93.75 ton/yevm.

7 SONUÇ

Yeraltı kömür madenciliğinde mekanizasyon uygulamaları gerek üretim verimliliği gerekse iş güvenliğinin artırılması açısından oldukça olumlu sonuçlar vermektedir.

İşletmemizde uygulanan mekanize tahkimat, tam mekanizasyona geçiş için bir aşama olarak kabul edilebilir. Yapılan çalışmalara göre mevcut saha koşullarımızın teknik olarak tam mekanizeye uygun olması nedeniyle üretim yöntemimizin tam mekanize sisteme dönüştürülmesi, bu sayede üretim verimliliğinin artırılması, kaza risklerinin azaltılması ve rezervin daha rantabl bir şekilde üretilmesi planlanmaktadır.

8 KAYNAKLAR

- Bilgin, N., Çopur, H., Balcı, C., Avunduk, E., Tumaç, D. 2011. *İmbat Madencilik A.Ş.'nin İşletmekte Olduğu Sahada Kalın Damarların Mekanizasyonu ve Önden Göçertmeli Sistemin Uygunluğunun Ön Etüdü.*
- Bilgin, N., Çopur, H., Balcı, C., Avunduk, E., Tumaç, D. 2011. *İmbat Madencilik A.Ş.'nin İşletmekte Olduğu Sahadaki Kalın Damarın Tavan-Taban Arasındaki Dayanımının, Kesilebilirlik ve Göçebilirlik Özelliklerinin Araştırılması.*
- İmbat Madencilik A.Ş. *Tanıtım Notları*, <http://www.imbatmadencilik.com>

TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU
ÜRETİMDE MEKANİZASYON PROJESİ
MECHANISED COAL PRODUCTION SYSTEM AT
TURKISH HARDCOAL ENTERPRISE

N. Biçer

TTK Genel Müdürlüğü, Etüd, Plan, Proje ve Tesis Daire Başkanlığı, Zonguldak

ÖZET: Bu çalışmada Amasra TİM uygulanan mekanize üretim çalışmalarında elde edilen sonuçlar verilmektedir. Komple mekanize sistem tahkimat üniteleri, tek tamburlu kesici, güç ünitesi, çift tamburlu vinç ve haberleşme sisteminden oluşmaktadır. Mekanize sistem Tavan ve Kalın damarlarında uygulanmaktadır. 210 gün süren deneme çalışmaları başarılı şekilde sonuçlanmış ve bu şekilde teçhizat satın alınmıştır. Kanıtlanmış olan bu teçhizat TTK'nın diğer işletmelerinde de uygulanacaktır.

ABSTRACT: In this paper the results obtained from the mechanized faces in Amasra Colliery are given. The complete mechanised system consist of roof supports, single drum shearer, power pack, electrical double- drum-hoist and radio communication system are applied Tavan and Kalın seams. The application of trial continued 210 days and after obtaining successful results the complete set of equipment is purchased. The proven equipment will be applied to the other coal mines within TTK.

1 GİRİŞ

Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda Yeniden Yapılanma Döneminin başladığı 1990'lı yıllarda yapılan konsantrasyon çalışmaları ile yeraltı ve yerüstü işgücünde önemli azalmalar olmuştur. Bu dönemde yatırımlar yoğunlaşmış ve son 25 yılda yaklaşık 651 milyon \$'lık yatırım yapılmıştır. Bu rakam havzanın 1950'li yıllarda Marshall yardımıyla kurulduğu dönemde harcanan toplam yatırımların bugünkü değeri olan 750 milyon \$'a tekabül etmektedir. TTK'da 1980-2014 dönemi işçi sayısı-üretim ve yatırım gerçekleştirmeleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. TTK 1980-2014 dönemi işçi sayısı-üretim ve yatırım gerçekleştirmeleri.

YILLAR	İŞÇİ SAYISI	SATILABİLİR ÜRETİM (Ton)	DÖNEMSEL YATIRIM (10 YILLIK) (Milyon \$*)
1980	41,927	3,597,628	-
1990	34,349	2,745,242	170.4
2000	19,151	2,256,865	224.4
2014 (Program)	9,300	1,365,000	256.6

(*) Döviz Kuru Ortalaması DPT ve TCMB web sitesinden alınmıştır.

Özellikle son 10 yılda yoğunlaşan alt yapı yatırımları ile havzanın 5 milyon ton satılabilir üretim kapasitesi önemli ölçüde yenilenmiştir.

Kuruma kitlesel işçi alımının önümüzdeki dönemde olmayacağı gerçeği Kurumu yeni arayışlara yöneltmiştir.

Taşkömürü Havzası'nın jeolojik durumu irdelendiğinde birçok büyük atımlı fay ve tali faylarla parçalandığı senklinal ve antiklinallerle yapının daha da karmaşık bir hale geldiği görülmektedir. Havzanın bu karmaşık yapısından dolayı üretimde mekanizasyon uygulanamamış ve mekanize üretim yöntemlerine mesafeli duruş sergilenmiştir. Kurumda dik damarlarda ANŞ-2 kazı teçhizatı uygulaması yapılmış ancak, hazırlıkların bu yöntemle göre dizayn edilememesi ve üretim termininde süreklilik sağlanamaması nedeniyle beklenen sonuçlar alınamamıştır.

TTK'da emek yoğun klasik üretim çalışmalarından dolayı en büyük üretim maliyetini işçilik giderleri oluşturmaktadır. İşçilik giderlerini sırasıyla malzeme ve enerji giderleri takip etmektedir.

TTK, kurum bazında üretim maliyetleri içinde büyük paya sahip işçilik ve malzeme giderlerini azaltmak amacıyla üretimde mekanizasyona yönelik araştırmalarını sürdürmüştür. 2011 yılında İspanya, Çek Cumhuriyeti gibi ülkelerde kendini kanıtlamış MV4 tipi teçhizatın Kurum ocaklarında denenmesi ve başarılı olunması halinde Havza çapında yaygınlaştırılması amacıyla üretimde mekanizasyon projesi uygulamaya koyulmuştur. Projenin ilk olarak kara tumba yöntemi ve yüksek basınçlı hava ile patlatma yöntemi kullanılarak üretim yapılan 40 derece ve üstü damarlarda uygulanması planlanmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen kazanım ve deneyimler

doğrultusunda havzanın tamamında olmasa da uygulama alanı olan sahalarda düşük eğimli damarlarda da mekanize kazı sistemi ile üretime başlanması hedeflenmektedir.

2 PROJENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İlk etapta Amasra, Üzülmez, Kozlu ve Karadon TİM'deki (Kılıçlar Serisi damarları) dik damarlar için üretim planlaması yapılarak termin planı oluşturulmuştur.

2.1 Termin Planı

Mevcut teçhizatın 2014 yılında Amasra TİM'de, 2015-2017 yıllarında Üzülmez TİM'de ve 2018 yılından itibaren ise Kozlu TİM Kılıçlar serisinde kullanılması 2016 yılında 2. Bir teçhizatın alınması ve bu teçhizatın Karadon TİM'de kullanılması planlanmıştır. Mekanize üretim 2014-2023 termin planı Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. 2014-2023 mekanize üretim termin planı.

Bin Ton

Müessese	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Amasra	180									
Üzülmez		180	180	140						
Kozlu					150	180	180	180	360	360
Karadon			*200	200	200	200	200	200		

*2'nci teçhizat alınması halinde

Fizibilite çalışmaları bu tür teçhizatlar maliyetleri yüksek olmasından dolayı büyük amortisman gideri oluşturmaktadır. Bu nedenle projenin fizibil olabilmesi için üretim planlamasının süreklilik arz etmesi gerekir. Bu doğrultuda projede kullanılacak teçhizatlar için rezervler belirlenen damar ve panolar belirmiş buna göre kullanılacak teçhizatın üretim terminini yapılmıştır. Proje uygulamasının yapılması planlan dik damarların müesseselere göre dağılımı Çizelge 3'de verilmiştir. Projenin ilk uygulama yeri olarak dik damar hazırlıkları kısa vadede hazır olan Amasra TİM'de başlanmasına karar verilmiştir. Amasra TİM'de Tavan damarı, Kalın Damar ve Taşlı damarlarında bu projenin uygulanmasına başlanmıştır. Bu kapsamda Amasra TİM'de teçhizatı sağlayan firma ile Tavan Damar ve Kalın Damar'da oluşturulan panolarda 210 günlük deneme üretim çalışmaları yapılmıştır.

2.2 Pano Özellikleri

2.2.1 Kömür damarı stampları

Amasra Bölgesinde Mekanize ayak uygulaması yapılacak dik damar panolarının bulunduğu bölgedeki kömür damarlarının stampları aşağıda verilmiştir. Bu damar stampları kesin olmayıp, pano boyunca kalınlık ve içerik yönünden değişim gösterebilmektedir. Şekil 1'de Amasra Bölgesi'nde mekanize ayak uygulaması yapılacak dik damar panolarının bulunduğu bölgede bulunan kömür damarlarının stampları verilmiştir.

Çizelge 3. Proje uygulamasının yapılması planlan dik damarların müesseselere göre dağılımı

MÜESSESE	Damar	Kalınlık (m)	Eğim (°)	Pano boyu (m)	Ayak boyu (m)	Rezerv (Bin Ton)
AMASRA	Tavan Damar	1-2.2	52	300-330	75-85	140
	Kalın damar	2.5-3.2	52-61	300-340	70-80	285
	Taşlı damar	2.5-3.2	52-61	300-340	70-80	285
ÜZÜLMEZ	Piç	1.5	55	400-450	100-150	204
	Nasifoğlu	3.3	55	400-450	100-150	303
KOZLU	Ömerağa	2,5	70°	400-450	70	898
	Civelek	2.5-3.00	70°	400-450	70	694
	Büyük kılıç	7,00	70 °	400-450	70	1,579
KARADON	Acılık	3.00	60°	530	110	297
	Piriç	1.80	60°	540	110	181
	Çay	3.00	60°	560	110	314
	Akalın	1.70	60°	580	110	184
	Gökcan	1.50	60°	590	110	165
TOPLAM						5,531



Şekil 1. Amasra Bölgesi'nde mekanize ayak uygulaması yapılacak dik damar panolarının bulunduğu bölgedeki kömür damarlarının stampları.

2.2.2 Dik konumda bulunan ve mekanize üretim yapılabilecek panoları oluşturan kömür damarlarının mekanik özellikleri

Amasra Karbonifer Havzasındaki damarların mekanik dayanımları açısından sınıflandırılması Çizelge 4’de gösterilmektedir.

Zonguldak Taşkömürü Havzası bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Amasra Bölgesindeki kömür damarlarının Armutçuk, Kozlu, Üzülmüş ve Karadon Bölgesindeki damarlara göre çok daha sert yapıda oldukları söylenebilir.

Çizelge 4. Amasra Karbonifer Havzasındaki damarların mekanik dayanımları açısından sınıflandırılması.

Yerindeki Dayanım			Parça Dayanımı		
Damar Adı	Schmidt Çekici D.	Sınıflama	Damar	Darbe Dayanımı Deneyi	Sınıflama
Tavan Damar	45	Çok Sert	Tavan Damar	73	Çok Sert
Kalın Damar	41	Çok Sert	Kalın Damar	69	Çok Sert
Taşlı Damar	42	Çok Sert	Taşlı Damar	72	Sert

Kaynak: Prof. Dr. Nuh BİLGİN (1988)

Amasra Kömür Havasında 2010 yılında Kalın Damardan alınan kömür numunelerinin bazı indeks, basınç ve çekme dayanımı değerleri Çizelge 5’de gösterilmektedir:

Çizelge 5. Kalın Damardan alınan kömür numunelerinin bazı indeks, basınç ve çekme dayanımı değerleri.

DENEY	Deney Sayısı	Değer +/- ss (*)	Yorum
Darbe Dayanımı	10	74+/-1.6	Basınç Dayanımı 49 MPa
SCHMİDT Çekici (N) Tipi	10	50+/-9	Deneyler yerinde yapılmıştır
Koni Delici İndeksi	10	2.14+/-0.2	Basınç Dayanımı 53 MPa
Shore SCLEROSCOPE	60	85+/-9	7x7x7 cm küp numune
Nokta Yük İndeksi (MPa)	6	a) 0.56MPa b) 1.93 MPa	a) 13.5 MPa b) 46.2 MPa basınç dayanımı vermektedir
Basınç Dayanımı	3	14.1 MPa	5,1x10,1 boyutlarında
Çekme Dayanımı	10	a) 0.57+/- 0.2 MPa b) 0.2+/-0.1 MPa	Numuneler farklı görünümde B numunesi açık renk bantlı

(*) ss: Standart Sapma Kaynak: Prof. Dr. Nuh BİLGİN (2010)

2.2.3 Teçhizatın Özellikleri

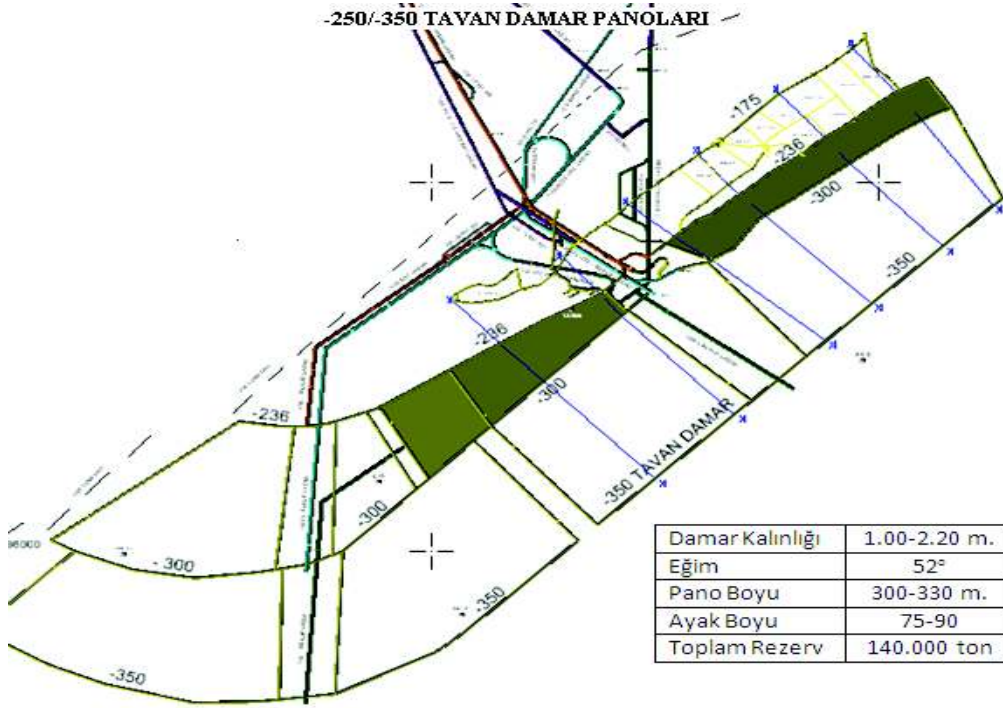
Çizelge 6’da teçhizatın teknik özellikleri verilmiştir. Çizelge 6’da belirtilen teçhizat ana malzemelerinin yanında ünitelerde çalışan personelin irtibatını sağlayan telsiz haberleşme sistemi de sistemin önemli parçalarından birini oluşturmaktadır. Ayak içinde şiltlerin ötelenmesi ve kesicinin kullanılması esnasında üst taban yolunda çalışan ve vinci kullanan personelle telsiz haberleşme sistemi aracılığıyla sürekli irtibat halinde olmaktadır.

Çizelge 6. Teçhizatın teknik özellikleri.

	Ağırlık (Kg)	Boyut (mm)	Diğer
Kesici	9.000	Yükseklik : 4.985 Genişlik : 946 Boy : 1.232	Motor Gücü : 120 kW Tambur çapı : 1100 mm Devir : 65,25 devir/dakika
Şiltler	3.850	Yükseklik : 2.200 Genişlik : 1.200 Boy : 3.800	Minimum Yükseklik : 950mm Minimum Çalışma Yüksekliği : 1100mm
Güç Ünitesi	4.600	Yükseklik : 980 Genişlik : 1.135 Boy : 5.360	Max. Basınç : 460 bar Min. Basınç : 260 bar Max. Çalışma Basıncı : 340 bar
Vinç	2.000	Yükseklik : 1.582 Genişlik : 1.828 Boy : 3.840	Motor Gücü : 55 kW Vinç Hızı : 0,43-12,2 m/dak
Vinç Kontrol Ünitesi	2.005	Yükseklik : 1.846 Genişlik : 1.030 Boy : 3.390	Motor Gücü: 55 kW

2.3 Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi

Dik damar mekanize kazı teçhizatı deneme çalışmaları Amasra TİM’ de Tavan ayak ve Kalın damar panolarında yapılmıştır. Tavan damar uygulamasında pano içinde doğrultu boyunca devam eden 7 m’ lik arızanın varlığı buna bağlı olarak yoğun taş-kömür kesilmesinden dolayı verimli ve ekonomik bir çalışma ortamı oluşmadığından dolayı deneme çalışmaları 210 günlük deneme programı içinde yer alan Kalın Damarda sürdürülmüştür. Yapılan değerlendirme her iki panoda yapılan çalışmalarda karşılaşılan problemleri ve sağlanan ilerlemeleri içermektedir. Tavan damarda yapılan çalışmada verimli bir sonuç alınamamış bu ayaktaki çalışmalar genelde problemler içinde belirtilmiştir. Kalın damarda uygulanan çalışmalar ise verimli bir şekilde sürdürülmüş yine bu panoda da oluşan arıza ve çalışma süreci irdelenmiştir. Teçhizatın uygulamasının yapıldığı -236/-300 tavan damar kuzey panosunun planı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Teçhizatın uygulamasının yapıldığı -236/-300 tavan damar kuzey panosunun planı

2.4 Karşılaşılan Problemler ve Arızalar

Teçhizatın Kalın Damarda 13 iş günü yapılan performans uygulamasında karşılaşılan arızalar, kesicinin çalışma süreleri ve ayak ilerleme hızı detayları Çizelge 7’de verilmiştir. kalın damarda 13 günlük performans uygulamasında arıza, şilt ötelenmesi, kesicinin kesimi gibi çalışma süresi içinde önemli yer tutan sürelerin dağılımı Çizelge 8’de ve Şekil 2’deki grafikte grafikte verilmiştir. Bu süreler uygulama verilerinden alınmış olduğundan değişen pano özelliklerine göre değişebilecektir. Grafik değerleri incelendiğinde en fazla sürenin kesicinin kesiminde kullanıldığı bunu şilt ötelenmesinin takip ettiği görülmektedir.

2.5 Kesicinin Elektrik Tüketimi

Kesicinin tavan ayakta uygulamalar esnasında yapılan gözlemlerde kömürde yapılan kesimlerde ortalama 100A taş-kömür formasyonunda yapılan kesimlerde 110 A akım çektiği tespit edilmiştir. Taş-kömür formasyonunda yapılan kesimlerde kesicinin 120kw/h enerji tükettiği, kömürde yapılan kesimlerde ise 90kw/h enerji tükettiği belirlenmiştir.

Taş-kömür kesimlerinde vinç hızı ortalama 1m/dak kömür kesimlerinde ise 2 m/dak olmakta bu değerler aynı zamanda belirtilen formasyonlarda kesicini hızına da eşit olmaktadır.

Çizelge 7. Teçhizatın Kalın Damarda 13 iş günü yapılan performans uygulamasında karşılaşılan arızalar, kesicinin çalışma süreleri ve ayak ilerleme hızı detayları.

YAPILAN İŞLER	14.09.2013	16.09.2013	17.09.2013	18.09.2013	19.09.2013	20.09.2013	21.09.2013	23.09.2013	24.09.2013	25.09.2013	26.09.2013	27.09.2013	28.09.2013	TOPLAM
Ayak içinde sama çalışılması+ağaç tahkimat	195	55	100						45		90	60	70	10:15
Kalkan tahkimatın ötelenmesi	390	110	20	90	285	465	290	100	345	235	295	190	280	51:35
Kalkan tahkimat tavan ve taban dolgusu	55	60	15		95	110	60						60	07:25
Ayakiçi anlık tahkimat ve patar	15									50				01:05
Saptırma makarası ötelenmesi ve sabitlenmesi	160	305	190	30	130	60	160	110	110	145	30	80	30	25:40
Ayakbaşı demirbağ sökümü ve ilave tahkimat	20	15	115		30	20	40	25	50	25	20			06:40
Ayak içine kalkan tahkimat yerleştirilmesi ve çıkarılması		140						165				300		10:05
Ayak içi posta temizliği ve oluk yerleştirme		85	25	10	35	15	30		55	120	90	135	120	12:00
Enerji kablosu ve su hortumunun düzeltilmesi				120	55					10	90			04:35
Kesici ünite de elektromekanik arıza				345	720			370	145	50				27:10
Kesicinin ayakiçine indirilmesi					110									01:50
Genel elektrik arızası				30			15							00:45
Haberleşme kablosu arızası								65						01:00
Bakım, Yağlama işleri ve uç değişimi										165				02:45
Kesicinin çıkış kesimi (dakika)	140	190	105	45	310	285	355	175	238	140	272	225	265	45:45
Bant konveyör arızası						15					15			00:30
Kesicinin iniş kesimi(dakika)	105	120	45	45	140	110	130	75	92	140	178	90	255	25:25
Ayakbaşı ilerleme(m)	1,2	2,5	1,6	0,7	2,3	2,6	3,20	2,4	2,4	3,4	3,0	1,6	2,1	29,0
Ayakbaşı konumu (Gün Sonu Toplam İlerleme)	1,2	3,7	5,3	6,0	8,3	10,9	14,1	16,5	18,9	22,3	25,3	26,9	29,0	29,0
Üretim(t)	198	462	276	132	483	513	534	306	549	522	430	455	470	5330
İşçilik(3 vardiya ayak içi)	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	468

Çizelge 8. 13 günlük deneme süresinde mekanize ayakta harcanan süreler.

İş	Dakika
Cep Açma	615
Şilt ötelenmesi	3095
Saptırma makarası ayar	1540
Ayağa şilt girmesi	605
Ayak Posta temizliği	720
Kesicide elektromekanik arıza	1630
Kesicinin çıkış kesimi	2745
Kesicinin iniş kesimi	1525
Diğer	1575



Şekil 2. Mekanize ayakta iş-zaman dağılımı.

Buna göre,

Kesici 54 m uzunluğundaki kömürdeki kesimini;

Yukarı kesimde $54/1.5=36$ dak.

Aşağı kesimde $54/2.5=21.6$ dak. olmak üzere toplam 56 dakikada tamamlamaktadır.

Güç tüketimi ise $90 \times 56/60=84$ kw olmaktadır.

1 kesimde $2.2 \times 54 \times 0.8 \times 1.7=161.5$ ton kömür kesilmektedir

Buna ton başına enerji tüketimi;

$84/161.5=0.52$ kw olmaktadır.

Kesici 26 m uzunluğundaki taş- kömürdeki kesimini;

Yukarı kesimde $26/0.8=32.5$ dak

Aşağı Kesimde $26/1.2=21.5$ dak olmak üzere toplam 54 dakikada tamamlamaktadır.

Güç tüketimi ise $120 \times 54/60=108$ kw olmaktadır.

1 kesimde $2 \times 26 \times 0.8 \times 2.1=87$ ton taş-kömür kesilmektedir

Buna ton başına enerji tüketimi;

$108/87=1.2$ kw olmaktadır.

2.6 Ayak içi arızalar

Tavan Damar ayakta 1.5 atımlı ve yine 50. metrede 7 m atımlı fay ile karşılaşmıştır. Her iki fayda damar doğrultusuna paralel bir şekilde olduğundan dolayı bu panoda üretim süresince kazı alanı içerisinde kalmıştır. Özellikle 7 metrelik atımın bulunduğu kısımda ayak içerisinde uniform bir eğim oluşturabilmek için 30 metrelik kısımda taş, taş-kömür kesilmek zorunda kalınmıştır. Bu nedenle fayların atım yüksekliği teçhizatın verimi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle bu fayların damar doğrultusuna paralel olması durumunda pano boyunca taş kesme zorunluluğu nedeniyle teçhizatın efektif verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle pano hazırlık sürecinde yapılacak sondajlarla pano içi arızaların iyi tespit edilmesi teçhizatın verimliliği açısından gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda ayak eğimine paralel pek önemli arıza geçilmemiştir. Geçilen ufak ondilasyonlar fazla bir problem oluşturmamıştır.

2.7 Ayak eğiminin ve doğrultusunun muhafazası

Ayakta kesicinin istikameti saptırma makarası ile sağlanmaktadır. Bu nedenle saptırma makinesinin ayarlanması büyük önem arz etmektedir. İyi yapılmayan ayarlamalarda 80 cm olması gereken have genişliğindeki kazı ayak boyunca tam yapılamamakta ve ayaktaki 18°'lik diyagonallikte bozulmalar oluşmaktadır. Ayaktaki diyagonalliliğin düşmesi durumunda kesicinin arına uyguladığı kuvvet azalmakta sert formasyonlarda hızlı bir kesim yapılamamaktadır. Ayrıca ayak istikametindeki şiltlerin tam istikametinde ötelenememesine neden olmakta veya ek kesimler yapılması gerekmektedir. Bu nedenlerle saptırma makinesinin istikametinin iyi ayarlanması gereksiz kazı hareketlerini azaltmakta, ayak tek hat boyunca istikametini koruyarak ayak arkasının da daha rahat düşmesini sağlamaktadır.

2.8 Ayak içi şilt hareketleri

Şiltler ayak eğiminin 35° üstünde olmasından dolayı ayaktaki ilk üç normal kumanda sisteminden farklı olarak ayak eğimi boyunca hareket edebilecek şekilde zincirlerle bir bine bağlanmış olup bu zincirlere bağlı kumanda sistemi vasıtasıyla ayak eğimi boyunca da hareket edebilmektedir. Bu nedenle öteleme esnasında eğimden dolayı şilt kaymalarında şilt, zincirlerin bağlı olduğu kumanda sistemiyle yukarı çekilmektedir. Bu sisteme rağmen şiltlerin ötelenmesi esnasında gerekli özenin gösterilmemesi durumunda her ötelenmede şiltlerin bir miktar eğim boyunca kayması neticesinde zamanla bir şiltin sökülerek ayak başına çıkarılması zorunluluğu oluşmaktadır. Bu da gereksiz zaman kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca ayak dibinden itibaren kurulan ilk üç şiltin yerleşme düzeni ayaktaki tüm dizilimi etkilediğinden büyük önem arz etmektedir. Bu üç şilte binanın temeli diyebiliriz. Eğer bu 3 şilt düzgün yerleştirilmezse diğer şiltlerde de istenen istikamet sağlanması mümkün değildir. Yine ayak içindeki şiltlerin hareketlerinde eğim dolayısıyla şiltlerin birbirinin üzerine sıralandığı düşünüldüğünde her şiltin ayak içindeki duruşunun diğer şiltlerin ayak içindeki duruşunu etkilediğinden şilt hareketlerinin özenle yapılması ayak istikametinin düzgün olması için önem arz etmektedir. Herhangi bir şiltte yapılan gelişigüzel öteleme ayak içindeki diğer şiltlere de sirayet etmekte ve bir sonraki ötelemede gereksiz zaman kayıplarına neden

olmaktadır. Ayrıca ayak içinde tavan ve tabanda ondilasyonun olduğu kısımlarda şilt ötelenmelerinde gerekli özenin yanı sıra kesim alanı haricinde tavanda oluşan istenmeyen boşlukların şiltin dengeli bir şekilde yük almasını sağlayacak ve şiltin genel istikametini bozmayacak şekilde gerekirse ahşap malzeme ile tahkim edilmesi gerekmektedir.

2.9 Kesici makine cebinin oluşturulması

Kesici makinenin ayak içinde kazıya başlayabilmesi için kesici makinenin girebileceği 12 m uzunluğunda cep oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan bu cep ağaç malzeme ve hidrolik direk kullanılarak tahkim edilmektedir. Cebin oluşturulma zamanının planlanması üretim verimliliği açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle cebin açılma zamanı kesicinin çalışmadığı zaman diliminde; bakım işleri esnasında yapılması gerekir. Ayrıca taban yolu boyunca açılan fazla cep ilerlemenin zamanında yapılmaması durumunda tahkimatta ve tavanda bozulmalara neden olduğundan ekstra tahkimat malzemesi ve zaman kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı oluşturulacak cebin zaman planlaması verimli bir çalışma için gerekliliktir.

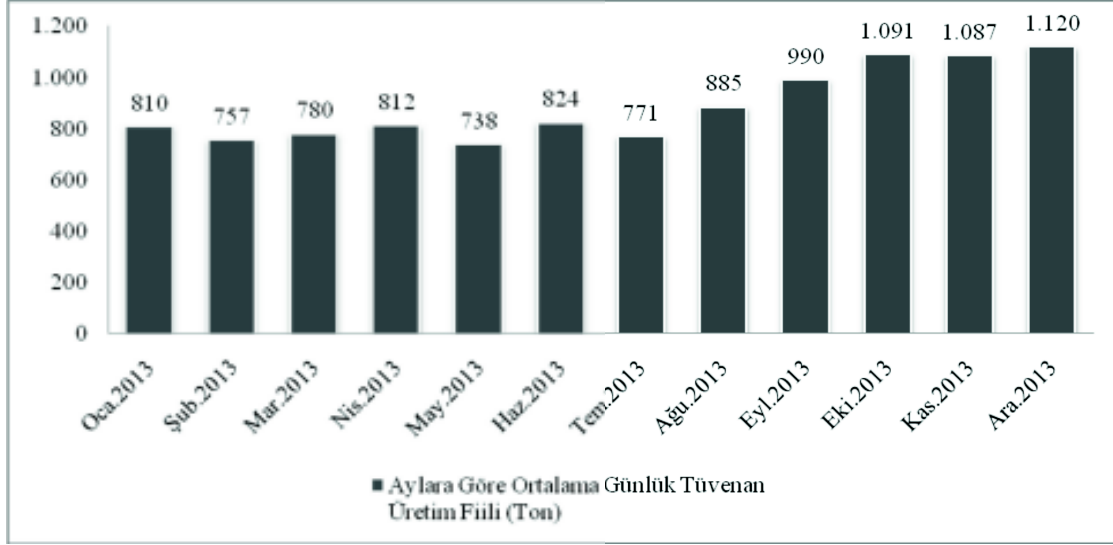
2.10 Diğer arızalar

Ayakta çalışmalar esnasında görülen iki önemli arıza nedeni de kesici kablosunun zarar görmesi ve telsiz kablosunun zarar görmesidir. Kesicinin kablosunun zarar görmemesi için vinci kullanan görevli ile kabloyu kilitlerini sökerek istifleyen görevlinin dikkatli ve birbiri ile irtibatlı çalışması önem arz etmektedir. Kablonun en fazla zarar gördüğü kısım saptırma makarası olduğundan bu kısımda kesicinin halatı ve kesicinin enerji kablosunun hareketi iyi gözlenmesi durumunda bu tür arızaların önüne geçilebilecektir. Yine telsiz kablosunun zarar görmemesi için şilt ötelenmelerinde aceleci hareketlerden kaçınılması, telsiz kablosunun korunmasına yönelik gerekli özenin gösterilmesi durumunda bu tür arızalar minimuma inecektir. Haberleşme telsiz sistemi ile sağlandığından telsiz sistemindeki arızalar direk olarak üretim çalışmalarının durmasına neden olmaktadır.

3 PROJEDEN ELDE EDİLENLER

3.1 Üretim Miktarının Yükselmesi

Ortalama üretim miktarı 700 ton/ gün olan Amasra TİM' de teçhizatın Kalın Damarda kullanılmaya başlaması ile üretim seviyesi 1,100 ton/gün ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Tavan Damar Ayak'ta yapılan çalışmalarda ise teçhizatın yoğun olarak taş kesmesinden dolayı aynı miktarlar sağlanamamıştır. Şekil 3'de Amasra TİM 2013 yılı tüvenan üretim miktarları verilmiştir.



Şekil 3. Amasra TİM 2013 yılı tüvenan üretim miktarları.

3.2 Randımanların Yükselmesi

Amasra TİM' de teçhizatın kullanılmaya başlanması sonrasında üretim artışı ile birlikte randımanlarda da artış sağlanmıştır. 1,358 kg/yevmiye olan genel işçilik randımanı 2,264 kg/yev seviyelerine yükselmiştir.

3.3 Ağaç malzeme sarfiyatının azalması

Ağaç malzemenin bu sistemde kullanılmamasından dolayı ağaç malzeme miktarında tasarruf sağlanmıştır. Klasik sistemde ton başına 36 dm³ ağaç malzeme tüketilirken, deneme çalışmalarında çok az miktarda ağaç malzeme kullanılmıştır.

3.4 Dinamit ve kapsül tüketiminin azalması

Amasra Müessese kömürleri genel olarak sert ve zor kazılabilir kömür olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle kömür kazısında gevşetme oluşturabilmek amacıyla dinamit ve kapsül kullanılmaktadır. Yine Yüksek Basıncılı hava ile patlatma yöntemi uygulanan panolarda oluşturulan serbest yüzey bacalarının tumba edilmesi amacıyla dinamit ve kapsül kullanılmaktadır. Teçhizatın kullanılmaya başlamasından sonra dinamit ve kapsül kullanımı sona ermiştir. Yüksek basınçlı hava ile patlatma yöntemi kullanılarak yapılan üretimde patlatma verimini artırmak amacıyla serbest yüzey bacaları oluşturulması bu serbest yüzey bacalarını tumba edilmesine rağmen kömürün sert olmasından dolayı yeterli verim alınamamaktadır. Teçhizatın kullanılmaya başlamasından sonra dinamit ve kapsül kullanılmamasına rağmen tüm yüzey boyunca kesim yapıldığından daha verimli üretim yapılabilmektedir.

3.5 Üretim Maliyetinin düşmesi

Aynı işçi sayısı ile yüksek üretim rakamlarının oluşması ağaç malzeme, dinamit ve kapsül tüketimi gibi giderlerin olmaması nedeniyle üretim maliyetlerinde de azalma sağlanmıştır. Klasik yöntem ile mekanize yöntemin gerçekleşen üretimler açısından karşılaştırılması Çizelge 9’da verimlidir.

Çizelge 9. Klasik yöntem ile mekanize yöntemin gerçekleşen bazı üretimler ve randımanlar.

PARAMETRE	KLASİK YÖNTEM		MEKANİZE UZUN AYAK	
	GERÇEKLEŞMELER		GERÇEKLEŞMELER	
İŞÇİ SAYISI	90		27	
GÜNLÜK ÜRETİM (Ton)	208		600	
RANDIMANLAR (Tüvenan) (Kg/Yev.)	Genel İşçilik Rand.	1.358	Genel İşçilik Rand.	2.264
	Pano Ayak Üretim işç Rand.	3.619	Pano Ayak Üretim işç Rand.	9.111
RANDIMANLAR (Satılabilir) (Kg/Yev.)	Genel Randıman	655	Genel Randıman	1.137
	P.U. Randımanı	1.167	P.U. Randımanı	3.017

3.6 Havzada Mekanizasyon Kültürünün Oluşması

Proje öncesi havzada mekanize üretim kültürü bulunmamaktadır. Daha önce ANŞ-2 kazı sistemi Kurumda denenmiş olmakla birlikte kısa süreli gerçekleştirilen bu çalışmaya Kurum içindeki diğer çalışanlar vakıf olmadan uygulama yerinde lokal olarak kalmıştır. Dik damar mekanize üretim projesinde ise firma ile 210 günlük ortak deneme çalışmaları yapılmış olup bunun müteakibinde üretim çalışmaları Kurumumuz personeli tarafından başarı ile yürütülmüştür. Projenin uygulanacağı diğer müesseselerdeki çalışanlar tarafından ekipler halinde proje yerinde ziyaret edilmiştir. Proje aşamasının diğer safhalarında projenin uygulanacağı diğer müessese personeli ile projenin ilk uygulama yerinde ortak çalışmalar yürütülerek teorik ve pratik olarak projeye entegresi programlanmıştır. Böylece mekanizasyon kültürünü Kurum bazında yaygınlaştırarak verimli bir üretim süreci hedeflenmektedir.

3.7 Kesici Makinenin Performansı için İTÜ Maden Fakültesi Tarafından Yapılan Araştırma

Amasra TİM’ de yapılan uygulamalar sırasında taşkömürü, arakesme ve tavan taşından numuneler alınarak İTÜ Maden Fakültesi tarafından bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik olarak Schmidt çekici, Shore scleroscope, dolaylı (Brezilyan) çekme dayanımı, nokta yük dayanımı ve Cerchar aşındırıcılık deneyleri yapılmıştır.

DeneySEL sonuçlar kullanılarak söz konusu taşkömürünün kazısında kullanılabilen kesicinin optimum kesme geometrisi (optimum kesmeler arası mesafe / kesme derinliği oranı) ve deterministik yöntem kullanılarak kesici tambur gücü ve net kazı hızları (net üretim hızı) tahmin edilmiş ve Kurumumuza bir rapor sunulmuştur.

Kurumumuza sunulan raporda:

“Arazide yapılan ölçümler, yerindeki spesifik enerjinin (1.1 kWh/m³) laboratuarda elde edilen optimum spesifik enerji değerlerine (0.78 kWh/m³) nazaran %30 daha fazla olduğu görülmüştür. Bu kesicinin kesme gücünün %30 daha fazla olması durumunda veya optimum şartlarda çalıştırılması durumunda verimin artacağı anlamına gelmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, TTK’da tek tamburlu kesici ile kazılacak olan taşkömürü ve arakesmenin fiziksel ve mekanik özellikleri ile kazılabilirlikleri ortaya konmuştur. Firma bu sonuçları kesici tasarımı, kazı hızı (üretim) tahmini ve planlamasına yönelik olarak kullanabilecektir.

TTK’dan gönderilen taşkömürü, arakesme ve tavan taşı numunelerinin Schmidt çekici değerleri 45.4 ile 53.9 arasında ve Shore scleroscope değerleri 20.4 ile 35.8 arasında değişmektedir. Tavantaşı ve arakesme numunelerini nokta yük dayanımından bulunan basınç dayanımı değerleri sırasıyla 34.6 ve 24.8 MPa’ dır; Brezilyan çekme dayanımları 3.19 ve 6.37 MPa’ dır; Cerchar aşındırıcılık değerleri ise 1.63 ve 0.45’ dir.

Taşkömürü numunesinde optimum kesme geometrisinin (optimum s/d oranının) 2.3 ve optimum spesifik enerji değerinin çift spiralli düzen için 0.73 kWh/m³ olduğu bulunmuştur. Bir keskiye etkiyen kesme kuvvetinin 2.3 kN ve normal kuvvetin 3.9 kN olduğu bulunmuştur. Kesme deneyleri esnasında, taşkömürü numunesinin değişen katmanlarında Taşkömürü+Arakesme ve Arakesme farklı zonlarla karşılaşmıştır. Bu zonların da optimum s/d oranının 2.3 olduğu, ancak keskiye etkiyen kuvvetlerin ve spesifik enerji değerlerinin çok daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Deterministik yöntem kullanılarak, taşkömürü, taşkömürü+arakesme ve arakesme için dakikadaki net kazı hızının yaklaşık 1 m/dak olduğu görülmüştür. Makine kullanım oranı ve süreksizliklere bağlı olarak günlük üretimler hesaplanabilir. Taşkömürü kesmek için gereken tambur kurulu gücünün 150 kW ve arakesmeyi kesmek için gereken tambur kurulu gücünün 510 kW olması gerektiği hesaplanmıştır.

Kesicinin hali hazırdaki kurulu tambur gücünün 120 kW olduğu göz önüne alındığında, kazı esnasında sorunlarla karşılaşılabilir. Taşkömürünün masif kısımlarının kazısında kesme performansı ile ilgili sorunlarla karşılaşılabilir. Özellikle arakesmenin kazısında, eğer tabaka kalınlığı fazla ise, kazı performansında önemli sorunlarla karşılaşılabilir, ancak arakesme kalınlığı fazla değilse, bu sorunlar azalacaktır. Arakesmede, keski tüketiminin de yüksek olabileceği, Cerchar aşındırıcılık değerine dayanarak düşünülmektedir. Sonucuna varılmıştır.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Amasra TİM'de firma ile birlikte denemeleri yapılan mekanize kazı teçhizatı deneme sonrası kurum teknik personeli ve işçileri tarafından üretim çalışmalarında kullanılmaktadır. Pilot uygulama sonrasında elde edilen veriler sonucunda müessese maliyetleri içinde önemli paya sahip olan işçilik ve malzeme giderlerinde büyük tasarruf sağlanmış, üretim maliyetleri düşmüş ve üretim ve randımanlarda artış sağlanmıştır. Dik damar kazı teçhizatının diğer müesseselerde de kullanılmasına yönelik hazırlık çalışmaları yürütülmekte olup, teçhizatın Kurum bazında yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Ayrıca havzadaki özel sektör firmaları tarafından da bu tür teçhizatların kullanılmasına yönelik çalışmalarına ışık tutacağı kanaatindeyiz.

Bu şekilde gerek kurum tarafından ve gerekse havzadaki özel sektör tarafından uygun panolarda bu tür teçhizatın kullanılması halinde sağlanacak üretim artışı ile ülkemizin büyük oranda dışa bağımlı olduğu taşkömürü ve koklaşabilir kömür ihtiyacının önemli bir kısmı havzadan sağlanacaktır.

Kurumun dik damarlarında uygulaya konulan üretimde kazı mekanizasyonunun düşük eğimli damarlarda da uygulamaya konulması havza madenciliği açısından yararlı olacaktır. Bu kapsamda düşük eğimli yeni üretim panolarının mekanizasyon uygulanacak şekilde hazırlanması altyapı hazırlıklarının buna göre dizayn edilmesi mekanizasyon üretimi uygulanacak panoların belirlenmesi, klasik üretim yapılacak panoların belirlenmesi ve her iki üretim şeklinin birlikte üretim termini oluşturulması başarılı bir sonuç elde edilmesi açısından gerekli unsurlardır.

5 KAYNAKLAR

- Bilgin, N., Akgün, I.S., Shahriar, K. 1988. Amasra Karbonifer Havzasındaki Damarlarının Mekanik Dayanımları Açısından Sınıflandırılması, *Türkiye 6. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, s. 411-425, Zonguldak.
- Bilgin, N., Temizyürek, İ., Copur, H., Balci, C., Tumac, D. 2010. TTK Amasra Bölgesi Kalın Damarın Kesilebilirlik Özellikleri Ve Mekanize Kazısı Üzerine Bazı Görüşler, *Türkiye 17. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, s. 217-229, Zonguldak.
- Bilgin, N., Copur, H., Balci, C., Tumac, D., Avunduk, E., Comaklı, R. 2014. *TTK Amasra Bölgesi'nde Kullanılan KC121S Kesicinin Performansının Değerlendirilmesi ve Bu Kapsamda Yapılan Tam Boyutlu Doğrusal Kesme Deneyleri Raporu*
- Ostroj A.S. 2012. *Shearer Loader for Steeply Inclined Seams KC 121S, Operating Instructions*, NP 13507-00/2012.

**TÜRKİYE ELEKTRİK SEKTÖRÜNDEKİ
SERBESTLEŞME SÜRECİNE BAĞLI OLARAK
KÖMÜR ENDÜSTRİSİNDE YAPISAL DÖNÜŞÜM**
*STRUCTURAL TRANSFORMATION IN THE COAL
INDUSTRY IN CONNECTION WITH THE
LIBERALIZATION PROCESS IN THE TURKISH
ELECTRICITY SECTOR*

N. Tamzok

TMMOB Maden Mühendisleri Odası

ÖZET: Bu makalede, Türkiye elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması kapsamında yürütülen özelleştirme/serbestleştirme faaliyetleri sonucunda Türkiye kömür endüstrisinin kamu ağırlıklı yapıdan özel sektör ağırlıklı bir yapıya dönüşüm süreci ile bu dönüşümün mevcut ve gelecekteki muhtemel etkileri ele alınmıştır. Bu çerçevede, Türkiye'nin artan enerji ihtiyacı, söz konusu ihtiyacı karşılamada yerli kömürlerin günümüzdeki ve endüstrideki dönüşümü de kapsayan bir gelecekteki rolü çeşitli yönleriyle tartışılmaktadır.

ABSTRACT: The transformation process of Turkish coal industry from the public-dominant structure to the private sector-oriented structure as the result of privatization/liberalization activities implemented within the context of Turkish electricity sector restructuring and current and future implications of this transformation are discussed in this article. In this framework, Turkey's growing energy needs and the role of indigenous coals to meet the demand at present and in a future including the industrial transformation, are discussed from various aspects.

1 GİRİŞ

Türkiye'nin enerji ihtiyacı hızla artmakta, buna karşın yurtiçi enerji üretimi bu ihtiyaca giderek daha az oranda cevap verebilmekte. Enerjide üretim-tüketim denkleminin kabul edilebilir bir noktada kurulamaması, enerjide dışa bağımlılığın süratle artmasına, enerji güvenliğinin ve giderek ulusal güvenliğin daha da riskli hale gelmesine neden olmaktadır.

Ülkemiz enerji güvenliği sorununa en gerçekçi çözüm olabilecek yerli kömürün payı ise toplam enerji tüketimimiz içerisinde giderek azalmakta. Kömür üretimimiz son on yılda miktar bazında %30 ve ısı değer bazında %45 oranında artmış olmasına karşın, yerli kömürün toplam enerji tüketimini karşılamadaki payı giderek düşmekte. Yerli kömürün birincil enerji arzı içerisindeki payı 1990'lı yıllarda %20'lerin üzerindeyken günümüzde %15'in altına indi. Aynı dönemde, yerli kömürün elektrik üretimindeki payı ise %35'lerden %15 civarına geriledi.

Bir taraftan yerli kömürlerin enerji ihtiyacımızı karşılamadaki payı hızla düşerken, diğer taraftan ülkemiz kömür endüstrisi elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması kapsamında sürdürülmekte olan özelleştirme/serbestleştirme çalışmaları sonucu şekil değiştirmekte ve kamu ağırlıklı yapıdan süratle özel sektör ağırlıklı bir yapıya doğru dönüşmektedir. Söz konusu dönüşüm ve dönüşümün muhtemel sonuçları bu yazının konusunu oluşturmaktadır.

2 TÜRKİYE KÖMÜR SEKTÖRÜNDE DÖNÜŞÜM

Türkiye kömür sektörü yapısının kamu işletmeciliği temelinde tasarlanması 1935 yılına dayanır.

O yıl; Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve Etibank birbirlerine bağlı olarak kuruldu. Etibank'ın kuruluş amaçları arasında, kömür ocaklarını ve kömüre dayalı santralleri kurup işletmek de bulunmaktaydı. Böylelikle, daha önce mevcut olmayan merkezi kurumsal yapı "enerji işleri" için olduğu gibi "kömür işleri" için de ortaya çıktı.

Çok kısa bir sürede Zonguldak Havzası'ndaki kömür ocakları ile Seyitömer ve Tunçbilek gibi linyit ocakları devletleştirilerek Etibank'a devredildi. İkinci Dünya Savaşı bittiğinde taşkömürü üretiminin tamamı ve linyit üretiminin yaklaşık %80'i kamu kuruluşları tarafından yapılmaktaydı.

1957 yılında Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kuruldu ve Etibank'a bağlı tüm kömür sahaları bu kuruma bağlandı. 1970'li yıllardaki petrol krizlerinin etkisiyle kömüre dayalı termik santral projeleri gündeme geldi ve 1978 yılında "Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun" yayımlanarak özel sektöre ait çok sayıda linyit sahası elektrik üretiminde kullanılmak üzere TKİ'ye devredildi.

Bu düzenlemeler sonrasında; Seyitömer, Tunçbilek B, Soma B, Yatağan, Yeniköy, Kemerköy, Afşin-Elbistan A, Çayırhan, Kangal ve Orhaneli gibi linyite dayalı büyük ölçekli termik santraller için gerekli olan yakıtı sağlayacak kömür üretim projeleri

TKİ tarafından hızla devreye sokuldu. 1970 yılında yaklaşık 6 milyon ton olan linyit üretimi 1990'lı yıllarda 60 milyon tonların üzerine çıktı.

1982 yılında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) kuruldu ve Zonguldak Kömür Havzası'ndaki kömür ocakları TKİ bünyesinden alınarak bu kuruma bağlandı.

1989 yılında Sivas-Kangal, 1995 yılında Afşin-Elbistan ve 2000 yılında Çayırhan kömür işletmeleri, o zamanki adıyla Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) şimdiki adıyla Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ)'ne devredildi. Böylelikle, Türkiye kömür sektörüne, 1989 yılından itibaren üçüncü bir kamu kuruluşu daha katılmış oldu.

Tüm bu gelişmeler yaşanırken, kömür sektörünün kamu ağırlıklı yapısı 2013 yılına kadar pek fazla değişmedi. Taşkömürü üretiminin tamamı TTK ve linyit üretiminin ise %90'ı TKİ ve EÜAŞ tarafından yapılmaktaydı.

Zaman içerisinde, sektördeki kamu kuruluşları, üretim ya da dekapaj faaliyetlerinde kendi makine parkları yerine giderek %60-70'lere varan oranlarda özel sektörden hizmet alma yolunu tercih ettiler. Ancak, kömür sahalarının devri ya da satışı yoluyla özelleştirilmeleri, zaman zaman gündeme gelse de, Ocak 1999 tarihinde işletme hakkı devir sözleşmesi kapsamında Çayırhan Termik Santrali ile beraber Park Termik AŞ'ye devredilen kömür sahaları dışında herhangi bir devir ya da satış gerçekleşmedi.

Bununla beraber, kömüre dayalı termik santrallerin özelleştirilmelerine ilişkin çalışmaların son dönemde hız kazandığı dikkate alındığında, kamu işletmelerinin yerlerini çok kısa sürede özel sektöre bırakacakları anlaşılmakta. Böylelikle, Türkiye kömür sektörünün yaklaşık 80 yıl süren kamu ağırlıklı yapısının çok yakın bir gelecekte ortadan kalkması, konuyla ilgili pek çok kimse için artık şaşırtıcı olmayacak.

Bu bakımdan en çarpıcı gelişmeler, elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması kapsamında sürdürülmekte olan elektrik santrallerinin özelleştirilmesi sürecinde yaşanmakta. Özelleştirme İdaresi Başkanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından sürdürülmekte olan söz konusu sürecin hızlanmasıyla kömür sahalarının özel sektöre devrine ilişkin net sonuçlar da ortaya çıkmaya başladı.

Burada ilk sonuç, 2013 yılı Haziran ayında Seyitömer'de alındı. TKİ'nin ruhsatındaki Seyitömer kömür sahaları Seyitömer Termik Santrali ile birlikte işletme hakkı devir sözleşmesi çerçevesinde Çelikler Seyitömer Elektrik Üretim Anonim Şirketi'ne yaklaşık 2.3 milyar Dolar bedelle devredildi.

Aynı yılın Ağustos ayında, bu defa daha önce EÜAŞ adına özel sektör tarafından işletilmekte olan Sivas-Kangal kömür sahaları Kangal Termik Santrali ile birlikte aynı yöntemle Konya Şeker-Siyahkalem Ortak Girişim Grubu'na yaklaşık 1 milyar Dolar bedelle devredildi.

Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından üretilen kömürlerden beslenen Çatalağzı Santrali 2013 Mart ayında ve TKİ'nin Muğla ilindeki kömür işletmelerine ait sahalar ise besledikleri Kemerköy, Yeniköy ve Yatağan Santralleri ile birlikte 2013 Ağustos ayında özelleştirme programına alındı.

Kemerköy ve Yeniköy Termik Santralleri, Kemerköy Liman Sahası ve santralleri besleyen kömür sahaları, Nisan 2014 tarihinde yapılan özelleştirme ihalesi sonucunda IC İçtaş Firması'na yaklaşık 2.7 milyar Dolar bedelle verildi. Çatalağzı Santrali'nin, yine aynı tarihte yapılan nihai pazarlık görüşmelerinde en yüksek teklifi ise Demir Madencilik Firması 351 milyon Dolar bedelle verdi. Yatağan Santral ve kömür sahalarının özelleştirme ihalesi ise bu yazının yazıldığı sıralarda devam etmekte.

Küresel ya da yerel piyasalarda çok ciddi engellerin ortaya çıkmaması halinde; Soma, Çanakkale Çan, Orhaneli ve Tunçbilek kömür işletmelerinin de beslemekte oldukları termik santrallerle birlikte çok kısa bir sürede özel sektöre devredilmeleri sürpriz olmayacaktır.

Yaklaşık 5.5 milyar ton ile linyit kaynaklarımızın en önemli kısmına sahip olan ve kısa tarihi boyunca enerji ve madencilik alanında sayısız hatalı yönetim ve planlama pratiklerine sahne olmuş Afşin-Elbistan Linyit Havzası'nda ise yukarıda aktarılanlardan çok daha farklı bir özelleştirme formülasyonu arayışının olduğu görülmekte. Burada, daha önce denenmiş bir dizi başarısız girişimin ardından, daha çok milletlerarası işbirliklerini de içeren bir kamu-özel ortaklığı modeli üzerinde ısrar edildiği anlaşılmakta.

Bu çerçevede, havzadaki kömür rezervlerinden yaklaşık 8,000 MW kapasiteli santral yapımı, işletilmesi, mevcut santrallerin rehabilitasyonu, modernizasyonu ve yeni kömür sahalarının geliştirilmesini de içeren bir anlaşma, geçtiğimiz dönemde EÜAŞ ile Abu Dhabi menşeli TAQA arasında imzalandı. Ancak, girişim başarılı olmadı ve TAQA Firması'nın erteleme kararı almasıyla son buldu. Bununla beraber, Afşin-Elbistan Havzası için benzeri girişimlerin farklı ülkelerle sürdürülmekte olduğuna dair haberler sıkça duyulmakta.

Kömür ocaklarının, besledikleri santrallerle birlikte özelleştirilmelerine ilişkin faaliyetler devam ederken, daha farklı bir kulvarda TKİ'ye ait kömür sahalarının rodövans yöntemiyle özel sektöre devrine ilişkin çalışmalar da sürdürülmekte. Bu modelde, kömürden üretilen birim elektrik enerjisinden kamuya belirli bir pay almak şeklinde özetlenebilecek bir yöntemle, kömürlü sahalar, termik santral kurma şartıyla özel sektöre devredilmekte.

Söz konusu model kapsamında; 2006 yılında Bolu-Göynük Sahası AKSA Göynük Enerji'ye, 2007 yılında Eskişehir-Mihalıççık Sahası (TKİ'nin iştiraki Kömür İşletmeleri Anonim Şirketi ve EÜAŞ'ye ait sahalar) Adularya Enerji'ye, 2012 yılında Adana-Tufanbeyli Sahası TEYO Yatırım AŞ'ye, Manisa-Soma Havzası'nda bazı sahalar Hidro-Gen (KOLİN İnşaat) Enerji'ye, Bursa-Keles Harmanalanı ve Davutlar Sahaları Çelikler Firması'na, 2013 yılında Kütahya-Domaniç Sahası Çelikler Firması'na ve Bingöl-Karlıova Sahası ise Flamingo Biyoyakıt Firması'na devredildi. Devredilen sahalardan sözleşme gereği beslenecek termik santrallerin toplam kurulu gücü 3,000 MW'ı aşmakta.

Zonguldak'ta Amasra B Taşkömürü Sahası ise benzer bir yöntemle 2005 yılında TTK tarafından Hema Endüstri Firması'na devredildi.

Kömür sektörünün özelleştirilmesi kapsamında bir diğer faaliyet alanı ise 2005 yılından itibaren geliştirilen yeni linyit sahalarıyla ilgili. Bunlar arasında; Konya Karapınar (1.8 milyar ton), Eskişehir-Alpu (1.3 milyar ton), Afyon-Dinar (1 milyar ton) ve Trakya Çerkezköy (0.5 milyar ton) sahalarının yerli ya da yabancı yatırımcıların ilgisini çektiği yetkililer tarafından sıklıkla dile getirilmekte. Bununla beraber, söz konusu sahalara ilişkin somut yatırım girişimlerine henüz başlanmadığı da anlaşılmakta.

Görüldüğü gibi, kömür sektörünün özelleştirilmesi alanı, özellikle 2012 yılı sonrasında son derece hareketlidir. Bu hareketliliğin, kömür üreticisi kamu kuruluşları üzerindeki etkilerini şimdiden gözleyebilmek mümkün. Sektörün lokomotif kuruluşu TKİ'nin üretim kapasitesi, Seyitömer ve Muğla'daki sahaların ayrılmasıyla yarı yarıya küçülmüş durumda. Özelleştirme İdaresi Başkanlığı tarafından öncelikli olarak özelleştirilecek santraller arasına alınan Soma A ve B santralleriyle birlikte kömür sahalarının da özelleştirilmesi durumunda, söz konusu kurumun kendisine yeni bir yön çizmesi gerekeceği açıktır.

Benzeri bir durum EÜAŞ için de söz konusudur. İşletme hakkı devir sözleşmesi kapsamında Park Grubu tarafından işletilen Çayırhan Sahası'ndan sonra Sivas-Kangal Sahası da özel sektöre devredilen EÜAŞ, Afşin-Elbistan Sahası'nın da özelleştirilmesi durumunda, 25 yıl önce girdiği kömür sektöründen tamamen ve son derece hızlı bir şekilde çekilmiş olacak.

TTK'nın konumunun ise diğer iki kuruluştan biraz daha farklı olduğu söylenebilir. Çatalağzı Santrali'nin özelleştirilmesi kararı içerisinde, diğerlerinden farklı olarak kömür sahaları bulunmamakta. Bununla beraber, Zonguldak'ın kaygısı, üretiminin neredeyse %60'ını alan Çatalağzı Santrali'nin özelleştirme sonrası alıma devam edip etmeyeceği noktasında. Son dönemlerde üretimi sürekli düşen TTK'nın en önemli müşterisini kaybetmesi muhtemelen sonun başlangıcı anlamına gelebilecektir.

Tüm bu gelişmelere bakıldığında, Türkiye kömür sektörü, önemli bir dönüşümün eşiğindedir. Dönüşüm sonrası sektörün durumu ise mutlaka pek çok faktöre bağlı olacaktır.

3 DÖNÜŞÜMÜN SONUNDA BAŞARI VAR MI?

Tam bir serbestleşmenin hedeflendiği Türkiye elektrik sektöründe, politik ya da ekonomik alanda sıra dışı gelişmelerin yaşanmaması halinde, kısa sürede şimdikinden çok farklı bir yapının ortaya çıkacağı görülmekte. Yeni yapıda, kamu bu alandan tamamen çekilecek ve gerek kömür gerekse elektrik üretim ve satışı özel firmalar tarafından yürütülecek.

Yeni yapı ne getirir? Buradan, verimlilik artışları, maliyet ve fiyat düşüşleri beklenebilir mi? Yıllardır yerinde sayan yerli kömüre dayalı elektrik üretim kapasitesi, bu sayede yeniden arttırılabilir mi?

Hiç şüphesiz, özel sektör yatırımcısının vereceği kararların rasyonelitesi ve daha sonraki işletmecilik becerisi, başarı ya da başarısızlık noktasında etkili olacaktır.

Yatırımcının alacağı kararlarda, santral tarafıyla ilgili hesaplamalar; büyüme hızı, politik risk, gelecekteki elektrik talebi, tarife ücretleri, döviz kurları gibi parametreler ve kullanılacak santral teknolojisi, yapılacak revizyonlar, çevre boyutu, rakip enerji kaynakları gibi hususlar elbette büyük önem taşıyacak.

Ancak, kömüre dayalı santral projeleri, termik santral işletmeciliği ile kömür işletmeciliğinin bir arada bulunduğu bütünleşik projelerdir ve kömür işletmeciliği boyutu söz konusu projelerin en kritik ve riskli bölümünü oluşturur.

Dolayısıyla, bu süreçte, yatırımcı firmalar tarafından ihalelere verilen tekliflerde kömür boyutunun ihmal edilmesi ya da yeterince değerlendirilmemesi olumsuz sonuçlara yol açabilecektir.

Öncelikle, büyük ölçekli kömür üretim projelerinin, diğer sektörlerden farklı, belirgin özelliklerinin bulunduğu yatırımcı firmalar tarafından bilinmelidir. Bu özellikler farkında olunmadan kömür işine girildiğinde, firmalar son derece sıkıntılı sonuçlarla karşılaşabilmektedirler.

Kömür projelerinde üretim öncesi faaliyetler, diğer sektörlerle nazaran çok daha uzun süreli, kapsamlı, zorlu ve maliyetlidir. Rezervin belirlenmesinden üretime geçilene kadar uzun ve yoğun bir ön hazırlık dönemi gerekir. Bu süre, genellikle 3 yıldan az değildir ve bazı durumlarda 12 yıla kadar da uzayabilir.

Bir kömür rezervinin yatırım için uygun olup olmadığını, bir iki ayda çalakalem yapılan bir ön fizibilite raporuyla belirlemek mümkün değildir. Birkaç aritmetik işlem, üç beş renkli harita ile kömür yatırımına girişenlerin sonu her zaman hüsrana olmuştur. Bunun ülkemizdeki örnekleri çok fazladır.

Son dönemde, özel firmaların sadece basit bir ön fizibilite çalışmasına dayanarak ihalelere teklif verebildikleri görülmektedir. Bununla beraber, bu tür çalışmalarda hata paylarının son derece yüksek olacağı açıktır. Bu düzeydeki hata paylarıyla verilen tekliflerin olumsuz neticelenmesi kaçınılmazdır.

Kömür arama maliyetleri son derece yüksektir ve büyük riskler taşır. Birçok durumda, katlanılan yüksek arama maliyetlerine karşın, ekonomik olarak işletilebilecek kömürün belirlenememe olasılığı söz konusudur. Özelleştirmelerde kamu, rezerv garantisi vermez. Yatırımcı, büyük umutlarla girdiği kömür sahasından büyük hayal kırıklıkları ile çıkabilir.

Genellikle ilk yatırım maliyetleri çok yüksektir. Gelir, rezervin parça parça tüketilmesi suretiyle elde edilir. Kömür tükendiğinde dahi yatırımın geri dönüşünün sağlanamadığı, kömür madenciliğinde görülmemiş şey değildir. Madencilik üretimlerinin genellikle yerleşim yerlerinden uzakta yapılması zorunluluğu, altyapı maliyetlerinin diğer sektörlerle göre çok daha yüksek olmasına neden olur.

Kömür sektöründe ölçek ekonomisi, diğer sektörlerle göre çok daha büyük önem taşır. Üretim maliyetleri içerisinde sabit maliyetler değişken maliyetlere oranla çok daha fazla yer tutar. Dolayısıyla, kömür projelerinde başabaş noktasındaki üretim değeri, proje kapasitesine oldukça yakındır. Bu nedenle, maden işletmecileri, günde

üç vardiya ve haftada yedi gün süreli iş programları yapmak ve durup dinlenmeksizin çalışmak durumunda kalırlar.

Kömür projelerinin değerlendirilme süreci, kömür rezervinin fark edilmesinden nihai yatırım kararına kadar bir dizi mühendislik çalışmasını içerir. Söz konusu çalışmalar, yatırımcı için yaşamsaldır. Örneğin arama çalışmalarının değerlendirilmesi çok önemlidir. Hatalı değerlendirme yapıldığında kömür zannedilen yerde taş çıkar, milyonlarca dolarlık hazırlıklar bir anda buhar olur.

Jeomekanik, hidrojeolojik etüt gibi mühendislik çalışmaları baştan gereği gibi yapılmadığında tüm bir kömür ocağı yerinden kayıp darmaduman olur, yatırımcı ne yapacağını şaşırır. Ülkemizde görülmemiş şey değildir.

Kömürün laboratuvar testleri eksik olduğunda, baştan savma, hatalı yapıldığında termik santralin istediği kömür bir türlü tutturulamaz. Yatırımcı yıllarca bunun sıkıntısını çeker, ciddi gelir kayıpları söz konusu olur.

İşletmenin doğru tasarımı, işletme yönteminin, makina-ekipmanın doğru seçimi son derece önemlidir. Koca kömür havzasında küçük küçük kazıcı ve kamyonlarla çalışmaya kalkıldığında saha perişan olur, yatırımcının başına olmadık işler açılır.

Kömür madenciliği iş güvenliği riski en yüksek faaliyetlerdendir. Gereken önlemler alınmadığında olumsuz sonucun ortaya çıkması çok uzun sürmez. Sahada çalışmaya başladığından çok kısa bir süre sonra ölümlü kazayla karşılaşır ne yapacağını bilemeyen firmalara bu sektörde sık rastlanır.

Kömür işletmeciliği, aramalardan madenin kapanmasına kadar her safhada, yerleşim yerleri ve yerel halk üzerinde olumsuz etkiler oluşturur. Bunlarla ilgili en başından ciddi, bilimsel önlemleri almayan yatırımcı, proje süresince baş ağrısından kurtulamaz.

Sonuç olarak; büyük ölçekli kömür projeleri her zaman güçlüklerle dolu ve her aşamasında büyük risk taşıyan faaliyetlerdir. Sorunla karşılaşılması için, yatırımcının, projenin en başından işi sıkı tutması ve kömür işine girmeye karar vermeden önce detaylı ve kapsamlı çalışmaları bu konuda uzmanlaşmış kişi ya da kuruluşlardan destek almak suretiyle tamamlaması gerekir.

Projenin bütün riskleri mutlaka belirlenmeli ve duyarlılık analizleriyle projeye etkileri hesaplanmalıdır. Yatırım kararı; projenin bütün boyutları dikkate alınarak ve tüm bir proje ömrü için hesaplanmış; iç karlılık oranı, net bugünkü değer, fayda/masraf oranı, yatırımın geri dönüş süresi, kara geçiş noktası, projenin yaratacağı katma değer, istihdam etkisi gibi ölçütler bir arada değerlendirilmek suretiyle verilmelidir.

Bunlar yapılmayıp, firmalar tarafından “bir teklif atalım, bakalım ne olacak..” anlayışıyla kazanılan ihalelerin sonuçlarının olumlu olmasını beklemek mümkün değildir. Böylesi bir anlayışın, ne verimliliğe ne de maliyetlere bir katkısı olmayacağı gibi elektrik üretiminde yerli kaynak kullanma hedefine de zarar verecektir. Bu bakımdan, kömürlü santrallerin özelleştirilme ya da santral kurma şartlı kömürlü saha devir ihalelerinde, sonrası hesaplanmadan üstünkörü verilen tekliflerin hem özel

firmalar hem de ülkemiz enerji sektörü açısından ciddi kayıplara yol açması kaçınılmazdır.

Ülkemiz kömür sektörünün en ciddi sorunlarından biri de, sektörde kurumsallaşmış özel sektör firmalarının son derece az olmasıdır. Firmaların önemli bir kısmı, sermaye bakımından güçsüz, küçük aile kuruluşlarıdır. Bu yapıdaki firmaların; aramalara, üretimde teknolojiye, insan kaynağına ya da Ar&Ge'ye ciddi yatırımlar yapmalarını beklemek aşırı iyimserlik olacaktır.

Günümüzde, kömüre yatırımın tüm dünyada giderek güçleştiği, bankacılık/finans sektörlerinin her gün yeni bir “anti-kömür stratejisi” ortaya koydukları ve emisyon azaltım potansiyeli taşıma gibi istisnai durumlar dışında kömür yakıtlı enerji santral yatırımlarına giderek daha zor finansman sağlayabildikleri bir ortamda bu tür firmaların şansı giderek daha da azalacaktır.

Dolayısıyla, bu sektörde, getirilerin ancak uzun vadede elde edilebileceğinin bilincinde olarak yatırımlarını şekillendirebilecek, sermayesi güçlü kurumsal yapıların ortaya çıkmaması durumunda, Türkiye kömür sektöründeki dönüşümden verimli bir sektör yapısının ortaya çıkarılabilmesini, gerçekleşmesi son derece güç bir hedef olarak görmek yanlış olmayacaktır.

4 TÜRKİYE’DE YERLİ KÖMÜRÜN GELECEĞİ

Türkiye, enerji kaynakları bakımından şanslı bir ülke değil. Petrol ve doğal gaz kaynakları son derece sınırlı. Mevcut su kaynakları büyük ölçüde kullanılmış durumda. Rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları, günümüzdeki maliyet düzeyleriyle Türkiye'nin hızla artan enerji talebine ancak sınırlı bir oranda katkı yapabilmekte. Önemli sayılabilecek kömür yataklarından ise istenilen ölçüde yararlanılamamakta.

Durum böyle olunca; Türkiye’de bir yılda tüketilen enerji miktarı son yirmi yılda %112 oranında artış gösterirken, yurt içinde üretebildiğimiz enerji sadece %29 oranında arttırılabildi.

Enerji talebindeki yüksek artış düzeyini enerji üretimi tarafından yeterli oranda karşılayamayan Türkiye, aradaki farkı kapatmak üzere her yıl daha fazla enerji ithalatı yapmak zorunda. Yirmi yıl önce birincil enerji ihtiyacının yaklaşık yarısını yerli enerji kaynaklarından temin edebilen Türkiye, bugün neredeyse dörtte üçünü dışarıdan ithal etmekte.

Türkiye'nin 2012 yılındaki birincil enerji tüketimi, petrol cinsinden yaklaşık 120 milyon ton olarak gerçekleşti. Yine petrol cinsinden ifade edersek; bu miktarın ancak 32 milyon tonluk bölümü yerli enerji üretimi tarafından karşılanabildi. Net enerji ithalatı ise 92 milyon ton düzeyinde oldu. Stoklar ve istatistiki hata da dikkate alındığında Türkiye'nin enerjide ithalat bağımlılığı 2012 yılında %74.3 ile tarihindeki en yüksek seviyesini gördü.

Türkiye, 2012 yılında tükettiği petrolün %92'sini ve doğal gazın ise %98'ini ithal etmek durumunda kaldı. Bu iki kaynağa ödenen döviz miktarı 2012 yılında 55 ve 2013 yılında ise 52 milyar Dolar düzeyinde oldu.

Son yıllarda, petrol ve doğal gazın yanında, kömür de ciddi bir ithalat kalemi olarak ortaya çıktı. Yirmi yıl önce kömür tüketiminin yaklaşık üçte ikisini yerli kömürlerinden karşılayabilen Türkiye, 2012 yılında yarısından fazlasını ithal etmek zorunda kaldı. Böyle olunca, Türkiye'nin enerji ithalatı içerisinde kömür de ağırlıklı bir yer kaplamaya başladı.

Son on yılda yaklaşık iki kat artan ve 2013 yılında 27.3 milyon ton seviyesinde gerçekleşen kömür ithalatının gelişim çizgisine bakıldığında önümüzdeki dönemlerde de hız kesmeden yukarı yönlü bir hareketin gerçekleşeceği rahatlıkla söylenebilir.

Doğal olarak, kömür ithalat faturası da giderek yükselmekte. İlk defa 2004 yılında 1 milyar Dolar eşiğini geçen kömür ithalatı 2006 yılında 2 milyar Dolar, 2008 yılında 3 milyar Dolar ve 2011 yılında ise 4 milyar Dolar seviyesini geçti. 2012 yılı kömür ithalat faturası 4.6 milyar Dolar ve 2013 yılı faturası ise 3.5 milyar Dolar olarak tahakkuk etti. Bunun yanında, kok ve petrokok için de yarım milyar Dolar'a yakın bir döviz ödendi.

Kömür ithalatındaki hızlı artış, Türkiye'nin Dünya toplam kömür ithalatından aldığı payı da hızla arttırdı. Türkiye, 2012 yılında %2.4 oranındaki pay ile Dünya'nın dokuzuncu büyük kömür ithalatçısı konumuna yükseldi.

İthal kömür yakıtlı elektrik üretim tesislerine ilişkin yaklaşık 25,000 MW kurulu gücündeki lisans başvurularının da devreye girmesi halinde, Türkiye'nin bir ithal kömür cenneti olması ve kömür ithalat faturasının petrol ve doğal gaz faturalarına yakın düzeylere yükselmesi kaçınılmaz görünüyor.

Bu tablonun sonucunda, enerji ithalat faturamız da giderek kabarmakta. Son 5 yılda enerji ithalatına ödediğimiz döviz 240 milyar Dolar büyüklüğünde. Bu miktar, aynı dönemde yapılan toplam ithalatın yaklaşık dörtte birine karşılık geliyor.

Artan enerji ithalatının, cari açığın da giderek artması yönünde son derece etkili olduğu, enerji ithalatının Türkiye ekonomisinin yumuşak karnını oluşturduğu, bugün artık herkes tarafından açıkça görülüyor.

Yerli enerji üretiminin hızla arttırılması, Türkiye için her zamankinden daha önemli. Ülkemizde önemli sayılabilecek kömür kaynakları bulunmakta. Söz konusu kaynakların harekete geçirilmesi, enerji bağımlılığına bir ölçüde çare olabilir.

Ancak, tam tersine, yerli kömürlerimizin enerji ihtiyacımızı karşılamadaki payı hızla gerilemekte. Taşkömürü üretimimizin toplam enerji ihtiyacımızı karşılama oranı %1'in altına inmiş durumda. Linyit üretimimiz ise toplam enerji talebinin sadece %14'ünü karşılayabilmekte.

Elektrik üretim kurulu gücü içinde yerli kömürün payı yirmi yıl önce % 30'un üzerindeyken bugün %13 düzeyine kadar geriledi. Kurulu güç içerisinde ithal kaynak oranı ise %40'lara dayandı.

Mevcut üretim düzeyi ile devam edilmesi halinde, yerli kömürün ülkemiz enerji talebini karşılamadaki payının her yıl biraz daha geriye düşeceği açık. Kömür üretiminin günümüzdeki düzeyinden daha yukarıya çıkarılamaması durumunda, yerli kömürün birincil enerji tüketimini karşılama oranı 2020 yılında %10'un altına inecek ve 2030 yılında ise yaklaşık %6 düzeyine gerileyecek.

Türkiye'de 2030 yılı birincil enerji talebinin % 20'lik kısmının yerli kömürler tarafından karşılanması hedeflendiğinde, söz konusu yıldaki kömür arzının 230 milyon tona ve sadece %15'lik kısmının karşılanması hedeflendiğinde ise 175 milyon ton civarına arttırılması gerekecek. Dolayısıyla, yerli kömürlerin ülkemiz enerji sektörü içerisinde belirli bir ağırlığının gelecek yıllarda da tesis edilebilmesi, mevcut kömür üretimlerinin en azından üç katına çıkarılması ile mümkün olabilecektir.

Aynı şekilde, günümüzde %13 düzeyinde olan yerli kömüre dayalı elektrik kurulu kapasitesinin 2023 yılında toplam kurulu gücün %20'si düzeyinde olması hedeflendiğinde, 8,200 MW büyüklüğündeki mevcut kurulu güce 13,800 MW kömürlü santralin daha eklenmesi gerekecek. %20'lik payın 2023 yılından sonra da korunması ise, ancak her yıl en az 2,000 MW yerli kömüre dayalı santralin işletmeye alınması ile mümkün.

Mevcut kömür rezervleri ve üretim kapasiteleri değerlendirildiğinde, söz konusu hedeflerin ulaşılabilirliği konusunda dikkatli olmakta yarar var. Enerji ithalat bağımlılığının giderek daha da arttığı bir ortamda, soruna çözüm olması en muhtemel olan yerli kömürlerin 15-20 yıl sonra Türkiye'nin enerji talebinin %10'unu dahi karşılayamayacak bir noktaya gelmesi riski ciddi olarak bulunmakta. Söz konusu riskin gerçekleşmesi durumunda, Türkiye'nin enerji ithalat bağımlılığının tahminlerin çok ötesinde bir noktaya gelmesi son derece muhtemeldir.

Bu bakımdan süratle yerli kömür rezervlerimizin işletmeye alınabilmeleri gerekmekte. Bununla beraber, hızlı bir dönüşüm içerisinde çalkalanan kömür sektöründe işler hiç de istenildiği gibi gitmiyor.

Son sekiz yılda yerli kömüre dayalı büyük ölçekli herhangi bir elektrik santrali işletmeye alınamadı. Söz konusu dönemde devreye alınan yerli kömür santralleri, topu topu 40-50 MW büyüklüğündeki küçük ölçekli otoprodüktör santraller oldu.

Türkiye kömür rezervinin yaklaşık üçte birine sahip olan Afşin-Elbistan Havzası'nda yeni elektrik santrallerinin tesis edilmesi yıllardır gündemde. Ancak, bırakın yeni santral kurmayı, mevcut santrallerin ikisini birden besleyebilecek kömür sahaları dahi hazırlanabilmiş değil.

Finansman zorlukları var. Çeşitli finansman modelleri denendi, başarılı olmadı. Bu havza için, sürdürülebilir bir finansman modelinin bulunarak, yaklaşık 6,000 MW büyüklüğündeki santral ünitelerinin tamamını 10 yıl içerisinde işletmeye almayı beklemek biraz fazla iyimserlik olur. Finansman zorluklarının yanında; çevresel problemler ya da hidrojeoloji gibi ciddi teknik sorunlar havzanın kısa sürede hazırlanmasına engel olacaktır.

Son dönemde gündeme gelen ve ciddi kömür rezervi olduğu düşünülen Konya-Karapınar, Afyon-Dinar ve Eskişehir-Alpu sahalarının kömür rezervleri ise henüz

tam olarak geliştirilmiş bile değil. Afşin-Elbistan için mevcut olan teknik, ekonomik/finansal ve çevresel sorunların çok daha fazlası bu sahalar için söz konusu.

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu tarafından, termik santral kurma şartıyla özel sektöre devredilen kömür sahaları ise diğerlerine göre biraz daha fazla umut vadetmekte. Bu sahaların hemen tamamında özel firmalar tarafından santral kurma çalışmalarına başlanmış görünüyor. Bunlardan ikisinde santral bacaları fiilen yükselmeye başlamış. Bolu-Göynük Sahası'nda 270 MW gücündeki santral kurulumu sürdürülmekte. Eskişehir-Mihalıççık Sahası'nda ise her biri 145 MW gücündeki iki akışkan yatak ünitesinden ilki tamamlanmak üzere. Bu santralların bir yıl içerisinde üretime başlamaları öngörülüyor. Bu sahalarla ilgili iyimser olmak için belki de en önemli engel, firmaların kamuya ödemeleri gereken yüksek rodövan bedelleri.

Özel sektörün elinde bulunan kömür sahalarında ise Sabancı Holding'in Adana-Tufanbeyli'deki 450 MW projesi ile Polat Elektrik'in Kütahya'da 51 MW büyüklüğündeki projesi dışında şimdilik önemli bir hareket gözlenmemekte.

Türkiye, serbestleştirme/özelleştirme çalkantıları arasında, kömüre dayalı yeni enerji santrallarını kurma konusunda treni kaçırmış gibi görünmekte.

ABD ve Avrupa krizden çıkarken, yabancı sermayenin tüm gelişen piyasalar gibi Türkiye'den de kaçma riski artıyor. Küresel piyasalarda bol para dönemi kapanmakta. Yurtiçinde büyüme hızı geriliyor. Türk parasının değeri düşüyor. Bu görünüm, önümüzdeki dönemde yerli kömüre dayalı santralların kurulabilmesi konusunda iyimser olabilme imkânını vermiyor.

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığını bir ölçüde olsun azaltabilmek amacıyla yerli kömüründen daha fazla yararlanabilme imkânlarını her şeye rağmen bulabilir mi?

1970'li yıllarda bu başarılabilirdi. O dönem, Türkiye, enerji krizini memleketin kömürüyle aştı. Tüm imkânsızlıklara rağmen, o dönemdeki enerji yönetimleri yerli kömür rezervlerini seferber edebildiler. Yapılan çalışmalar sonucunda, 10 yılda yaratılan kömüre dayalı elektrik üretim kapasitesi toplam gücün yaklaşık üçte birine karşılık geliyordu.

1970'li yıllarda yüzde 40'lara varan elektrik üretimindeki ithal kaynak bağımlılığı, yerli kömür kaynaklarının geliştirilmesi yönündeki kamusal tercih sayesinde 1987 yılı geldiğinde yüzde 20'ler seviyesine düşürülebildi. İthal kaynak bağımlılığındaki bu rahatlama 1990'lı yılların sonuna kadar Türkiye ekonomisi üzerinde son derece olumlu etkiler yaptı.

Mevcut ezberlerin dışında bir planlama anlayışıyla aynı başarının bugün de yakalanabilmesi aslında hiç de zor olmayacaktır.

YAZAR İNDEKSİ
AUTHOR INDEX

Acar, G.	25	Erarslan, O.	407	Sefercik, U. G.	147
Akçakoca, H.	43	Erişir, H. S.	237	Shahriar, K.	13, 35
Akçın, H.	363, 375	Göncüoğlu, S.	353	Sığırcı, C.	407
Akkaya, B.	283	Güngör, Ö.	105	Sirkeci, A. A.	227
Aksu, C. A. Ö.	237	Güven, O.	205	Şahin, S.	245
Albayrak, S.	283	Hacıfazlıoğlu, H.	291	Şensöğüt, C.	1, 43, 237
Alp, İ.	245	Hamidi, J. K.	35	Tamzok, N.	451
Altınığne, M. Y.	123	Hebblewhite, B.	133	Taner, H. A.	257
Aritan, A. E.	25, 43	Işık, F.	205	Tanrıverdi, M.	217
Aspir, K.	237	Jahromi, H. K.	35	Taştekin, Y. A.	159
Avunduk, E.	87	Kahraman, E.	407	Terzi, M.	309
Balcı, C.	87	Kantaracı, S.	245	Tokat, M.	87
Baltaş, A.	193	Karaağaçlıoğlu, I. E.	205	Tokoğlu, M.	159
Bayık, Ç.	147	Karakaş, F.	205	Toprak, S.	181
Biçer, N.	435	Karakış, S.	147	Toroğlu, İ.	333
Bilen, M.	283, 333	Kaymakçı, E.	363, 389	Tumaç, D.	87
Boylu, F.	205	Kızgut, S.	283, 333	Umucu, Y.	123
Burat, F.	227	Korkmaz, A. A.	303	Uzal, N.	171
Büyüktanır, K.	159	Kurşun, İ.	309	Ünlü, T.	57
Can, Y.	321	Kurşunoğlu, N.	115	Vardar, O.	159
Ceylan, O.	73	Lermi, A.	171	Yalçın, N.	205
Çakır, A.	363	Madani, H.	13	Yılmaz, A. O.	269
Çapık, M.	269	Mitra, R.	133	Yılmaz, Ö.	57
Çavuşoğlu, İ.	269	Mutlu, M.	341	Yılmaz, S.	283, 333
Çelik, H.	321	Niknam, B.	13		
Çelik, M. S.	205	Önal, G.	227		
Çelik, R.	395	Önder, M.	115		
Çetinel, T.	205	Önder, S.	341		
Çınar, İ.	1	Önen, V.	257		
Çiçek, T.	217	Öney, Ö.	217, 321		
Çinku, K.	205	Özdemir, H.	205		
Çomaklı, R.	87	Özdoğan, M.	105		
Çopur, H.	87	Özkan, Ş. G.	309		
Çuhadaroğlu, D.	283	Pehlevan, M.	181		
Dağdeviren, Ç.	303	Polat, C.	87		
Delibalta, M. S.	171	Pulat, O.	181		
Demir, İ.	309	Samanlı, S.	321		
Deniz, V.	123	Sarginoğlu, S.	363		
Diñ, T.	245	Sarıcı Özdemir, Ç.	303		
Düzgün, H. Ş.	159	Sarıçam, T.	159		
Düzyol, S.	237	Sarımehmet, S.	389		
Ekici, A.	423	Satılmış, U.	423		
Enkhtaivan, N.	309	Saydam, S.	133		

