

TAM MEKANİZE KÖMÜR KAZISINDA TUR ZAMANI HESAPLAMALARI

Mahmut YAVUZ¹, Selamet G. ERÇELEBİ²

ÖZET: Bu çalışmada, tam mekanize uzunayaklarda kullanılan çift tamburlu kesici-yükleyici makinelerin yeni kazı hasesine geçebilmesi için yaptığı manevra hareketlerinden yarım ayak ve ayak başı yöntemleri incelenmiş ve zaman etütleri yapılmıştır. Her iki yöntem için makinenin yaptığı hareketler ayrıntılı olarak açıklanmış ve bağıntularla ifade edilmiştir. Kazı makinesinin bir have üretim yapması için harcanan tur zamanları eşitlikler haline dönüştürülmüştür.

ANAHTAR KELİMELE: Kesici-yükleyici, tur zamanı, yarım ayak, ayak başı

CYCLE TIME CALCULATION IN THE FULLY MECHANIZED COAL SHEARING

ABSTRACT: In this study, half-face and full-face methods, which are turn around methods for shearer to start a new web where double ended drum shearers are used, were investigated. Time-motion studies were carried out in the fully mechanized longwalls where above methods are employed. Machine's movements for each method were explained with equations in detail. Cycle times spent for extracting one web of coal by shearer were converted into equations.

KEYWORDS: Shearer, cycle time, half-face, full-face

¹Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Bademlik Kampusu, 26030, ESKİŞEHİR

²İTÜ, Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 80626, Maslak, İSTANBUL

I. GİRİŞ

Çift tamburlu kesici-yükleyici kullanılan tam mekanize kömür ocaklarında yeni kazı havesine geçebilmek için yapılan manevra hareketlerinden en yaygın olarak kullanılanları yarım ayak ve ayak başı yöntemleridir [1]. Bu iki yöntem dışında veya paralelinde her ocak kendisine özgü daha verimli veya çalışanlarının daha iyi uyum sağladığı başka bir kazı yöntemini uygulayabilir. Seçilen kazı yönteminde esas olan en önemli konu, en kısa tur zamanında üretim işlemini gerçekleştiren kazı yönteminin seçilmesidir.

II. KAZI YÖNTEMLERİ

Kesici-yükleyici makineler ile yapılan üretim işlerinde esas olarak iki ana çalışma prensibi vardır. Bunlar, tek yönlü kesim ve çift yönlü kesim olarak adlandırılırlar. Kömür kesiminin sadece bir hareket yönünde yapıldığı yöntemler tek yönlü kesim olarak ifade edilmektedir [2]. Tek yönlü kesim genellikle tek tamburlu kesici-yükleyici kullanılan ocaklarda uygulanmaktadır. Bu uygulama türünde makine taban yollarından birisinin içerisine girerek yeni kazı havesini oluşturmakta ve ayak boyunca kazı işlemini sürdürmektedir. Bir hareket yönünde kesim işlemini tamamlayan makine dönüş yolunda taban temizleme işlemi yapmakta ve makinenin taban temizlediği bölgenin arkasında kalan alanlarda yürüten tahkimat üniteleri ötelenerek aynaya yaklaştırılmaktadır. Makine, tekrar ilk kazıya başladığı pozisyonu aldığı anda bir tur tamamlanmış ve ayak yeni kazı havesi için hazır bir hale gelmiş bulunmaktadır. Bu yöntemde makinenin içerisine girebileceği büyüklükteki boşlukları oluşturmak tabanyollarında duraylılık problemlerine yol açmakta ve dolayısıyla sağlam olmayan tavan koşullarında uygulaması bulunmamaktadır. Kömür kesiminin her iki hareket yönünde de yapıldığı yöntemler ise çift yönlü kesim olarak adlandırılmaktadır [2]. Çift tamburlu kesici-yükleyici makineler ile yapılan üretim işlerinde çift yönlü kesim uygulanmaktadır. Bu yöntemde üretim işlemi makinenin her iki hareket yönünde de yapılmaktadır. Makine, bir have genişliğindeki kömür kazdıktan sonra yeni kazı havesine geçebilmek için bir dizi manevra hareketi yaparak yeni kazı durumunu almak zorundadır [1]. Çift yönlü kesim uygulanan ayaklarda yeni kazı havesine geçişi sağlayabilmek için kullanılan en yaygın manevra hareketleri ayak başı ve yarım ayak yöntemleridir.

III. TUR ZAMANI

Kesici-yükleyici makinenin tambur genişliğindeki kömür dilimini ayak boyunca kesmesi için harcanan veya bir havelik kömür kesmesi için gerekli olan zamana tur zamanı denir [2]. Tur zamanının süresi ile üretilecek kömür miktarı arasında ters orantı vardır. Dolayısıyla tur zamanının azalışı ile üretilecek olan kömür miktarı artacaktır. Tur zamanı hesaplanırken kesici-yükleyici makinenin yaptığı manevra ve kesim hareketleri dikkate alınmaktadır. Kömür kesme, taban temizleme, yeni bir kazı yüzeyi oluşturmak için kömüre dalma, kazı pozisyonu almak için manevra yapma ve kazı yönünü değiştirmek için makinenin tamburlarının pozisyonlarını değiştirme bir havelik üretim periyodu için kesici-yükleyici makinenin yaptığı temel hareketlerdir [3].

Tur zamanının hesaplanması için gerekli parametreler ve birimleri aşağıdadır [3]:

d = Kesici-yükleyici makinenin tambur çapı (m).

l_k = Yürüyen tahkimat ünitelerinin ötelenmesi ile ayakta oluşan kıvrımın uzunluğu (m).

l_{ky} = Kesici-yükleyici makinenin uzunluğu (m).

l_m = Ayak başı yönteminde, yeni kazı havesi için gerekli olan manevra uzunluğu (m).

l = Ayak uzunluğu (m).

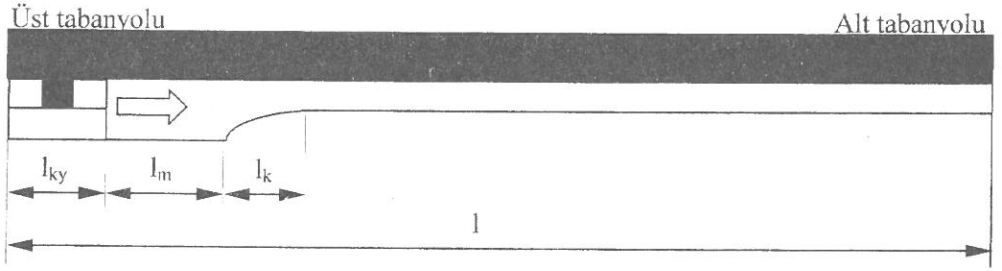
u = Kesici-yükleyici makinenin tamburlarının pozisyon değiştirme süresi (sn).

V_t = Kesici-yükleyici makinenin temizleme hızı (m/dk).

V_k = Kesici-yükleyici makinenin kesme hızı (m/dk).

III.1. Ayak Başı Yöntemi için Tur Zamanının Hesaplanması

Ayak başı yönteminin esası, kesici-yükleyici makinenin ayak başında yaptığı bir dizi seri manevraya dayanmaktadır [1]. Kesici-yükleyici makine yaptığı manevralar sonucunda yeni kazı havesine geçer ve tambur genişliğindeki kömürü keserek üretim işlerini sürdürür. Ayak başı yöntemi maden işletmelerinde farklı şekillerde uygulanmaktadır. Bu uygulama şekillerinden sadece birisi için kesici-yükleyici makinenin yaptığı hareketler burada anlatılmıştır. Yeni kazı havesine geçecek olan kesici-yükleyici makine, en son kazı yaptığı havedeki işlemlerini bitirmiş bir halde üst tabanyolu (kuyruk yolu) başında ve bu sırada ayağın alt tabanyolu (sabit yolu) tarafında bulunan yürüyen tahkimatlar aynaya doğru daha önceden ötelenmiş durumda (Şekil 1).



Şekil 1. Kesici-yükleyici makine üst tabanyolu başında.

Üst tabanyolu başında bulunan kesici-yükleyici makine yeni kazı havesine geçebilmek için öncelikle tambur pozisyonlarını değiştirmek zorundadır, çünkü bir önceki kazı periyodunun sonunda üst tabanyoluna gelen kesici yükleyici makinenin üst tabanyolu tarafındaki tamburu yukarıda diğeri ise aşağıdadır. Makine, üstte bulunan tamburunu alta, altta bulunan tamburunu ise üste tambur pozisyon değişimi süresinde (u) hareket ettirir. Bu sırada üst tabanyolu tarafında üstte bulunan tambur aşağı doğru hareket ederken altında kalan kömür henüz kesilmemiş olduğundan bu kısımdaki kömürü de keser. Tamburların pozisyonlarının değiştirilmesi için harcanan zaman [3],

$$\text{Tambur pozisyon değişimi } (t_1) = u \quad (1)$$

olarak alınır.

Kesici-yükleyici makine tamburlarının pozisyonlarını değiştirdikten sonra iki tambur arasında ve üst tabanyolu tarafında bulunan tamburun kazı alanına giren bölgede kalan kömürün kazılması gereklidir. Bu amaçla, kesici-yükleyici makinenin alt tamburu makine alt tabanyolu yönünde hareket ederken iki tambur arasında kalan kömürü keser. Makinenin bu işlem için harcadığı zaman,

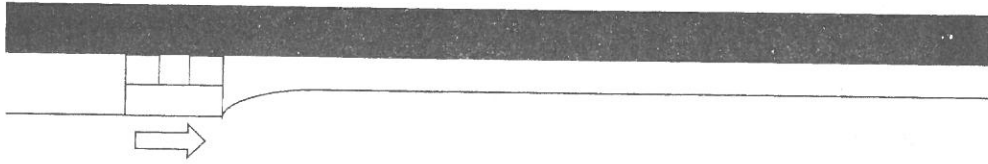
$$\text{İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesi } (t_2) = \frac{l_{ky} - 2d}{V_k} \times 60 \quad (2)$$

ile ifade edilir.

İki tambur arasında kalan kömürü kesen kesici-yükleyici makine, alt tabanyolu yönünde temizleme hızı (V_t) ile kıvrım başlangıcına kadar kömür kesmeden hareket eder ve kıvrım başlangıcında durarak kazı pozisyonu alır. Böylece yeni kazı havesine geçebilmek için hazırlıklar tamamlanmış olur (Şekil 2). Manevra hareketi için harcanan zaman,

$$\text{Manevra hareketi } (t_3) = \frac{I_m - I_{ky} + 2d}{V_t} \times 60 \quad (3)$$

şeklinde ifade edilir.

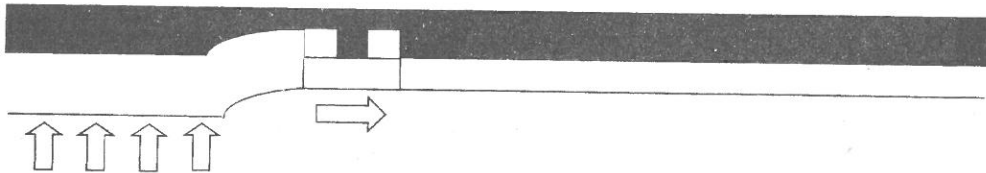


Şekil 2. Manevra hareketi.

Manevra hareketi tamamlandıktan sonra, kesici-yükleyici makine kıvrım başlangıcından kömüre kesme hızı (V_k) ile girerek alt tabanyolu doğrultusunda kömür keser. Kıvrımdan kömüre dalarak üst tabanyolu tarafında bulunan aşağı pozisyondaki tamburu kıvrım sınırına gelene kadar kömür kesen kesici-yükleyici makine durdurularak üst tabanyolu tarafındaki tahkimatlar arına doğru ötelenir (Şekil 3). Bu hareketin sonunda yeni kazı havesi açılmış olur. Have açma hareketi için harcanan zaman,

$$\text{Have açma hareketi } (t_4) = \frac{I_k + I_{ky}}{V_k} \times 60 \quad (4)$$

ile hesaplanır.



Şekil 3. Have açma hareketi.

Yürüyen tahkimatlar arına doğru ötelenip zincirli oluk arına düz bir hale getirilince kesici-yükleyici makine tekrar tamburlarının pozisyonlarını değiştirir. Bu işlem sırasında üstte bulunan tambur aşağı inerken altında kalan kömürü de keser. Tamburların pozisyonlarının değiştirilmesi için harcanan zaman [3],

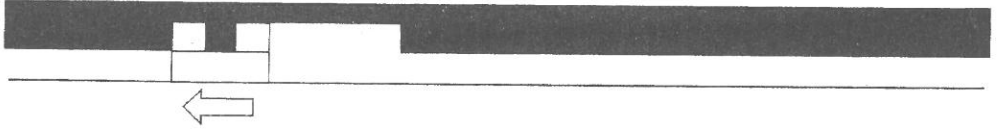
$$\text{Tambur pozisyon değişimi } (t_5) = u \quad (5)$$

olarak alınır.

Tamburlarının pozisyonlarını değiştiren kesici-yükleyici makine üst tabanyolu yönünde kesme hızı ile kömür keserek ilk harekete başladığı noktaya kadar gelir (Şekil 4). Bu hareket için harcanan zaman,

$$\text{Yeni have kazısı } (t_6) = \frac{l_{ky} + l_m + l_k}{V_k} \times 60 \quad (6)$$

bağıntısı ile bulunur.



Şekil 4. Yeni have kazısı.

Üst tabanyoluna gelen kesici-yükleyici makine yeni kazı havasına geçebilmek için gerekli olan manevraları yapmış ve kendisine yeni bir kazı yüzeyi açmıştır. Kesici-yükleyici makinenin üst tabanyolu tarafındaki tamburu yukarıda, diğer tamburu ise aşağıdadır. Makinenin alt tabanyolu yönünde kazı yapabilmesi için tamburlarının pozisyonlarını değiştirmesi gereklidir ve makine yine tamburlarının pozisyonlarını değiştirir. Bu sırada üst tabanyolu tarafındaki üstte bulunan tambur aşağı doğru hareket ederken altında kalan kömür henüz kesilmemiş olduğundan bu kısımdaki kömürü de keser. Tamburların pozisyonlarının değiştirilmesi için harcanan zaman [3],

$$\text{Tambur pozisyon değişimi } (t_7) = u \quad (7)$$

olarak alınır.

Kesici yükleyici makine tamburlarının pozisyonlarını değiştirdikten sonra iki tambur arasında ve üst tabanyolu tarafında bulunan tamburun kazı alanına giren bölgede kalan kömürün yine kazılması gereklidir. Bu amaçla, kesici-yükleyici makinenin üst tamburu makine alt tabanyolu yönünde hareket ederken iki tambur arasında kalan kömürü keser (Şekil 5). Makinenin bu işlem için harcadığı zaman,

$$\text{İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesi } (t_8) = \frac{l_{ky} - 2d}{V_k} \times 60 \quad (8)$$

ile ifade edilir.

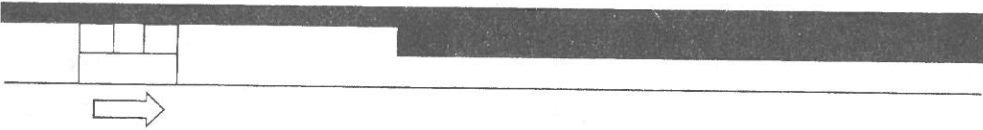


Şekil 5. İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesi.

İki tambur arasında kalan kömür de kesildikten sonra, kesici-yükleyici makine alt tabanyolu yönünde kıvrım başlangıcına yani tekrar kömüre temas edeceği noktaya kadar manevra hızı ile boşta hareket eder (Şekil 6). Bu hareket için harcanan zaman,

$$\text{Boşta hareket } (t_9) = \frac{l_m + l_k + 2d}{V_f} \times 60 \quad (9)$$

ile hesaplanır.

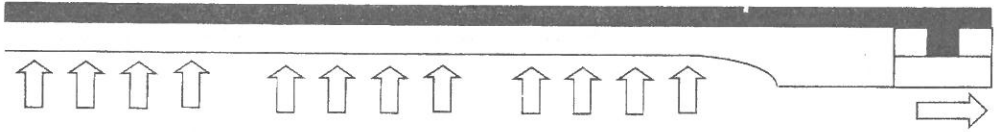


Şekil 6. Boşta hareket.

Kesici-yükleyici makine kömüre temas ettikten sonra alt tabanyolu doğrultusunda kesme hızı ile kömür keserek ilerler bu sırada üst tabanyolundan başlayarak yürüyen tahkimat üniteleri arına ötelenir ve yeni kazı havesi için hazırlıklara da başlanmış olur (Şekil 7). Bu işlem için harcanan zaman,

$$\text{Ayak boyunca kazı } (t_{10}) = \frac{l - 2l_{ky} - l_m - l_k}{V_k} \times 60 \quad (10)$$

olarak hesaplanır.



Şekil 7. Ayak boyunca kazı.

Kesici-yükleyici makine alt tabanyoluna ulaştığında, yapılan işlemler sonrasında ayakta bir havelik kazı bitirilmiştir. Yeni kazı havesi için kesici-yükleyici makine bu defa alt tabanyolu tarafında aynı hareketleri yaparak yeni kazı havesinde çalışmaya başlar. Bir havelik kazı için harcanan zamanın yani tur zamanının hesaplanması için makinenin harcadığı yukarıda ifade edilen bütün zamanların toplanması gereklidir. Bunun için (1)-(10) arasındaki eşitlikler toplanır,

Ayak başı yöntemi için tur zamanı $(t) = \sum_{n=1}^{10} t_n$ yani

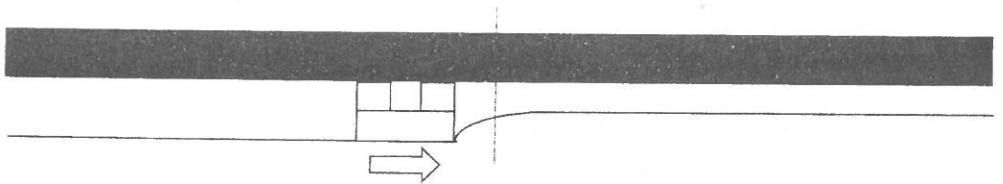
$$t = 3u + \frac{l + 2l_{ky} + l_k - 4d}{V_k} \times 60 + \frac{2l_m + l_k - l_{ky} + 4d}{V_l} \times 60 \quad (11)$$

bağıntısı ile ifade edilir.

III.2. Yarım Ayak Yöntemi için Tur Zamanının Hesaplanması

Yarım ayak yönteminde ayak ortadan iki bölüme ayrılmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında, kesici-yükleyici makine ayağın ortasından itibaren yeni kazı havesini oluşturma işlemlerine başlar. Yarım ayak yönteminde, ayak başı yöntemine oranla yapılan manevra hareketlerinde azalmalar meydana gelmektedir. Yarım ayak yönteminde makinenin yaptığı hareketler aşağıda anlatılmıştır.

Kesici-yükleyici makine ayak ortasında, ayağın alt tabanyolu tarafında kalan yürüyen tahkimat üniteleri arına ötelenmiş durumda (Şekil 8).

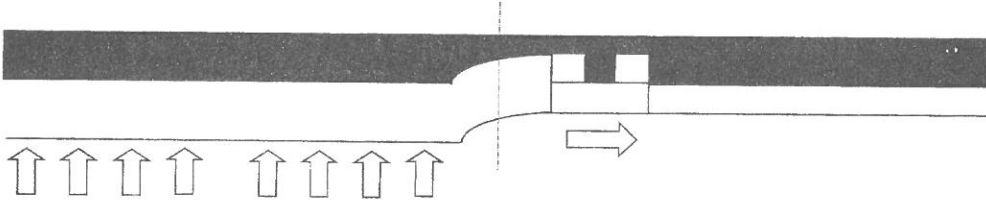


Şekil 8. Kesici-yükleyici makine ayak ortasında.

Kesici-yükleyici makine kıvrım başlangıcından itibaren kesme hızı ile kömür içerisine girer. Kömüre giren kesici-yükleyici makine alt tabanyoluna kadar ayağın geriye kalan yarısında, kesme hızı ile kesim işlemine devam eder. Kazı işlemi devam ederken yürüten tahkimat üniteleri arına doğru ötelenerek ayağın diğer yarında yapılacak kazı hareketi için hazırlıklar yapılmaya başlanır (Şekil 9). Have açma hareketi için harcanan zaman,

$$\text{Have açma hareketi } (T_1) = \frac{l_k + l}{2} \times \frac{1}{V_k} \times 60 \quad (12)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 9. Have açma hareketi.

Ayağın alt tabanyoluna gelen kesici-yükleyici makine, tambur pozisyonlarını değiştirme işlemine başlar. Bu sırada alt tabanyolu tarafında üstte bulunan tambur aşağı doğru inerken altında kalan kömürü keser. Bu hareket için harcanan zaman [3],

$$\text{Tambur pozisyon değişimi } (T_2) = u \quad (13)$$

olarak ifade edilir.

Tamburların pozisyonları değiştirildikten sonra, iki tambur arasında kalan kömür üst tabanyolu doğrultusunda kalan aşağıdaki tambur tarafından kesilir. Bu işlem için harcanan zaman,

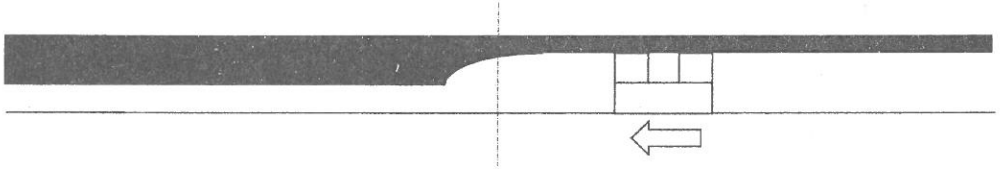
$$\text{İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesi } (T_3) = \frac{l_{ky} - 2d}{V_k} \times 60 \quad (14)$$

ile ifade edilir.

İki tambur arasında kalan kömürü kesen makine, ayak ortasında oluşturulan kıvrım başlangıcına kadar temizleme hızı ile taban temizleyerek üst tabanyolu doğrultusunda harekete başlar (Şekil 10). Bu hareket için harcanan zaman,

$$\text{Taban temizleme hareketi } (T_4) = \frac{\frac{l}{2} - \frac{l_k}{2} - l_{ky} + 2d}{V_t} \times 60 \quad (15)$$

ile hesaplanır.

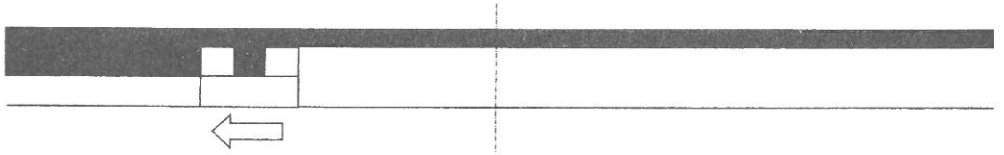


Şekil 10. Taban temizleme hareketi.

Ayak ortasında oluşturulan kıvrım başlangıcına gelen kesici-yükleyici makine bu noktadan itibaren kömür içerisine dalarak kesme hızı ile üst tabanyolu doğrultusunda kömür kesme işlemine devam eder (Şekil 11). Bu işlem için harcanan zaman,

$$\text{Yarım ayak kazı hareketi } (T_5) = \frac{\frac{l}{2} + \frac{l_k}{2}}{V_k} \times 60 \quad (16)$$

ile verilir.



Şekil 11. Yarım ayak kazısı.

Üst tabanyolu başına ulaşan makine tekrar tamburlarının pozisyonlarını değiştirmek için harekete geçer. Bu işlem için harcanan zaman [3],

$$\text{Tambur pozisyonu değişimi } (T_6) = u \quad (17)$$

olarak hesaplanır.

Tamburların pozisyonlarını değiştiren kesici-yükleyici makine, iki tambur arasındaki alt tambur seviyesinde kalan kömürü kesmek için kesme hızı ile harekete geçer. Bu işlem için harcanan süre,

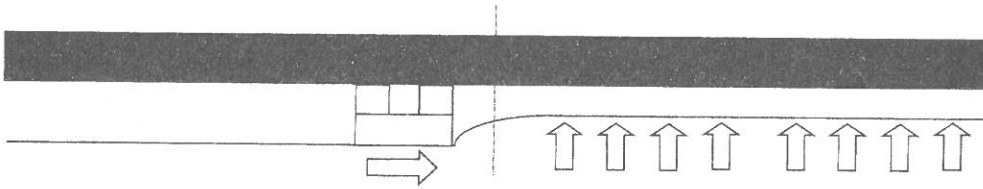
$$\text{İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesi } (T_7) = \frac{l_{ky} - 2d}{V_k} \times 60 \quad (18)$$

olarak yazılır.

İki tambur arasında kalan kömürün kesilmesinden sonra, kesici-yükleyici makine üst tabanyolundan alt tabanyolu doğrultusuna doğru taban temizleme hızı ile harekete geçer. Bu sırada alt tabanyolu tarafından ayak ortasına kadar olan mesafede bulunan yürüyen tahkimat üniteleri arına doğru ötelenir ve ayak ortasında tekrar kıvrım oluşturulur. Kesici-yükleyici makinenin temizleme hareketi kıvrım başlangıcında son bulur (Şekil 12). Bu işlem için harcanan süre,

$$\text{Taban temizleme hareketi } (T_8) = \frac{\frac{l}{2} - \frac{l_k}{2} - l_{ky} + 2d}{V_t} \times 60 \quad (19)$$

olarak bağıntı haline dönüştürülür.



Şekil 12. Taban temizleme hareketi.

Kesici-yükleyici makine tekrar ayak ortasında oluşturulan kıvrım başlangıcına yani ilk kazı işlemine başladığı noktaya ulaştığında bir havelik kazı işlemi bitirilmiş ve yeni kazı havesine geçebilmek için gerekli hazırlıklar tamamlanmıştır. Yukarıda anlatılan işlemlerden sonra bulunan (12)-(19) numaralı eşitliklerin toplanmasıyla,

Yarım ayak yöntemi için tur zamanı (T) = $\sum_{n=1}^8 T_i$ yani

$$T = 2u + \frac{l + l_k + 2l_{ky} - 4d}{V_k} \times 60 + \frac{l - l_k - 2l_{ky} + 4d}{V_l} \times 60 \quad (20)$$

bağıntısı ile ifade edilir.

IV. KAZI YÖNTEMİ SEÇİMİ

Bütün yeraltı ocaklarında olduğu gibi tam mekanize uzunayaklarda da kazı yönteminin seçimi için tavan basınçlarının dikkate alınması gerekli en temel parametredir. Tavan basınçlarının oluşturacağı etki dikkate alınmadığında yeni kazı havesine geçiş için yapılan manevra hareketlerinin seçiminde iki temel faktör rol oynamaktadır. Bunlardan birincisi tur zamanıdır. Ayakta bir havelik kömürü en kısa zamanda kesen yöntem, daha yüksek bir üretim potansiyeli sağlayacağı için iyi yöntem olarak dikkate alınmalıdır. İkincisi ise, seçilen kazı yönteminin ayakta çalışanlar, özellikle kesici-yükleyici makine operatörleri ve tahkimat sürücüler tarafından iyi bir şekilde benimsenip uygulanmasıdır. Uygulamada ayak çalışanları genellikle daha az manevra ile uygulanan ve kendilerine daha kolay gelen yöntemleri benimsemektedirler. Bunun yanında her zaman en az manevra ile uygulanan yöntem en kısa tur zamanında kazı işlemini bitirememektedir. Esas olan en kısa zaman periyodunda gerçekleşen tur zamanlarının seçilerek ayağın üretim potansiyelini mümkün olduğu kadar arttırmaktır. Bu amaçla daha fazla üretim potansiyeline ulaşmak ve çalışan makinelerden en yüksek verimi almak amacıyla en kısa tur zamanında gerçekleşen yöntem kazı yöntemi olarak seçilmelidir.

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, mekanize uzunayaklarda yeni bir kazı havesine geçebilmek için kesici-yükleyici makinenin yaptığı hareketlerin zamanları irdelenerek toplam tur zamanlarının hesaplanması için bağıntılar geliştirilmiştir. Bu bağıntılar tam mekanize ayaklarda en yaygın olarak uygulanmakta olan ayak başı ve yarım ayak yöntemlerine uygulanmış, her iki yöntem için tur zamanını veren basit bağıntılar geliştirilmiştir. Bunun dışında, çalışan tam mekanize uzunayaklarda ilgili bölgenin koşullarına veya ayakta çalışanların uyumuna paralel olarak daha farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu çalışma ile, kesici-

yükleyici makinenin ayakta yaptığı hareketleri detaylı olarak tanımlayıp başka koşullara uygulanmasını sağlamak açısından okuyuculara yol gösterilmesi amaçlanmıştır. Her ocakta uygulanmakta olan kazı yönteminin verimliliği yukarıda verilen bağıntıların ışığında hesaplanıp aralarında bir karşılaştırma yapılabilir. Esas olan en kısa zamanda en fazla miktarda üretim kapasitesine ulaşmak olduğuna göre, verilen bağıntıların kullanılması ve yeni bağıntıların türetilmesi okuyuculara uyguladıkları kazı yöntemlerini irdelemek ve kendi yöntemlerinin tur zamanını çıkarmak açısından da fikir verecektir.

VI. KAYNAKLAR

- [1] R. M. Göktan, "Kazı Makineleri ve Mekanizasyon", Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Ders Notları, 1999.
- [2] S. S. Peng ve H. S. Chiang, "Longwall Mining", Wiley Interscience Publication John Wiley and Sons, pp. 368-375, 1984.
- [3] A. Misra, "Longwall Production and Face Cost Evaluation With Particular Reference To The Australian Coal Mining Industry", Mining Technology, Vol. 78, pp. 47-53, 1996.