

GARP LİNYİTLERİ İŞLETMELERİ AÇIK OCAKLARINDA MAKİNE EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİN ANALİZİ

Cem ŞENSÖĞÜT¹, Mahmut ERGÜN²

ÖZET

Bu çalışmada Kütahya ili, Tavşanlı ilçesi, Tunçbilek bölgesinde bulunan Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü, Açık Ocak İstihsal Şube Müdürlüğü'ne bağlı olarak devlet eli ile gerçekleştirilen dekapaj ve kömür kazı faaliyetlerinin yürütülmesi için kullanılmakta olan kazı makinelerinin verimlilik analizleri yapılmıştır. Yapılan bu analizlerde, makineler hem aylık hem de yıllık olarak ele alınmış ve elde edilen sonuçlara göre yorumlar yapılmış ve öneriler sunulmuştur. Bu hesaplamalarda 2017 yılına ait; aylık üretim miktarı, çalışma saatleri ve makine durma sürelerinden yararlanılarak verimlilik, verim, etkenlik ve performans indeksi hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar ile işletmede kullanılan kazı makinelerinin çalışma performansları değerlendirilmiştir. Buna göre; 12 aylık toplamda 37 numaralı Elektrikli/Halatlı Ekskavatör 1763 ton/saat ile verimlilik değeri en yüksek makine olurken, 26 numaralı Dragline %35,5 değeri ile en yüksek verime sahiptir. 463 numaralı Paletli/Hidrolik Ekskavatör %242,9 değeri ile en yüksek etkenliğe ulaşan makine olurken 630,7 ton/saat performans indeksi ile en iyi performansla çalışan makine 36 numaralı Elektrikli/Halatlı Ekskavatör olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Etkenlik, verim, verimlilik, performans indeksi.

ANALYSIS OF MACHINE EQUIPMENT EFFICIENCY IN OPEN PITS OF WESTERN LIGNITE CORPORATION

ABSTRACT

In this work, the productivity analysis of the machinery used for earth moving and coal excavation activities carried out in Western Lignite Corporation (WLC) in the Tunçbilek district of Tavşanlı, Kütahya province was performed. In these analyzes, the machines were handled in both monthly and annually base, and the comments together with the suggestions were given according to the results. In these calculations, efficiency, effectivity, effectiveness and performance index were calculated by taking advantage of monthly production amount, working hours and machine downtimes of 2017. With these results, the working performance of the excavation machines used in the field has been evaluated. According to this; With a total of 12 months, Electric/Rope Excavator No. 37 has the highest productivity value with 1763 tons/hour, while Dragline No. 26 has the highest efficiency value with 35.5%. While the number 463 Crawler/Hydraulic Excavator has reached the highest efficiency with 242.9% value, the machine with the best performance with 630.7 tons'/hour performance index has been determined as the number 36 Electric/Rope Excavator.

¹ Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Sorumlu Yazar: Cem ŞENSÖĞÜT (sensogut@dpu.edu.tr)

² Garp Linyitleri İşletme Müdürlüğü, Tavşanlı-Kütahya

Key Words: Effectivity, efficiency, effectiveness, performance index.

1. GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin ekonomik alandaki başarısını etkileyen önemli parametrelerin başında verimlilik düzeyi gelmektedir. Bu nedenle, uzun dönemli ve sürdürülebilir büyüme performansı ancak her alanda sağlanacak verimlilik artışları ile mümkün görünmektedir. Ülkemizde makro plandaki verimlilik artış beklentisi, işletmeyi temel alan verimlilik artırma çalışmalarının yapılmasıyla olasıdır (Prokopenko, 2011; Peşkirioğlu, 2014).

İşletmeler, yaptıkları yatırımlar ile belirli amaca hizmet ederler. Bu çalışmaların beklenen verime ulaşması ancak sahip olunan tüm kaynakların optimum olarak kullanılmasını gerektirir. İşletme başarısı ise öngörülen hedeflerin ne kadarının gerçekleştirildiği ile ilgilidir.

Kaymaz ve Kızılca yapmış oldukları bir çalışmada, ülkemizdeki çoğu kömür madeninin daha yüksek verimle kömür üretilen açık ocak üretim yöntemiyle işletilmesine rağmen verimliliklerinin düşük kalmasına dikkat çekmiştir (Kaymaz ve Kızılca, 2014).

Bu çalışmada, Garp Linyitleri İşletmesi açık ocaklarında kullanılan örtü ve kömür kazı makinelerinin verimlilik analizlerinin (verimlilik, verim, etkenlik ve performans indeks) hesaplanmasında, 2017 yılı içerisinde yapmış oldukları aylık örtü kazı miktarları, kömür üretim miktarları, çalışma süreleri, durma süreleri ve duruş nedenlerinden yararlanılmıştır.

İşletmenin 2017 yılı örtü kazı ve kömür üretim programları göz önüne alınarak yapılan üretim çalışmalarında, işletme de bulunan en yüksek kapasiteli 40 yd³'lük (30.56 m³) Dragline (Marion), 20 yd³ (15.29 m³) ve 10 yd³ (7.65 m³) kapasitelere sahip Elektrikli/Halatlı Ekskavatörler (P&H) ve 6.5 yd³ (4.97 m³) ile 9.2 yd³ (7.03 m³) kapasiteli Paletli/Hidrolik Ekskavatörlerden (Hitachi&Liebherr) yararlanılmıştır. İşletmedeki makineleri etkin kullanabilmek adına, kapasiteye göre farklılık gösteren bu makinelerden özellikle 5 adet 10 yd³ kapasiteli makinelerden sadece 3 tanesine yedek makine olarak iş verilebilmiştir.

2. VERİMLİLİK ANALİZLERİ

Verimliliğin ulusal refahı arttırmadaki önemi herkesçe kabul edilen husustur. Ülkede büyümenin önünü verimliliğin açtığı kabulüyle yapılacak çalışmalar her şeye rağmen tüm hızla gerçekleştirilmelidir.

Kontrol işlevinin ön planda olduğu sonuç odaklı bir yönetim anlayışından, günümüzde işletmenin sürekli gelişmesine yönelik kurumsal stratejilerin tüm işletme birimlerine yaygınlaştırıldığı bir kurumsal performans yönetimi anlayışına geçilmelidir. İşletme organizasyonunun bütününde stratejik amaçlarla faaliyetlerin uyumlandırılmasını ve işletmenin fonksiyonel birimlerinin aynı hedeflere yönelik olarak birbirlerini destekler nitelikte çalışmasını sağlamak, kurumsal performans yönetimi anlayışının esasını oluşturmaktadır (Peşkirioğlu vd., 2013). Tüm bu ifadeler göz önünde tutularak, Garp Linyitleri İşletmesinde kullanılan örtü tabakası kazı makinelerinin verimlilik analizlerinde şu ölçütler kullanılmıştır.

- Verimlilik,
- Verim,

- Etkenlik ve
- Performans indeksi.

2.1. Verimlilik

Verimlilik, üretimde kullanılan tüm faktörlerden en rasyonel şekilde yararlanarak üretimi arttırmayı, ürün kalitesini yükseltmeyi ve maliyeti düşürmeyi temel hedef olarak ele almaktadır. Artan verimlilik ise üretimin artmasına, kaynak tüketimin azalmasına yol açmaktadır. Verimlilik, aşağıda verilen Eşitlik 1 ile ifade edilmiştir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{\text{Üretim (ton)}}{\text{Çalışma saati (saat)}} \quad (1)$$

Bu oranın hesaplanmasında, ölçümü yapılan sistemin çıktı ve girdilerinin belirlenebilmesi için sistemin sınırlarının tanımlanmış olması ve dönem süresinin belirlenmesi önemlidir. Verimlilik:

- a) Kısmi Verimlilik,
- b) Çok Ögeli Verimlilik,
- c) Toplam Verimlilik olmak üzere 3' e ayrılır (Filiz, 2005).

2.1.1. Kısmi verimlilik

Üretim faaliyeti sonunda elde edilen ürünün (çıktı), bu üretimde kullanılan üretim kaynaklarından (girdi) herhangi birine oranlanması ile bulunur. Bu girdilerden sadece bir girdi ele alınırsa “Kısmi Verimlilik” olarak tanımlanır (Akal, 2002).

2.1.2. Çok ögeli verimlilik

Çıktıların, birden fazla girdilerin toplamına bölünmesi ile elde edilen verimlilik değeridir (Filiz, 2005).

2.1.3. Toplam verimlilik

Üretim faaliyeti sonunda elde edilen bütün ürünlerin (çıktı) toplamının bu üretimde kullanılan üretim kaynaklarının (girdi) toplamına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Bu yöntemde bütün çıktı ve girdi değerlerinin farklılık göstermesinden dolayı hesaplanması diğer verimlilik çeşitlerine göre daha karmaşıktır (Filiz, 2005).

2.2. Verim

Verim, üretim faaliyet süresi içerisinde üretimde kullanılan kaynakların nasıl ve ne kadarının kullanıldığını gösteren performans göstergesidir. Verim, işletmenin çıktıları ile değil girdileri yani kaynak tüketimi ile ilgilidir. Amaçlar yerine araçları merkezine koyar. İşletmedeki işlerin istenilen şekilde yapılıp yapılmadığını gösterir.

Verimi açıklayan başka bir boyut ise girdilerden yararlanma oranıdır. Bu oran üretim sürecinde kullanılan girdilerle, işletmenin mevcut üretiminde kullanılabilir kaynakları arasında yapılan bir kıyaslama ölçütü olarak ifade edilebilir (Akal, 2002). Mevcut çalışmanın amacına

uygun olacağı düşünülerek “verim” adı altında girdilerden yararlanma oranı dikkate alınmıştır. Verimin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Çalışma saati (saat)}}{\text{Kullanılabilir makine süresi (saat)}} \times 100 \quad (2)$$

2.3. Etkenlik

Etkenlik, işletmenin programlanan üretim miktarı ile fiilen gerçekleşen üretim miktarı arasında yapılan oranlamadır (Akal, 2002).

$$\text{Etkenlik} = \frac{\text{Gerçekleşen üretim (çıkıtı)}}{\text{Planlanan üretim (çıkıtı)}} \times 100 \quad (3)$$

2.4. Performans İndeksi

Performans indeksi, işletmedeki örtü tabakası kazı makinelerinin performanslarının daha doğru hesaplanabilmesi için verimlilik, verim ve etkenlik değerlerinin çarpımı sonucu elde edilen bir değerdir (Önce vd., 2007; Ören vd., 2019).

Yukarıda belirtilen performans göstergelerinin hesaplanabilmesi için Garp Linyitleri İşletmesi açık ocaklarında kullanılan örtü kazı makinelerinin 2017 yılı içerisinde yapmış oldukları aylık örtü kazı miktarları, kömür üretim miktarları, çalışma süreleri, durma süreleri ve duruş nedenlerinden yararlanılmıştır.

Yapılan hesaplamalarda örtü kazı makinelerinin aylık çalışma performansları değerlendirilmiştir. Performans göstergelerinden verimin çok yüksek olduğu ay içerisinde aynı makinenin verimliliği çok düşük olabilir. Bu durum, makinelerin yapmış oldukları çalışmaların yetersiz olduğunu gösterir. Bundan dolayı çalışma da verimlilik, verim ve etkenlik değerlerinin yanında verimlilik, verim ve etkenlik değerlerinin çarpımı sonucu elde edilen makine performans indeksi hesaplanması ile kazı makineleri konusunda daha doğru bir düşünceye varılmasında yardımcı olmuştur. Performans indeksi aşağıda verilen Eşitlik 4 ile ifade edilmiştir.

$$\text{Performans İndeksi} = \frac{\text{Verimlilik} \left(\frac{\text{ton}}{\text{saat}} \right) \times \text{Verim}(\%) \times \text{Etkenlik}(\%)}{10^4} \quad (4)$$

3. ÜRETİM ARAÇLARININ GİRDİ VE ÇIKTI DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Üretim araçlarının performanslarının ölçümünde genellikle kullanılan 3 ana parametre verimlilik, verim ve etkenliktir. Bu göstergelerin sağlıklı olarak hesaplanabilmesi ve yorumlanabilmesi için iş etütleri ile yapılacak ölçümlerden elde edilecek verilere ihtiyaç duyulur. Bir üretim kaynağının veya her bir makinenin verimliliği (MV) girdi ve çıktıya bağlı olup aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$\text{MV} = \frac{\text{Toplam Üretim Miktarı (ton)}}{\text{Toplam Çalışma Süresi (saat)}} \quad (5)$$

Makine girdisi verim oran göstergelerini açıklamadan önce bu oranların hesaplanmasında kullanılacak kavramların açıklanması faydalı olacaktır. Buna göre;

Kullanılabilir makine süresi: Devam süresi içinde bir makinenin çalışabileceği süredir (Örneğin bir iş günü ya da iş haftası – hizmet dışı süreler + ek çalışma süresi).

Boş makine süresi: Makinenin üretim ya da diğer yan işlerin yapılmasına hazır olmasına karşın iş, malzeme, enerji ya da işçi yokluğundan dolayı çalıştırılmadığı süredir.

Makine hazırlık süresi: Değiştirmeler, ayar, kurma, sökme, temizlik vb. gibi nedenlerle makinenin geçici olarak kullanılmadığı sürelerdir.

Makine duruş süresi: Makinenin bozulma ve bakım gibi nedenlerle üretimde kullanılmadığı sürelerdir.

Makine çalışma süresi: Makinenin fiili olarak çalıştığı süredir [Kullanılabilir makine süresi – (Makine duruş süresi + Boş makine süresi + Makine hazırlık süresi)].

Açıklanan bu kavramlara göre makine verim oranları (MVO) aşağıdaki ifadeler ile belirlenir;

$$MVO = \frac{\text{Makine Çalışma Süresi (saat)}}{\text{Kullanılabilir Makine Süresi (saat)}} \quad (6)$$

Her bir makinenin etkinliği (E) üretim kapasitene bağlı olarak belirlenmekte olup aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$E = \frac{\text{Gerçekleşen Üretim (ton)}}{\text{Programlanan Üretim (ton)}} \quad (7)$$

4. GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜ

Türkiye linyit rezervlerinin yaklaşık % 4.6'sını ruhsat sahaları içinde barındıran Garp Linyitleri İşletmeleri (GLİ) (Şekil 1), ülke linyit üretiminin yaklaşık %7.5'ünü gerçekleştirmektedir. Yıllık üretilen kömürün yaklaşık %18-20'si yeraltı işletmelerinden gerçekleştirilirken geriye kalanı açık ocaklardan sağlanmaktadır. Yeraltında linyit kömürü üretimi, tavandan göçertmeli mekanize sistem ile sağlanmaktadır. Açık ocaklarda ise örtü tabakası shovel + kamyon ön hazırlığı ile dragline kullanılarak gerçekleştirilirken kömür üretimi shovel + kamyon sistemi ile gerçekleştirilmektedir (<http://www.gli.gov.tr>; TKİ, 2015; TKİ, 2016).



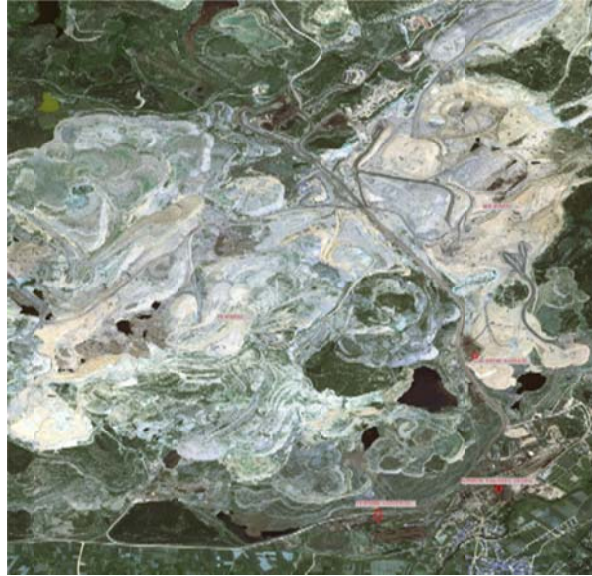
Şekil 1 Garp Linyitleri İşletmesi Yerbulduru Haritası

Hem açık ocaklardan hem de yeraltı işletmesinden üretilen linyit kömürü Tunçbilek ve Ömerler kömür yıkama tesislerinde zenginleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmektedir.

4.1. GLİ Açık Ocak İşletmeciliği

Uydu görüntüsü Şekil 2’de GLİ Açık Ocağında örtü tabakası kazısı, iki yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birincisi Elektrikli/Halatlı Ekskavatör + Kamyon sistemi, diğeri ise Dragline sistemidir. Kömür üstü kazı yöntemlerinde bu iki sistemin bir arada çalışabildiği gibi ayrı ayrı uygulandığı alan da mevcuttur. Elektrikli/Halatlı + Kamyon-Dragline sistemini ruhsat sahası içerisinde çalışılan BY panoda görülmekle birlikte 48 pano da sadece Shovel Ekskavatör + Kamyon sisteminin uygulanabildiği görülmektedir (GLİ, 2018a; GLİ, 2018b).

Kömür üretimi ise sadece Paletli/Hidrolik Ekskavatör + Kamyon sistemi kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 2. GLİ Açık Ocak Uydu Görüntüsü

Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü'nde çok farklı kapasite ve marka/modele sahip ekskavatörler bulunmaktadır Ekskavatörlerin kapasiteleri (Q), aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$Q_S = \frac{t_1 \times t_2}{p} \times \frac{0,764 \times V \times k}{f} \quad (8)$$

Q_S = Ekskavatör saatlik kapasitesi $\left(\frac{m^3}{\text{saat}}\right)$

t_1 = Zaman sabiti (60 dk)

t_2 = Zaman sabiti (60 sn)

p = Kepçe periyodu(sn)

V = Ekskavatör kepçe hacmi (m^3)

k = Kepçe dolma faktörü (0,8 – 0,9)

f = Kabarma faktörü (1,30 – 1,45)

γ_{dekapaj} = $2 \frac{\text{ton}}{m^3}$ (Dekapaj yoğunluğu)

$\gamma_{\text{kömür}}$ = $1,5 \frac{\text{ton}}{m^3}$ (Kömür yoğunluğu)

4.2. Üretim Araçlarının Performanslarının Belirlenmesi

Yapılan bu çalışmada Garp Linyitleri İşletmesindeki (GLİ) kazı araçlarının performansının ölçütü olarak verimlilik, verim ve etkenlik değerleri dikkate alınmıştır. Hesaplanan bu değerler daha önce kazı makinelerinin girdi ve çıktı değerleri yardımı ile belirlenmiştir. Her bir makine için 12 ay boyunca verimlilik, verim ve etkenlik değerleri belirlenerek, çarpımları sonucu performans indeksi hesaplanmıştır;

Her bir makine için standart kapasite ve standart performans değerleri belirlenmiştir. İdeal değerler literatür ve katalog verilerinden belirlenmiş olup, verim değerinin %80, etkenlik değerinin de %100 olacağını düşünerek hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan bu hesaplamalarda makinelerin performans değeri, ideal şartlarda yapabileceği değeri verir ve bu değer ile bir performans skalası elde edilir. Hesaplamaların hepsi makinelerin kapasitelerine göre tek tek incelenmiştir (Önce vd., 2007; Ören vd., 2019).

Performans skalası hesaplanırken, her bir makinenin 2017 yılı içerisinde hesaplanan standart kapasitelerinin ideal şartlarda alınan %80 verim ve %100 etkenlik değerleri çarpılmıştır. Elde edilen sonuçlar dört (4) eşit aralığa bölünmüş ve sıfır (0)'dan başlayarak ilk aralık derecesi kötü, ikinci aralık derecesi orta, üçüncü aralık derecesi iyi ve son olarak dördüncü aralık derecesi çok iyi olacak şekilde değerlendirilmiştir. Bu skala ile makinelerin 2017 yılsonu itibarı ile hesaplanan performans indeks değerleri kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucu makine performans değeri yorumlanabilmektedir.

Kazı makinesi girdi değerini hesaplamak için her bir makine için öncelikle kullanılabilir makine süresi hesaplanmıştır. Kullanılabilir makine süresi belirlenirken haftada 6 gün (bayram tatilleri hariç) ve gün içerisinde 3 vardiya sisteminde 21 saat faal olduğu dikkate alınmıştır. Kullanılabilir makine süresinden, işletme tarafından hesaplanmış boş makine süresi, makine hazırlık süresi ve makine duruş süreleri çıkarılarak kazı makinesinin çalışma süresi (fili) elde edilmiştir. 2017 yılı içerisinde, kullanılabilir makine süresi 298 gün olarak hesaplanmıştır (GLİ, 2018a).

Kazı makinelerinden özellikle Paletli/Hidrolik Ekskavatörler hem kömür hem de dekapaj kazı işinde çalıştıkları için kazı makinelerinin belirli bir dönemdeki standart kapasiteleri, her makinenin teknik kapasiteleri ile dekapaj ve kömür işindeki çalışmaları süre kullanılarak elde edilmiştir.

2017 yılında 12 aylık olarak kazı ekipmanları için yapılan girdi çıktı hesaplamaları Çizelge 1'deki 26 numaralı Dragline dikkate alınır; 2017'nin 12 aylık dönemi için kullanılabilir makine süresi 6258 saat (298 gün x 21 saat)'tir. Bu makine için boş makine süresi, makine hazırlık süresi ve makine duruş süreleri toplam 4087 saat olup bu süre kullanılabilir makine süresinden (6258 saat) çıkarılarak makinenin fiili çalışma süresi 2221 saat olarak bulunmuştur. Makine çalışma süresinde 2.172.000 ton dekapaj işi yapmıştır.

Çizelge 1. 2017 Yılı Makine Çalışma ve Duruş Süreleri

Makine No	Kullanılabilir Makine Süresi (saat)	Makine Duruş Süresi (saat)		Boş Makine Süresi (saat)			Makine Hazırlık Süresi (saat)	Makine Çalışma Süresi (saat)		
		Bakım	Mekanik Arıza	Enerji Kesintisi	Hava Muhalefeti	Yedek Bekleme	İşletme Kaybı	Kömür	Dekapaj	Toplam
458	6258	0	4022	0	972	922	95	0	247	247
459	6258	0	2558	0	1458	1012	450	321	459	780
460	6258	0	1186	0	1483	823	965	551	1250	1801
461	6258	0	3090	0	788	1606	221	65	488	553
463	6258	0	4825	0	740	265	102	0	326	326
30	6258	475	268	0	1630	2902	518	0	465	465
39	6258	0	564	30	1577	2606	531	0	950	950
40	6258	0	470	28	1575	3320	467	0	398	398
34	6258	546	734	57	1095	1533	774	0	1519	1519
35	6258	486	177	48	1357	2006	623	0	1561	1561
36	6258	525	613	0	1284	1145	611	0	2080	2080
37	6258	0	175	8	1508	1660	1075	0	1832	1832
38	6258	1090	360	51	1344	1252	224	0	1937	1937
26	6258	2142	461	1	648	785	0	0	2221	2221
TOPLAM	87612	5264	19503	223	17459	21837	6656	937	15733	16670

Çizelge 1'de belirtildiği üzere 2221 saat dekapajda ki çalışma saatidir. 26 numaralı makinenin saatlik gerçekleşen kapasitesi ise toplam dekapaj kazısı olan 2.172.000 tonun, toplam çalışma süresi olan 2221 saate bölünmesiyle verimliliği 978 ton/saat olarak bulunur. Verim ise 2221 saat çalışma süresini, kullanılabilir makine süresi olan 6258 saate bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla % 35,5 olarak bulunur. Etkenlik değeri, gerçekleştirilen dekapaj miktarının (2.172.000 ton), planlanan üretim miktarına (4.000.000) oranlanması ve yüz (100) ile çarpılmasıyla % 54,3 olarak bulunur. Performans indeksi, hesapladığımız verimlilik (978

ton/saat), verim (% 35,5) ve etkenlik (% 54,3) değerlerinin çarpımı sonucu 188,5 ton/saat olarak hesaplanır.

40 yd³ kapasiteli Dragline için standart kapasite; dekapaj teknik kapasitesinin, dekapajdaki çalışma süresi çarpımı ile kömür teknik kapasitesinin, kömürdeki çalışma süresi il çarpımlarının toplanıp, toplam çalışma süresine bölünmesi ile elde edilir.

$$\text{Standart Kapasite} = \frac{2024 \times 2221}{2221} = 2024 \text{ ton/saat}$$

40 yd³ kapasiteli Dragline için standart performans ise ideal şartlarda verim ve etkenlik değerleri %80 ve %100 olarak alınmıştır.

$$\text{Standart Performans} = 2024 \times 0,8 \times 1 = 1619,2 \text{ ton/saat}$$

40 yd³ marka/model Dragline'nın 12 aylık standart performans değeri ise 1619,2 ton/saat hesaplanmış olup, 188,5 ton/saat'lik performans indeks değeri standart performansa göre çok düşük olup skalaya göre performansı kötü olarak değerlendirilir. 12 aylık toplam verim değerinin düşük olmasında en temel faktörler; yedek bekleme, mekanik arıza, hava muhalefeti ve işletme kayıplarıdır.

Çizelge 2. 40 yd³ kapasiteli Dragline Performans Skalası

Kötü	0-405 ton/saat
Orta	405-810 ton/saat
İyi	810-1215 ton/saat
Çok iyi	1215-1620 ton/saat

İşletmede kullanılan tüm makinelerin standart performansının hesaplamasında, her bir makinenin genel standart kapasitesinin (GSK) fiili çalışma süresi ile çarpımlarının toplamını, toplam fiili çalışma süresine bölünmesi ile bulunur (Çizelge 3).

$$\text{GSK} = ((539,5 \times 3154) + (774,6 \times 553) + (920 \times 1813) + (1786 \times 8929) + (2024 \times 2221)) / 16670$$

$$\text{GSK} = 1454,1 \text{ ton/saat}$$

İşletmede kullanılan tüm makinelerin genel standart performans ise ideal şartlarda verim ve etkenlik değerlerinin %80 ve %100'i olacak şekilde alınmıştır.

$$\text{Genel Standart Performans} = 1454,1 \times 0,8 \times 1 = 1163,3 \text{ ton/saat}$$

Çizelge 3. 2017 Yılı Makine Performans Göstergeleri

Kapasite	Makine No	Kullanılabilir Makine Süresi	Boş Mak. Süresi + Mak. Duruş Süresi + Mak. Haz. Süresi	Fiili Çalışma Süresi (h)	Kömür Üretimi (ton)	Dekapaj Kazası (ton)	Toplam Üretim (Kömür+ Dekapaj) (ton)	Kömür Planlanan Üretim (ton)	Dekapaj Planlanan Üretim (ton)	Verimlilik Oranı (ton/saat)	Verim Oranı % (saat/saat)	Etkenlik %	Performans İndeksi (ton/saat)
9.2 yd ³	461	6258	5705	553	46110	235000	281110	115000	90000	508.3	8.8	150.6	67.7
6.5 yd ³	458	6258	6011	247	0	128000	128000	0	65000	518.2	3.9	196.9	40.3
	459	6258	5478	780	217568	286960	504528	160000	90000	646.8	12.5	227.4	183.3
	460	6258	4457	1801	362023	805160	1167183	350000	290000	648.1	28.8	190.5	355.4
	463	6258	5932	326	0	157880	157880	0	65000	484.3	5.2	242.9	61.3
	6.5 yd ³ Toplam	25032	21878	3154	579591	1378000	1957591	510000	510000	620.7	12.6	191.9	150.1
Paletli/Hidrolik Eks. Toplam		31290	27583	3707	625701	1613000	2238701	625000	600000	603.9	11.8	150.6	107.8
10 yd ³	30	6258	5793	465	0	466000	466000	0	520000	1002.2	7.4	89.6	66.7
	39	6258	5308	950	0	760000	760000	0	830000	800.0	15.2	91.6	111.2
	40	6258	5854	404	0	252000	252000	0	370000	623.8	6.5	68.1	27.4
	Toplam	18774	16955	1819	0	1478000	1478000	0	1720000	812.5	9.7	85.9	67.6
20 yd ³	34	6258	4739	1519	0	2467000	2467000	0	3645000	1624.1	24.3	67.7	266.8
	35	6258	4697	1561	0	2701000	2701000	0	2600000	1730.3	24.9	103.9	448.4
	36	6258	4178	2080	0	3598000	3598000	0	3280000	1729.8	33.2	109.7	630.7
	37	6258	4426	1832	0	3230000	3230000	0	4260000	1763.1	29.3	75.8	391.3
	38	6258	4321	1937	0	3232000	3232000	0	3895000	1668.6	31.0	83.0	428.5
	Toplam	31290	22361	8929	0	15228000	15228000	0	17680000	1705.5	28.5	86.1	419.2
40 yd ³	26	6258	4037	2221	0	2172000	2172000	0	4000000	977.9	35.5	54.3	188.5
Elektrikli/Halath Eks. Toplam		56322	43353	12969	0	18878000	18878000	0	23400000	1455.6	23.0	80.7	270.4
Hepsi Toplam		87612	70936	16676	625701	20491000	21116701	625000	24000000	1266.3	19.0	88.0	212.1

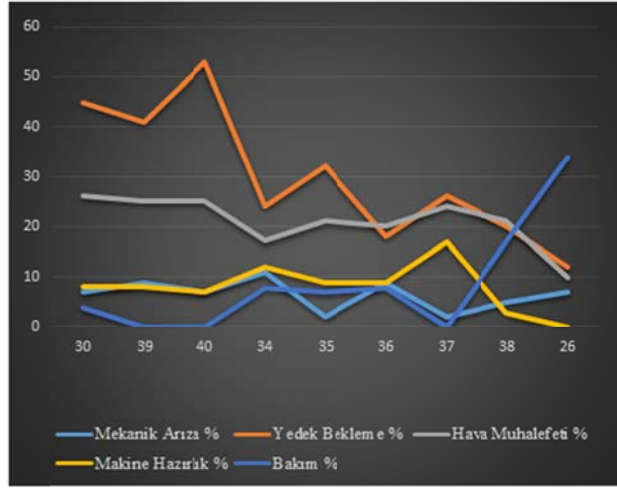
Performans skalası oluşturulduğunda;

Çizelge 4. İşletmede kullanılan tüm makinelerin genel performans skalası.

Kötü	0-291 ton/saat
Orta	291-582 ton/saat
İyi	582-873 ton/saat
Çok iyi	873-1164 ton/saat

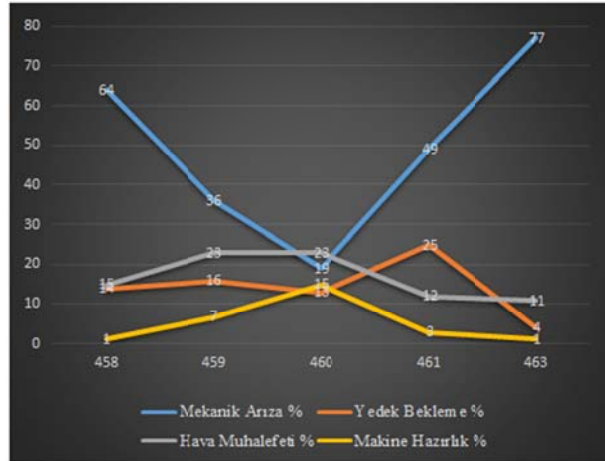
Genel olarak bakıldığında işletmede kullanılan tüm makineler yılsonu itibari ile 223,5 ton/saat'lik performans indeksi çok düşük olup, genel standart performans değerinin (1163,3 ton/saat) yaklaşık %19'u kadar performans göstermiştir. İşletmede kullanılan tüm kazı makinelerinin genel performansı, genel performans skalasına göre kötü sınıfta yer almıştır.

Paletli/Hidrolik Ekskavatörler kış ve sonbahar dönemlerinde daha fazla çalışma imkânı bulmuş fakat olumsuz hava şartları sebebiyle yollar bozulmuş ve makine hazırlık süreleri artmış, çalışma zamanları yine azalmıştır. Makinelerin 2017 yılında hesaplanan duruş nedenleri Şekil 4'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4. 2017 yılı paletli/hidrolik ekskavatörler arıza dağılımları grafiği.

10 yd³ ve 20 yd³ kepçe kapasiteli Elektrikli/Halatlü Ekskavatörler ve 40 yd³ kepçe kapasiteli Dragline Makinelerinin 2017 yılında hesaplanan duruş nedenleri Şekil 5'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 5. 2017 yılı elektrikli/halatlü ekskavatörler ve Dragline arıza dağılımları grafiği.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Garp Linyitleri İşletmesi açık ocaklarında kullanılan tüm dekapaj ve kömür kazı ekipmanları dikkate alındığında genel performans değeri 223,5 ton/saat'tir. Standart genel performans değerinin 1203,6 ton/saat (1504,5 ton/saat 0,8 x 1) olduğu dikkate alınırsa bu performans tatmin edici seviyenin çok altındadır ve yetersizdir. Bu performans hesaplanırken, verimlilik oranı 1266,3 ton/saat, verim %19 ve etkenlik değeri ise %92,7 elde edilmiştir. Burada genel verimlilik değeri, 1504,5 ton/saat olarak hesaplanan standart genel kapasiteye göre %15 daha düşüktür. Genel olarak verim ideal seviyeye göre %61 daha düşük olup genel performans düşüklüğündeki temel faktördür. Genel etkenlik değeri ise ideal seviyeye göre %7 daha düşük olduğu için etken olduğu söylenemez.

İşletmede genel verim düşüklüğündeki temel etkenler; yedek bekleme (%25), mekanik arıza (%22), hava muhalefeti (%20), işletme kaybı (%7) ve bakım (%6)'dir. Boş makine süresi içerisinde bulunan yedek bekleme süresi; makinenin kazı faaliyeti için hazır olmasına rağmen enerji kesilmesi ve hava muhalefeti dışındaki sebeplerden dolayı çalışamadığı süreyi ifade etmektedir. Bu sebepler işletmedeki uzman kişilerle yapılan görüşme ve gözlemlerle edinilen sonuçlar doğrultusunda çoğunluk sırasına göre şöyle sıralanabilir;

- Makine tertibindeki hatalar ve personel veya kamyon yetersizliğinden kaynaklanan problemler ile makinelerin çalışmaması,
- Makinenin, yedek olarak çalışan bir makinenin yanında hazırda bekletilmesi, (bu durum ve makinenin başka işlerde kullanılabileceği doğal bir kayıp olarak düşünülmüş ve verim hesaplamalarında bundan dolayı ideal verim %80 olarak alınmıştır.)
- Elektrikli/Halatlü Ekskavatörlerin yaşlarının yüksek oluşu, Paletli/Hidrolik Ekskavatörlerin ise ekonomik ömürlerini tamamlamış olması,
- Makinelerin arızaları sonucu yedek parça temini konusunda yurtdışına bağlı olduğundan temininde sorunlar yaşanması nedeni ile parça beklemeden dolayı makine bakım sürelerinin uzaması,
- Makine hazırlık süresi içerisinde bulunan işletme kayıpları ; ayar, deneme, kurma, yer değiştirme, temizlik ve operatörden kaynaklanan sebeplerle makinenin geçici olarak kullanılamaması.

Genel verimlilik değerinin standart değerinin aşağısında olmasının sebepleri ise şöyle sıralanabilir;

- Kamyon sayısının yetersiz olmasından dolayı kazı makinelerinin yükleme sırasında beklemek zorunda kalması,
- Yapılan patlamaların istenilen düzeyde gevşetme sağlayamaması sonucu kazı makinelerinin kazıya ayırdıkları zamanın artması ve sert formasyonlarda çalışırken iyi gevşetilmemiş formasyonların kazı makinelerinin aksamlarında ve halatlarında zorlanmaya neden olması, yine bu gevşetilmemiş formasyonların dozerlerle ripelenerek hazırlanmasının ise iş ve zaman kaybına neden olması,
- Basamak yüksekliğinin boom yüksekliğinden fazla veya düşük olması
- Eğitimlerini tamamlamış olmasına rağmen iyi yetişmiş operatör ve işletmede çalışan personelin iş motivasyonu ve görevdeşlik eksikliği
- Bölgedeki fay yapısının yoğun olmasının makine çalışmasını zorlaştırması,

- Özellikle kış aylarında meydana gelen yoğun yağış, sis ve don gibi iklim olaylarının çalışma süresinde makinelerin kepçe periyot sürelerini arttırması.

Özetle Garp Linyitleri İşletmesi'nde kullanılan dekapaj ve kömür kazı makinelerinin 2017 yılı içerisinde 12 aylık genel verimlilik oranı gayet tatmin edici, verim düşük, etkenlik olarak ise orta derece olarak bulunmuştur. Bu nedenle işletmede dekapaj ve kömür kazı makinelerinin genel performans değerinin düşük olmasındaki ilk etken verim düşüklüğü, ikinci etken etkenlik düşüklüğüdür. Bu süreç dikkate alındığında işletme yönetimi, dekapaj ve kömür kazı makinelerinin performansını arttırabilmek adına öncelikle verimi yükseltmek daha sonrasında ise etkenlik değerini yükseltmek için düzenleyici ve iyileştirici çalışmalarına önem vermelidir. Bu konuda yapılması gerekli önemli düzenleyici ve iyileştirici çalışmaları öncelik derecesine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- İşletmenin mevcut makine kullanım kapasitesi, kaybedilen veya el değmemiş sahalara yoğunlaştırılarak ya da yeni yapılacak yatırım projelerinde kullanılarak verim arttırılabilecektir. Bunun için talebe göre üretim yöntemi yerine proje bazlı bir yönetim sistemine geçilmelidir.
- Ekonomik ömrünü tamamlamış eski makineler, her sene işletmede bulunan uzman kişiler tarafından oluşturulan komisyon ile belirlenmektedir. Bu makineler, günümüz teknolojisine ve saha jeolojisine uygun olarak yenileri ile değiştirilmelidir.
- Makinelerde meydana gelen küçük miktardaki arızaların çözülebileceği tamir ve bakım birimi teknoloji olarak geliştirilmelidir. Ayrıca bu birimlere kalifiyeli, iş becerisi yüksek teknik personel takviyesi yapılmalıdır.
- Operatörlere daha etkin ve yoğun eğitimler verilmeli, işletme prim sistemi daha da geliştirilmelidir.
- Personel ve kamyon eksikliğinden kaynaklanan organizasyonel problemler giderilmelidir.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışmalar sırasında veri temininde göstermiş oldukları anlayış nedeniyle Garp linyitleri İşletme Müdürlüğü yetkililerine teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

Akal, Z. (2002). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 473.

Filiz, A. (2005). Süreç Yönetiminde ve İyileştirilmesinde Verimlilik Analizleri, *3D LOJİSTİK dergisi* Nisan.

Garp Linyitleri İşletmesi, (2018a). Açık Ocak İstihsal Şube Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu.

Garp Linyitleri İşletmesi, (2018b). Etüd Proje Şube Müdürlüğü 2017 Yılı Üretim Programı.

Kaymaz, T. ve Kızılca, İ., (2014). Kömür Madeni İşletmelerinde Verimlilik ve İş Güvenliği, Türkiye Ekonomik Politikaları Araştırma Vakfı (TEPAV), Değerlendirme Noru, Temmuz 2014, N201423, 13s.

Önce, G., Aykul, H., Şensöğüt, C. ve Ören, Ö., (2007). Seyitömer Linyit İşletmeleri'nde Kullanılan Kazı Yükleme Ekipmanlarının Performanslarının İncelenmesi, I. Maden Makineleri Sempozyumu, 1012 Mayıs, Kütahya, ss133-154.

Ören, Ö., Yuvka, Ş., Şensöğüt, C., ve Ediz, İ.G., (2019). Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü'ne Ait Ömerler Yeraltı Ocağındaki Bantlı Konveyörlerin Verimlilik Analizi, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 34(2), ss141-154.

Peşkircioğlu, N., Frolet, İ., Çil, F., (2013). Kurumsal Performansı Artırmanın Bir Yolu Olarak İş Sağlığı ve Güvenliği, IV. Ulusal Verimlilik Kongresi, 10-12 Aralık, Ankara.

Peşkircioğlu, N., (2014). Verimlilik Yönetimi, *Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi*, Sayı 306, Haziran.

Prokopenko, J., (2011). *Verimlilik Yönetimi: Uygulamalı El Kitabı* (ILO Yayınları). Çeviri. MPM Yayın No:476, Ankara.

www.gli.gov.tr (Erişim Tarihi: 01.06.2019).