

ÇLİ KÖMÜR STOKLARINDA KALORİ HOMOJENİZASYON VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Arif ÇELİK^{1*}

¹ Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Çan Linyitleri İşletmesi, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-2914-3369>

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Kömür stoklama Harmanlama Homojenizasyon Verimlilik</i>	<i>Dünya genelinde yaşanan küresel enflasyon ve Rusya-Ukrayna savaşının neden olduğu enerji krizi tüm dünyada enerji verimliliği ile ilgili çalışmaların ivme kazanmasına olanak sağlamıştır. Kömüre dayalı termik santrallerdeki enerji üretim verimliliği de bu çalışmaların önemlilerindedir. Bilindiği üzere kömüre dayalı termik santrallerde enerji verimliliği hususunda en önemli parametrelerden biri termik santralin kazan dizaynına uygun özelliklerdeki kömürlerin teminidir. Burada, benzer özelliklerdeki kömürlerin yüksek miktarlarda sürekli teminini sağlamak kolay bir süreç olmadığından dolayı, uygulamada farklı özelliklerdeki kömürler stok sahalarında harmanlama/homojenizasyon uygulamaları ile biraya getirilmekte ve istenilen özelliklerdeki kömür hazırlanmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada, iki termik santral için farklı özelliklerde kömür temin eden Çan Linyitleri İşletmesinde (ÇLİ) uygulanan homojenizasyon faaliyetleri araştırılmış ve bu faaliyetlerin verimliliği değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları, ÇLİ’de uygulanan homojenizasyon tekniğinin iki termik santral için ortalama %77,9 oranında başarı gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırma sonuçlarına paralel olarak, çalışma kapsamında, mevcut homojenizasyon yönteminin verimliliğini daha üst seviyelere çıkarabilecek değişiklik önerisi yapılmıştır.</i>

INVESTIGATION OF CALORIE HOMOGENIZATION EFFICIENCY IN CLI COAL STOCK

Keywords	Abstract
<i>Coal stocking Blending Homogenization Efficiency</i>	<i>Global inflation and the energy crisis caused by the Russia-Ukraine war have enabled studies on energy efficiency to gain momentum all over the world. Energy production efficiency in coal-based thermal power plants is also one of the important studies. As it is known, one of the most important parameters in terms of energy efficiency in coal-based thermal power plants is the supply of coal with properties suitable for the boiler design of the thermal power plant. Here, since it is not an easy process to ensure the continuous supply of coals with similar properties in high quantities, in practice coals with different properties are brought together in stock areas by blending/homogenization applications and coal with the desired properties is tried to be prepared. In this study, homogenization activities implemented in Can Lignite Enterprise (CLI), which provides coal with different properties for two thermal power plants, were investigated and the efficiency of these activities was evaluated. The research results revealed that the homogenization technique applied in CLI showed an average success rate of 77.9% for two thermal power plants. In parallel with the research results, a change proposal was made within the scope of the study that could increase the efficiency of the existing homogenization method to higher levels.</i>

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi

: 01.02.2023

Kabul Tarihi

: 04.03.2024

Research Article

Submission Date

: 01.02.2023

Accepted Date

: 04.03.2024

* Sorumlu yazar; e-posta : arif_rester@hotmail.com

<https://doi.org/10.31796/ogummf.1245820>



Bu eser, Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hükümlerine göre açık erişimli bir makaledir.

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

değerlendirilmesindeki en önemli etken satışa esas kömürlerin alt ısıl değeridir. Burada 18 Mart Çan termik santrali için hazırlanan stoklarda hedeflenen alt ısıl değer 2.300 ila 3.000 kcal/kg iken Çan2 termik santrali için hazırlanan stoklarda hedeflenen alt ısıl değer 1.800 ila 2.300 kcal/kg'dir.



Şekil 2. ÇLİ Kömür Stok Sahaları.

2.2. ÇLİ Kömürlerinin Kalori Dağılımı

Homojenizasyon verimliliğinde kaç farklı kalitedeki malzemenin homojenizasyonunun sağlanacağı önemlidir. Bu aşamada ÇLİ kömürleri, kalori homojenizasyon faaliyetlerini oldukça güçleştiren bir potansiyele sahiptir. Tablo 1'de ÇLİ'de 2021 yılında üretilen yaklaşık 3.3 milyon ton kömürden alınan toplamda 768 adet numune verisine ait kalori dağılımı sunulmuştur.

Tablo 1. 2021 Yılı ÇLİ Üretim Kalori Dağılımı

Alt ısıl değer aralığı (kcal/kg)	Dağılım (%)
< 1.000	6.38
1.000 – 1.499	11.33
1.500 – 1.999	16.80
2.000 – 2.499	17.06
2.500 – 2.999	13.41
3.000 – 3.499	15.76
3.500 – 4.000	12.63
> 4.000	6.64
En düşük alt ısıl değer	346 kcal/kg
En yüksek alt ısıl değer	4.747 kcal/kg
Ortalama alt ısıl değer	2.504 kcal/kg

2021 yılı numune sonuçlarından, 18 Mart Çan termik santrali için belirlenen 2.300 ila 3.000 kcal/kg aralığındaki kömürlerin toplam üretim içerisindeki oranı %20,96 ve Çan2 termik santrali için belirlenen

1.800-2.300 kcal/kg aralığındaki kömürlerin toplam üretimin içerisindeki oranı %16,54 olarak tespit edilmiştir.

ÇLİ'de yürütülen stoklama faaliyetleri tek bir kaynaktan gerçekleştirilmesine rağmen Tablo 1'den görüleceği üzere stoğa sevk edilen kömürlerin kalori dağılımının geniş bir aralıkta yayılım göstermesi, ÇLİ için kalori homojenizasyon faaliyetlerinin ne denli önemli ve zor olduğunu ortaya koymaktadır.

3. ÇLİ Kalori Homojenizasyon Faaliyetleri

ÇLİ'de uygulanan kalori homojenizasyon faaliyetlerinde yürütülen iş birimlerine ait ayrıntılı bilgiler alt bölümlerde açıklanmıştır.

3.1. Kömür Üretim Faaliyetlerinin Organizasyonu

ÇLİ üretim faaliyetleri A ve B panosu olmak üzere iki üretim panosunda yürütülmektedir. Üretim panolarında yıl genelinde değişiklik arz etmekle birlikte aynı anda ortalama üç farklı kalitedeki kömürün üretimi gerçekleştirilmektedir.

Farklı kalitelere kömürlerin aynı anda üretimi, stoklama faaliyetlerinin tek bir stok sahasında gerçekleştirilmesine müsaade etmemektedir. Bu nedenle ÇLİ'de yürütülen stoklama faaliyetlerinde her daim en az 2 stok kullanılmaktadır.

Üretilen kömürlerin stok sahaslarına sevk ve organizasyonu aşamasındaki en önemli süreç üretilen kömürün alt ısıl değer aralığının veya alt ısıl değerinin belirlenmesidir. Yılın 365 günü üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği böyle bir işletmede her üretim bölgesinden sürekli numune alımı sahada uygulanabilir bir yöntem değildir. Bu nedenle üretim bölgesindeki kömürlerin alt ısıl değeri yerine genellikle üretilen kömürlerin alt ısıl değer aralığı kullanılmaktadır. Alt ısıl değer aralığı, ÇLİ'de alanında uzmanlaşmış personeller tarafından görsel olarak üretim bölgelerinin günlük takibi ile belirlenmektedir. Alt ısıl değer aralığının tahmininde kararsız kalınan bölgelerde ise numune alınarak alt ısıl değer belirlenmektedir.

3.2. Stoklama Faaliyetleri

Stoklama faaliyetlerinde gerekli homojenizasyonun sağlanması aşamasında stok yüksekliği, depolama alanı, stoktan yüklemenin nasıl gerçekleştiği ve satışa esas kömür kalorisinin nasıl belirlendiği önemli kriterlerdir.

ÇLİ'de stok yüksekliği en fazla 7 metredir. Ancak stok miktarı bir milyon tonu aştığında stok yükseklikleri 14 metreye kadar çıkarılmaktadır. Bu durumlarda stoktan yükleme işlemi her bir kat en fazla 7 metre olacak şekilde 2 kat halinde gerçekleştirilmektedir.

ÇLİ stok sahalarının depolama alanı 20.000 ila 30.000 m² arasında değişmekle birlikte ortalama 25.000 m² civarındadır.

Stok sahalarından kömür satışı lastikli yükleyiciler ile gerçekleştirilmekte ve satışa esas kömür kalorisinin belirlenmesi vardiya bazında yapılmaktadır.

Stok yüksekliği ve depolama alanı göz önünde bulundurulduğunda homojenizasyon çalışmalarında yaklaşık 200.000 tonluk bir stok kullanılmaktadır. Buna karşın stoktan yüklemenin lastikli yükleyiciler ile gerçekleştirilmesi ve satışa esas kömür kalorisinin vardiya bazında değerlendirilmesi süreçleri, homojenizasyon çalışmalarında stoğun kalorisinin bölgesel olarak her bir yükleme bölgesinde aynı olması gerekliliğini zorunlu kılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında, ÇLİ'de yürütülen stoklama faaliyetlerinde her bir stok yaklaşık 11 kattan oluşturulmaktadır. Bir stok katının oluşumunda üretim sahasından kamyonlar ile stok sahasına gelen kömürler stok tabanına serbest döküm yapılarak dökülmekte ve dökülen kömürler dozer ve greyder iş makineleri ile sıkıştırılarak düzenlenmektedir. Burada, serbest dökümlerin sıkıştırılıp düzenlenmesi sonucunda oluşan her bir stok katı yaklaşık 0,6 m'ye karşılık gelmektedir.

Stoklama faaliyetlerinde gerekli homojenizasyonun sağlanabilmesi için stoğa sevk edilen kömürlerden günlük numune alınmaktadır. Burada bir stok katı yaklaşık 18.000 ton civarında olup, hazırlanması ortalama 4 gün sürmektedir. Bu değerler üzerinden yaklaşık 200.000 tonluk bir stoğun homojenizasyon çalışmalarında yaklaşık 50 adet kömür numunesi kullanılmaktadır.

Stoklama çalışmalarında stoğun ortalama alt ısı değerini hedeflenen alt ısı değer aralığına getirebilmek için ÇLİ'de her stok katından 3 ila 5 kömür numunesi alınmakta ve alınan numunelerin alt ısı değer sonuçları kullanılarak her bir stok katının temsili ortalama alt ısı değeri belirlenmektedir. Stok yüksekliği 8. kata ulaştığında her bir katın ortalama alt ısı değer verileri kullanılarak stoğun ortalama alt ısı değeri belirlenmektedir. Bu aşamada ilgili stoğun depolama alanı ve stoğa sevk edilen kömürlerin yığın yoğunluğu kullanılarak stok miktarı belirlenmektedir. Sonrasında bu değerler üzerinden stoğun hedeflenen alt ısı değer aralığına getirilmesi için gereken kömürün miktarının ve alt ısı değerinin ne olması gerekliliği ile ilgili üretim koşulları da dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmaktadır.

Değerlendirmeler sonucunda stoğun hedeflenen alt ısı değer aralığına ulaşması için gereken kömürler üretim sahasından belirlenmekte ve mevcut üretim bu bölgelere kaydırılmaktadır. Akabinde bu bölgelerden üretilen kömürlerin stok sahasına sevk ve organizasyonu işlemleri gerçekleştirilerek stoklama faaliyetleri tamamlanmaktadır.

4. Sonuçlar

ÇLİ'de yürütülen kalori homojenizasyon verimliliğinde, stoklar için hedeflenen alt ısı değer aralığı ile stoklardan satışı gerçekleşen kömürlerin alt ısı değer aralıkları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada 2021 yılı kömür satışları dikkate alınmıştır.

ÇLİ'de 18 Mart Çan termik santrali için hazırlanan stokların hedeflenen alt ısı değeri 2.300 ila 3.000 kcal/kg arasında, ortalama 2.650 kcal/kg'dir. 2021 yılında 18 Mart Çan termik santrali için hazırlanan stoklardan 1.845.450 ton kömür satışı gerçekleşmiş olup, satışın ortalama alt ısı değeri 2.765 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler üzerinden stokların homojenizasyon verimliliği %95,8 olarak hesaplanmıştır. Ancak Bölüm 3.2'de bahsedildiği üzere satışa esas kömür kalorisini vardiya bazında değerlendirildiğinden dolayı stok ve satışın ortalama alt ısı değerleri üzerinden bir verimlilik değerlendirmesi yapmak yanlış sonuçlara sebebiyet vermektedir. Bu nedenle homojenizasyon verimliliği, hedeflenen alt ısı değer aralığı içerisinde gerçekleşen satış miktarının toplam satış miktarına oranının yüzdesel ifadesi olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yapılan hesaplamalar sonucunda homojenizasyon verimi %77,63 olarak tespit edilmiştir.

ÇLİ'de Çan2 termik santrali için hazırlanan stokların hedeflenen alt ısı değeri 1.800 ila 2.300 kcal/kg arasında, ortalama 2150 kcal/kg'dir. 2021 yılında Çan2 termik santrali için hazırlanan stoklardan 1.699.557 ton kömür satışı gerçekleşmiş olup, satışın ortalama alt ısı değeri 2.153 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler üzerinden homojenizasyon verimliliği %99,86 olarak hesaplanmıştır. Hedeflenen alt ısı değer aralığı içerisinde gerçekleşen satış miktarları üzerinden belirlenen homojenizasyon verimliliği ise %78,09'dur.

Verimlilik sonuçları incelendiğinde, homojenizasyon yönteminin ortalama stok kalorisinin belirlenmesi aşamasında etkin ve verimli bir şekilde uygulanabileceği ancak vardiya bazında değerlendirmenin yapıldığı uygulamalarda yöntemin geliştirilmesi gerekliliği değerlendirilmiştir.

5. Öneriler

ÇLİ'de uygulanan ve oldukça pratik olan kalori homojenizasyon yönteminin uygulamada %78 civarında olan başarısını daha üst seviyelere çıkarabilmek için mevcut sistemin olumsuz yönlerinde aşağıda belirtilen iyileştirmelerin yapılması önerilmiştir;

Stok sahasının düzenlenmesi: Mevcut yöntemde yaklaşık 4.500 ton kömür tek bir numune ile temsil edilmekte ve numunenin alındığı yer ile ilgili de sadece stoğun hangi katından alındığı bilinmektedir. Gerek numune sayısının azlığı gerekse numune alınan

bölgenin tam olarak bilinmemesi homojenizasyon faaliyetlerinde kalori dalgalanmalarına neden olmaktadır. Bu durumu iyileştirmek için ÇLİ stok sahalarının depolama alanları göz önünde bulundurularak stok sahalarının 30x30 metrelik bölümlere ayrılması (koordinatlı olarak) ve her bir bölümün kodlandırılarak numunelerin bu bölümlerden alınması önerilmiştir. Bu doğrultuda numunenin temsil ettiği kömür miktarı 4.500 tondan 750 ton seviyelerine düşecek ve numunelerin alındığı bölümlerde kayıt altında tutulacaktır.

Stoklama faaliyetleri: Mevcut yöntemde açık ocak sahasından stok sahasına sevk edilen kömürlerin sevk ve organizasyonu günlük bazda sürekli olarak yapılmaktadır ki bu işlem oldukça meşakkatli bir sürece sahiptir. Bunun yerine önerilen değişiklikte stoktan numune alma sayısı artırıldığından dolayı stoğun belli bir seviyeye kadar açık ocak sahasından gelen rastgele kömürler ile doldurulması önerilmiştir. Burada mevcut yöntemdeki en yüksek 11-12 katlık stok seviyesi dikkate alındığında rastgele kömürler ile doldurulması gereken stok yüksekliğinin 7-8 kat arasında olması uygun olacaktır. Stoğun açık ocak sahasından gelen rastgele kömürler ile doldurulması süreci, kömür sevk ve organizasyon kısmında işletmecilik açısından bir rahatlama sağlayacaktır. Burada oluşacak boşluğun bir kısmının açık ocak sahasından stok sahasına gelen rastgele kömürlerden numune alımının doğru takibi ile doldurulması elzemdir.

Stok miktarının belirlenmesi: Stok miktarının belirlenmesi süreci mevcut yöntemden gerçekleştirilebileceği gibi bilgisayar ve arazi uygulamaları aracılığıyla stok sahasının taban ve tavan yüzey okumaları üzerinden de gerçekleştirilebilir. Burada iki değer arasında tecrübelerle dayalı olarak %10'dan fazla farklılığın oluşmayacağı öngörüldüğünden dolayı bu öneri açık bırakılmıştır.

Stok kalori dağılımının belirlenmesi: Stok sahasının kalori dağılımını belirlemek için 3 boyutlu bir bilgisayar programı ile kestirim yöntemlerinden faydalanılması önerilmiştir. Çalışma kapsamında bilgisayar programı olarak Surpac ve kestirim yöntemi olarak en yakın komşu kestirimi yöntemi önerilmiştir. Stok sahasının belirli noktalarından koordinatlı bir şekilde alınan numunelerin her bir kodlandırılmış bölge için ortalama alt ısı değeri programa tanıtılmalıdır. Burada ÇLİ'de yürütülen stoktan yükleme ve satışa esas kalorisinin belirlenmesi süreçleri göz önünde bulundurulduğunda, kompozitleme sürecinde her bir kodlandırılmış bölgeden alınan numune sonuçlarının ortalama alt ısı değerlerinin kullanılması değerlendirilmiştir. Numune sonuçlarının programa tanıtılması akabinde program üzerinden gerekli işlemler tamamlanarak stoğun kalori dağılımı belirlenmelidir.

Stok kalori dağılımının ayarlanması: Açık ocak sahasından rastgele gelen kömürler ile doldurulan

stoğun miktarı ve kalori dağılımı belirlendikten sonra stoğu hedeflenen kalori aralığına getirebilmek için gereken kömürün miktarı ve kalorisini hesaplanmalıdır. Hesaplama sonuçları akabinde belirlenen özelliklerdeki kömürler açık ocak sahasından mevcut yöntemde olduğu gibi selektif olarak üretilmeli ve stok sahasının ilgili kısımlarına nakledilmelidir. Belirlenen miktarlardaki kömürlerin stok sahasına sevki aşamasında yine kodlandırılmış bölgelerden numune alımı işlemi devam ettirilmeli ve stok nihai haline ulaştığında kodlandırılmış bölgelerden alınan numunelerin ortalama alt ısı değerleri kullanılarak nihai stoğun kalori dağılımı belirlenmelidir. Stok kalori dağılımının hedeflenen kalori aralığına ulaşması durumunda stoklama faaliyetleri sonlandırılarak satış faaliyetlerine başlanmalıdır. Aksi takdirde, stok kalori dağılımı hedeflenen kalori aralığına ulaşana kadar açık ocak sahasından selektif olarak kömürlerin üretimi, sevk ve organizasyonu çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Yazar, ÇLİ personellerine teşekkür eder.

Araştırmacıların Katkısı

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması

Yazar tarafından çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Aydın, Ö., Pakdil, F. ve Aydın, Ö. (2010). Kömür kalorisini değişkenliğinin azaltılmasında proses yeterlilik analizi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(2), s.17.
- Benndorf, J. (2013). Application of Efficient Methods of Conditional Simulation for Optimising Coal Blending Strategies in Large Continuous Open Pit Mining Operations. *International Journal of Coal Geology*, 112, 141-153.
- Beretta, F.S., Costa, J.F.C.L., & Koppe, J.C. (2010). Reducing Coal Quality Attributes Variability Using Properly Designed Blending Piles Helped by Geostatistical Simulation. *International Journal of Coal Geology*, 84, 83-93.
- Çelik, A. (2022). *Elektrik tüketiminde su tulumbalarının önemi; Bir maden işletmesi örneği*, 6. Geleceğin Mühendisleri Uluslararası Öğrenci Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri, Zonguldak.

- Marques, D., Costa, J.F., Ribeiro, D., & Koppe J.C. (2009). The Evidence of Volume Variance Relationship in Blending and Homogenisation Piles Using Stochastic Simulation. *South African Institute of Mining and Metallurgy*, 235-242.
- Okten, G., Kural, O., & Algurkaplan, E., Storage of Coal: Problems and Precautions. *Energy Storage Systems*, 2, 1-7.
- Petrocom. (2014). Erişim adresi : <http://www.petrocomenergy.com/eng/wbcr.phpvp>.
- Robinson, G.K. (2004). How much would a blending stockpile reduce variation?. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 74, 121-133.
- Sloss, L.L. (2014). Blending of Coals to Meet Power Station Requirements, *Technical Reports*, (Report no: CCC/238), IEA Clean Coal Centre, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33471.46242>.
- Taştekin, C. (2002). Kömüre dayalı termik santrallerde yakıt homojenizasyonu, *Madencilik Bülteni*, 64, 30-31.
- Tek, G. (2012). *Termik santral park sahasındaki kömürlerin santral üretimini maksimum yapacak biçimde kazanlara taşınmasının analizi* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Xi-jin, G. (2009). Coal Blending Optimization of Coal Preparation Production Process Based on Improved GA. *Procedia Earth and Planetary Science*, 1, 654-660.
- Young, A., & Rogers, W.P. (2021). Modelling Large Heaped Fill Stockpiles Using FMS Data. *Minerals*, 11, 1-22.
- Yörükoğlu, M. (2017). Termik santraller için kömür harmanlama, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 56(3), 109-116.
- Zhao, S. (2016). *3D-Real Time Stockpile Mapping and Modelling with Accurate Quality Calculation Using Voxels*, (PhD Thesis). University of Adelaide, Adelaide.