

İlave Depolama ile Santral Güç Üretiminin Artırılması

Melih BOZKURT*
A. Melih YANMAZ**

ÖZ

İklim değişikliği ve çevre korumayla ilgili sorunlar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanımı önem kazanmaktadır. Hidroelektrik, tüm dünyada en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir bir enerji türüdür. Çevre ile uyumlu enerji üretim politikalarına paralel olarak uygun hidroelektrik tasarımların geliştirilmesi öncelikli konulardan biri olmalıdır. Bu çalışmada, ülkemizde halen işletmede olan nehir tipi bir santrale ilave bir depolama tesisi yapılmasının sisteme katkısı ve maliyeti incelenmektedir. Önerilen depolama tesisi, küçük bir ağırlık barajı ve haznesiyle, kontrolsüz bir dolusavak ve çakıl geçidinden oluşmaktadır. Bu tesis yardımıyla, sudan en yüksek derecede faydalanılması sağlanmıştır. Tesis, aynı zamanda, mevcut santralin kar ve verimliliğini artırmak amacıyla elektrik üretiminin azami talep dönemine kaydırılmasına olanak sağlamaktadır. Önerilen yapısal tesislerin değişik kombinasyonlarında fayda-maliyet hesapları yapılmış ve sonuçta önerilen tesis ve depolama seçeneğinin mevcut sisteme fayda sağlayacağı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Depolama, hidroelektrik santrali, enerji, güç, kâr, maliyet

ABSTRACT

Upgrading Power Generation Using Supplementary Storage

Sustainable development of renewable energy sources gains increasing importance because of climatic changes and environmental problems. Hydroelectricity is the most commonly used type of renewable energy throughout the world. Development of proper and environmentally-friendly hydropower schemes should have a priority. This study deals with computations of benefits and cost of a supplementary storage to an existing plant in Turkey. The proposed supplementary facility is composed of a small gravity dam, uncontrolled overflow spillway and a sluiceway. It is intended to utilize maximum benefit from the stored water. It will also enable to increase the profitability of the plant by shifting the energy generation scheme to the maximum demand periods. Cost-benefit analyses have been performed for various combinations of the structural components of the proposed

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 25.05.2012 günü ulaşmıştır.
- 30 Haziran 2011 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, Ankara - melihboz@gmail.com

** Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, Ankara - myanz@metu.edu.tr

facility. It was eventually observed that the proposed facility provided marginal benefits to the existing plant.

Keywords: Storage, hydroelectric power plant, energy, power, benefit, cost

1. GİRİŞ

Dünya ölçeğinde enerjiye olan talebin 1980 yılından beri %50'den fazla artış gösterdiği saptanmıştır. Bu artışın, gelecekte de yıllık ortalama %1.6'lık bir oranla süreceği öngörülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri ve nüfusları OECD ülkelerine göre çok daha hızlı büyümekte olup, enerji talebindeki artışın %70'inin gelişmekte olan ülkelere gerçekleştirileceği tahmin edilmektedir [1]. Türkiye, gelişmekte olan bir ülke olarak, en önemlileri hidroelektrik ve linyit kömürü olmak üzere sınırlı yerel enerji kaynaklarına sahiptir. Geçmişte, Türk elektrik üretimi pazarının büyük bir bölümünü kömür ve hidroelektrik kapsamaktayken, günümüzde gaz kaynaklarının payı hayli artmıştır. Doğalgaz yabancı ülkelere ithal edildiğinden ülkemiz fiyat dalgalanmalarından etkilenmektedir. Ülkemizde dağlık arazinin fazla olmasından dolayı, akış rejimi güvenilir, düşüsü yüksek olan akarsulardan arzu edilen güç, küçük nehir tipi hidroelektrik santrallerden sağlanabilir. Bu tip santrallere yapılan yatırımlar devlet tarafından desteklenmektedir. Sürekli artan enerji talebini karşılamamanın bir başka yolu da mevcut tesisleri geliştirerek verimi artırmaktır.

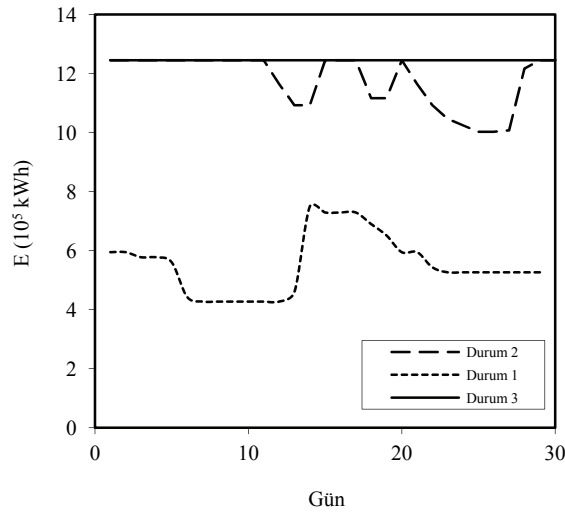
Bu çalışmada, mevcut bir nehir tipi santral olan Birkapılı Hidroelektrik Santrali'nin güç üretimini geliştirmek için santralin membaında bir depolama tesisi önerilerek farklı bir seçenek geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı, ilave su depolaması sağlayacak ekonomik bir depolama tesisinin tasarımı yapmak ve böylece sudan en iyi şekilde faydalanıp, elektrik üretimini mümkün olduğunca azami talep dönemine kaydırarak mevcut santralin elverişliliğini geliştirmektir. Elektrik piyasasında oluşan enerji satış fiyatlarını belirlemek amacıyla, Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) tarafından saatlik olarak belirlenen gün-öncesi fiyatlar araştırılarak enerjinin en pahalıya satıldığı azami talep saatleri saptanmıştır. Depolama tesisinin boyutlandırılmasında değişik seçenekler hesaba katılmış ve en kârlı seçenek ekonomik çözümlenme ile saptanmıştır.

2. DURUM ÇALIŞMASI

Birkapılı Hidroelektrik Santrali (HES) otoprodüktör sözleşmesi, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile özel bir firma arasında 2000 yılında imzalanmıştır. İlgili enerji piyasası kanununun (Kanun No: 4628) yayınlanması akabinde, proje serbest elektrik piyasası koşullarında tesis edilmiştir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu tarafından 40 yıl süreli bir elektrik üretim lisansı çıkarılmıştır. İlk aşamada depolamasız olarak inşa edilen santral 2004 yılında üretime geçmiştir.

Birkapılı HES'in elektrik üretiminde kullanmakta olduğu su, Dağpazarı ve Söğütözü Regülatörleri yardımıyla santrale yönlendirilmektedir. Söğütözü Regülatörü tarafından yönlendirilen su, Dağpazarı Regülatörünün havzasına 571 m uzunluğunda bir kanal yardımıyla iletilmektedir. Böylece, bu iki regülatöre ait olan toplam havza alanı santralin su toplama havza alanına tekabül etmektedir. Dağpazarı Regülatörüne gelen su, yükleme

Faydaların belirlenmesi, enerji üretim miktarına dayanmaktadır. Hazne işletme çalışmasında gelen debi göz önüne alındığında, üç durum senaryosu ele alınmıştır. Birinci durumda yapılması düşünülen depolama tesisine gelen debinin mevcut tesisin tasarım debisinin yaklaşık yarısı kadar olduğu düşünülmüştür. İkinci durum, gelen debinin tasarım debisine hemen hemen eşit olduğu bir dönemi yansıtırken; üçüncü durumda ise gelen debinin, tasarım debisinin neredeyse iki katı olduğu durum incelenmiştir. Açıklanan durumlara göre üretilen günlük enerjideki değişim Şekil 2’de gösterilmiştir. Birinci ve ikinci durumda, gelen suyun tamamı depolamada tutulmakta, mansaba bırakılması gerekli olan en az miktardaki suyu karşılayabilmek için, mansaba bırakılmamaktadır. Yani gelen su azami talep döneminde kullanılmak üzere hazneyi doldurmaktadır. Haznenin dolması durumunda fazladan gelen su, azami talep dönemi dışı elektrik üretiminde kullanılmaktadır. İkinci durumda üretilen elektrik enerjisi miktarı birinci durumun neredeyse iki katıdır. Üçüncü durumda, azami talep dönemi için haznenin doldurulmasından sonra, gelen su ile geri kalan dönemlerde tasarım debisi ile elektrik üretilmekte ve 1.25 MWh civarında sabit bir enerji üretimi sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2 Değişik durumlarda enerji üretiminin günlük değişimi

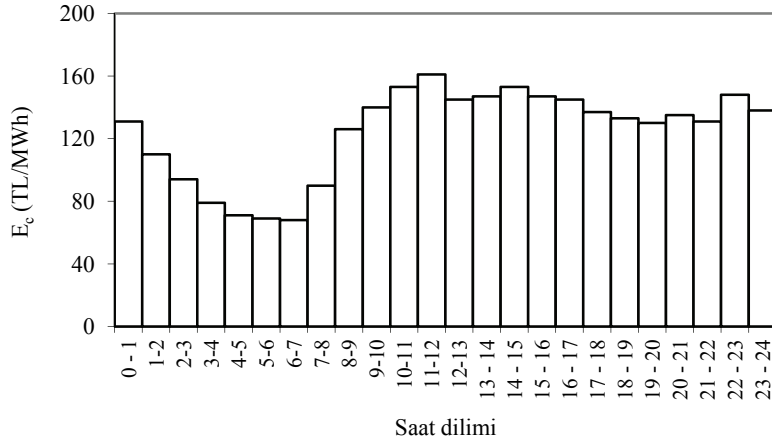
2.1 Ekonomik Çözümler

Bu çalışmada, 20 farklı seçenek çalışılmıştır. Baraj gövde yüksekliği, 500 yıllık dönüş aralığındaki hazne seviyesine 0.5 m hava payı eklenmesiyle bulunmuştur. Seçilen dönüş aralığının yerleşimsiz kırsal alanlar için uygun olduğu düşünülmektedir [4].

Maliyet kalemleri beton, kalıp, donatı, çimento, malzemelerin taşınması vb., ücretleri içermektedir. İnşaatta kullanılacak kalıplara ait maliyetler dolusavak, baraj gövdesi ve düşü havuzunun yan duvarları için hesaplanmıştır. Bu fizibilite çalışmasında, öngörülemez maliyet kalemleri için toplam hesaplanan maliyetin %20'si kadar bir maliyet

düşünülmüştür. Tüm bunlara ek olarak proje sahasına yapılacak yol ve projelendirme masrafları için sırasıyla 120,000 TL ve 250,000 TL tutarında iki farklı maliyet kalemi de hesaba katılmıştır. Bu varsayımlar, Türkiye’de fizibilite çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Malzeme taşınması maliyeti belirlenirken, çimento ve çelik taşıma bedelleri dikkate alınmıştır.

Proje gelirleri üretilen elektriğin satışından elde edilen kazançları içermektedir. Bahsi geçen depolama tesisinin inşasıyla elektrik satış fiyatının düşük olduğu dönemlerde suyu depolayabilmek olası hale gelecektir. Bu tesisten sağlanacak olan fayda, depolanan suyun, elektrik satış fiyatının yüksek olduğu dönemde elektrik üretiminde kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi tarafından kaydedilen ve yayınlanan 2 yıllık elektrik satış fiyatlarının kullanılmasıyla, ağırlıklı ortalama saatlik elektrik satış fiyatları, E_c , elde edilmiştir (Bkz. Şekil 3). Bu çalışmada, azami talep saat sayısı haznede depolanan su hacmine göre belirlenmiştir. Depolamanın, enerji üretimini azami talep saatlerine kaydırmaya olan etkisi, depolamalı ve depolamasız durumlarda elde edilen faydaları açıkça gösteren bir örnekle betimlenebilir. Değeri $6.18 \text{ m}^3/\text{s}$ olan tasarım debisinin 6 saatlik zaman dilimi boyunca, depolama tesisinin olmadığı durumda, santrale sürekli geldiğini ve bu dönemden önce ya da sonra herhangi bir akışın olmadığını varsayalım. Bu 6 saatlik dönem, gün içinde rasgele yaşanacaktır. Bu yüzden, ortalama günlük satış fiyatı fayda hesaplamalarında kullanılabilir. Bu şekilde düşünüldüğünde, 36,142 TL’lik bir fayda elde edilmiştir. Eğer 6 saatlik dönem asgari talep diliminde (02:00 – 08:00) rastlarsa, fayda 22,858 TL’ye düşmektedir. Bir depolama tesisi yardımıyla, asgari talep diliminde gelebilecek olan tasarım debisi depolanarak azami talep döneminde (örneğin, 17:00 – 23:00) elektrik üretiminde kullanılarak fayda 43,897 TL’ye çıkartılabilir. Bu çözümlemede, 6 saatlik dönem için ortalama satış fiyatları kullanılmıştır. Böylece depolama tesisi sayesinde elde edilebilecek faydaların asgari talep ve ortalama talep durumlarına göre, sırasıyla, %80 ve %21 oranında artırılabilceği sonucuna varılmıştır. Bu örnek, mevcut tesisin yıllık yatırım maliyetinin sadece %0.06’sı ile gerçekleştirilebilecek ilave depolama tesisinin faydalı olacağını göstermektedir.



Şekil 3 Ortalama elektrik satış fiyatları

Gelir hesaplamalarında, azami talep dönemi ve hazne depolama kapasitesi gibi girdilere ihtiyaç duymaktadır. Farklı dolusavak yükseklikleri için yıllık gelir değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler projenin ekonomik ömrü boyunca sabit olarak kabul edilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek için yatırım maliyetleri yıllık değerlere dönüştürülmüştür. Bu çalışmada, faiz oranı %9.5, yapının ekonomik ömrü ise 50 yıl olarak alınmıştır. Bu değerler, Türkiye’de hidroelektrik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. En uygun çözüm veren seçenekte 11.8 m yüksekliğinde baraj ve 9.0 m yüksekliğinde ve 36 m uzunluğundaki dolusavaktan oluşan tesisin yıllık marjinal net faydası 868,438 TL olarak hesaplanmıştır.

3. SONUÇLAR

Türkiye’de bulunan mevcut Birkapılı Hidroelektrik Santraline elektrik üretim kapasitesini artırabilmek amacıyla ilave bir depolama tesisi önerilmektedir. Böyle bir depolama tesisi ile enerji üretimi için daha fazla sudan faydalanılabilecek ve santralin elektrik üretim dönemine esneklik kazandırılarak tesisin karlılığı artırılacaktır. Elektrik üretiminin azami talep döneminde gerçekleştirilebilmesi sağlanarak, elektrik satışından elde edilecek gelir hayli artırılabilir. Satış fiyatlarının belirlenen azami ve asgari talep saatlerine göre hesaplanmasından sonra, bir işletme çalışması yapılarak yıllık gelir değerleri birçok seçenek için elde edilmiştir. Sonuç olarak en karlı tasarımın 9.0 m yüksekliğinde ve 36.0 m uzunluğunda bir dolusavak içereceği görülmüştür. İlgili baraj gövdesi ise 11.8 m yüksekliğe sahip olacaktır. Önerilen depolama tesisinin inşasıyla, tesisin mevcut yıllık net faydasına ilave olarak 868,438 TL tutarında bir marjinal yıllık net fayda sağlanacağı görülmüştür.

Sembol

E_c = ortalama saatlik elektrik satış fiyatı

Kaynaklar

- [1] WEC (World Energy Council). (2007). “Energy demand.”, Publications-Survey of EnergyResources,<http://www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_2007/coal/628.asp>, (Nov. 18, 2010).
- [2] Bozkurt, M. (2011). “Feasibility of a supplementary storage for Birkapılı Hydroelectric Power Plant” *MSc. thesis*, Middle East Technical University, Ankara.
- [3] USBR, 1987. *Design of Small Dams*, Third Edition, Washington: Water Resources Technical Publication.
- [4] USACE, 1979. Recommended guidelines for safety inspection of dams, Engineering Manual, ER 1110-2-106, Washington, D.C.