

BİR MİKRO-HİDRO ÖRNEĞİ: KAYABOĞAZI BARAJI

Yılmaz ASLAN¹, Celal YAŞAR², M. Çağatay KARABÖRK³

^{1,2}Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fak., Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, 43100, Kütahya

³Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fak., İnşaat Müh. Bölümü, 43100, Kütahya

¹e-posta: yaslan@dumlupinar.edu.tr

²e-posta: cyasar@dumlupinar.edu.tr

³e-posta: karabork@dumlupinar.edu.tr

Anahtar Kelimeler : Küçük ölçekli HES'ler, Türbin Teknolojisi, Generatör Teknolojisi.

ABSTRACT

In this study, the feasibility of hydro-electric power generation from the Kayaboğazi dam which was built by The State Hydraulic Works of Turkey (DSİ) in 1987, in the town of Tavşanlı, Kütahya for irrigation and flood control purposes is investigated. Since a certain amount of water is supplied to the town of Tavşanlı as drinking water and to the Seyitömer Thermal Power Station as cooling water, that amount is deducted from the total amount and not allowed to be used in the process of electric power generation. By evaluating the amount of incoming water to the Kayaboğazi dam in the period of 1995 and 2003 years, the most appropriate turbine type and size is decided for a micro sized hydraulic electric power station.

1.GİRİŞ

Fosil yakıtların giderek azalması ve bu yakıtlardan elde edilen enerjinin çevreye verdiği zararlardan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep son yıllarda artmıştır. Yenilenebilir kaynaklarından biri olan hidroelektrik santraller (HES) dünyadaki elektrik gereksiniminin yaklaşık olarak %19'unu karşılamaktadır. HES'lerin içinde de küçük ölçekli hidroelektrik santraller (KÖHES) önemli bir yere sahiptir [1].

Genellikle akarsu santralleri şeklinde inşa edilen KÖHES'lerde baraj yerine sadece türbine giden cebri borunun akarsuya bağlandığı noktada su yüksekliğini düzenleyen bir yapı bulunmaktadır. Dolayısıyla KÖHES'ler, büyük ölçekli HES'lerin oluşturduğu (yerleşim birimleri ve tarihi eserlerin su altında kalması, ekolojik yapının bozulması vb.) olumsuz çevre etkilerine yol açmamaktadırlar. KÖHES'ler için uluslararası bir sınırlama bulunmamakla birlikte üst sınır 2,5MW ile 25MW arasında değişmektedir. Dünya çapında kabul görmüş üst sınır 10 MW olmasına karşılık Çin Halk Cumhuriyeti'nde bu sınır 25 MW olarak kabul edilmiştir. Genel olarak KÖHES'lerde 2 MW'ın altındaki güçler *mini*, 500 kW'ın altındaki güçler *mikro-hidro* ve 10 kW altındaki güçler ise *piko-hidro* olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma ülkelere göre

farklılıklar göstermekle birlikte temel prensipler küçük ve büyük ölçekli HES'ler için aynıdır [1,2].

Ülkemizde KÖHES kurulabilecek kaynaklar daha çok sulama amaçlı değerlendirilmiştir. Türkiye, 433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1, 125 milyar kWh ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyeli ile Avrupa'da yaklaşık %15'lik paya sahiptir. Türkiye'deki HES'ler içinde gücü 10 MW'ın altında olan santral sayısı 93 olup bu santrallerin toplam kurulu güçleri ise sadece 83,773 MW'tır. Çeşitli özel sektör firmaları tarafından hizmet alınarak işletilen bu santrallerin 89'u akarsu, diğerleri göl veya baraj santralleridir [3].

Bu çalışmada sadece sulama ve taşkın önleme amaçlı olarak kurulan Kayaboğazi barajının KÖHES'lere örnek olarak üretilebilir enerji potansiyeli bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla önce KÖHES'lerde kullanılan türbinlerin ve generatörlerin üzerinde durulmuş, sonra Kayaboğazi barajından üretilebilecek elektrik enerjisi için uygun model önerilmiştir.

2. TEKNOLOJİ

Hidroelektrik santraller için türbin seçimi; generatörün hızı, suyun düşü yüksekliği ve akışı (debi) gibi karakteristiklere bağlıdır. Bu nedenle teknoloji bölümü türbin ve generatör teknolojisi olmak üzere iki alt bölümde incelenmiştir.

2.1 Türbin Teknolojisi

Su basıncını mekanik enerjiye dönüştüren su türbinleri (impulse) etki ve (reaction) tepki türbinleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tepki türbinleri tamamen suyun içinde olup gövdesi basınca dayanıklı olarak imal edilmiştir. Türbinin kanatlarında oluşan basınç farkı rotorun dönmesini sağlamaktadır. Etki türbinlerinde kanatlar, tepki türbinlerinden farklı olarak hava içindedir ve püskürtülen basınçlı su ile çalışmaktadır. Su kanatlara temastan önce ve sonra aynı atmosfer basıncında kalmaktadır [4].

Türbinlerin su düşü yüksekliği bakımından sınıflandırılması Tablo 1’de verilmiştir. Değişik düşüler için farklı türbin tipleri kullanılmasının nedeni, türbin ile generatör arasındaki hız değişimini en aza indirmektir. Bu nedenle elektrik üretiminde rotor hızının mümkün olduğunca 1500dev/dak’a yakın olması istenir. Herhangi bir türbinin hızı, düşü yüksekliğinin kare kökü ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. Bu nedenle alçak düşülü yerlerde daha hızlı türbinler tercih edilmektedir [1].

Tablo.1 Türbinlerin sınıflandırılması

Düşü sınıflandırması	Türbin tipi	
	Etki (impulse)	Tepki (reaction)
Yüksek (>50 m)	Pelton Turgo Multi-jet Pelton	
Orta (10-50 m)	Crossflow Turgo Multi-jet Pelton	Francis (salyangozlu)
Düşük (<10m)	Crossflow	Francis (açık su odalı) Propeller Kaplan

Etki türbinleri düşük hızlarından dolayı alçak düşülü yerler için uygun değildir. Tepki türbinlerinin imalatı sabit ve hareketli kısımdaki kanat ve yüzeylerin çok daha hassas işlenmeyi ve malzeme teknolojisini gerektirdiğinden etki türbinlerine göre daha ileri üretim teknikleri gerektirirler. Bununla beraber alçak düşülü elektrik enerji üretilebilecek yer sayısının daha fazla ve bu merkezlerin daha fazla elektrik enerjisi talep edilen yerlere yakın olması bu türbinlerin daha basit şekilde imal edilmeleri için yapılan çalışmaları arttırmıştır. Tepki türbinlerinde basınç altındaki su türbine girmeden tamamen hıza çevrilir. Kaplan türbinlerinde stator ve rotor kanatları ayarlanabilirken Francis türbininde sadece stator kanatları ayarlanabilir. Francis türbinlerinde su, spiral şeklinde ve kanatları yönlendirilebilen bir gövde içinde rotorun eksenel olarak dönmesini sağlar [1].

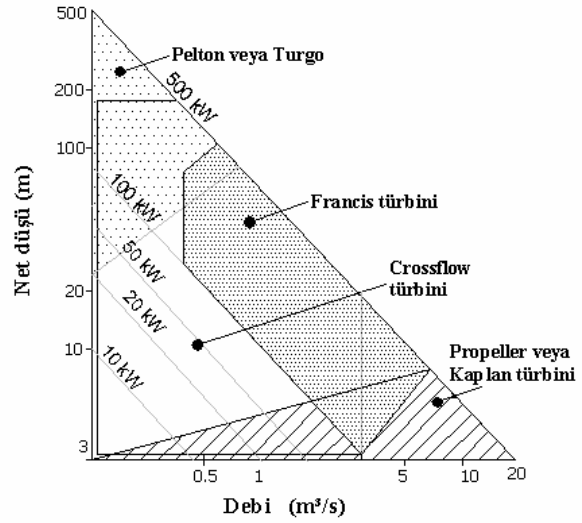
Hidro-turbo türbinlerde elde edilen güç net hidrolik düşü ile türbinden akan suyun çarpımıyla doğru orantılıdır. Herhangi bir hidro sistemin çıkış gücünün genel formülü denklem (1)’de verilmiştir.

$$P = \eta \rho g Q H \quad , \quad (W) \quad (1)$$

Denklemden; P türbinden elde edilen mekanik güç (W), η türbinin hidrolik verimini, ρ suyun özgül ağırlığını (kg/m^3), g yerçekimi ivmesini (m/s^2), Q suyun debisini (m^3/s) ve H etkin düşü yüksekliğini (m) göstermektedir. Türbin verimi, etkin düşü yüksekliği ile suyun debisine bağlı olup iyi türbinlerde %80 ile %90 arasında değişmektedir.

Etki türbinlerinden Pelton ve crossflow türbinlerinin verimleri nominal debilerinin % 20’sine kadar çok az değişmektedir. Bu türbinlerin verimleri nominal çalışma değerleri içinde tepki türbinlerinden daha düşüktür. Tepki türbinlerinin en büyük avantajı, alçak düşülerde modern generatörler için gerekli devir sayısını sağlayabilmeleridir. Francis türbininde düşük debilerde verimin düşmesine karşılık, nominal çalışma debisinin %60’ından yüksek değerlerde verimi crossflow türbininden daha yüksektir [1].

KÖHES uygulamalarında uygun türbin tipi ve gücünün seçilebildiği abak Şekil 1’de verilmiştir. Enerji üretilecek barajın net düşü yüksekliği ve debisi bilindiği takdirde şekildeki abak kullanılarak santral için uygun türbin tipi ve gücü bulunabilir.



Şekil 1. Küçük hidro türbinlerin net düşü-debi abağı [1]

2.2 Generatör Teknolojisi

KÖHES’lerde kurulacak santralin büyüklüğüne göre indüksiyon veya senkron makineler kullanılmaktadır. İndüksiyon makine senkron üstü bir devirde çalıştırıldığında, aktif güç üretebilmesi için şebekeden reaktif güç çekerek sargılarında manyetik alan oluşturur. Makinenin çalışma frekansı, bağlı olduğu şebeke tarafından belirlenmektedir. Türbin hızında meydana gelen değişme, generatör çıkış gücünü doğrudan etkilerken generatör frekansını aynı şekilde doğrudan etkilememektedir. Üretilen gerilim büyük ölçüde generatörün bağlı olduğu şebekenin etkisindedir. Generatörün çıkış gücünde dolayısıyla şebekeye verilen akımda büyük bir değişme olduğunda generatörün gerilimi hafifçe değişmektedir [5].

Daha çok mikro ve piko HES uygulamalarında kullanılan indüksiyon generatörler çıkış gücünden bağımsız olarak hemen hemen sabit reaktif güç çekerler. Giriş gücündeki herhangi bir değişimde ise (ileri) güç faktörü etkilenir. İndüksiyon generatörler şebekeden ayrı olarak da çalıştırılabilirler. Fakat bu durumda generatöre bağlı olan yüklerin frekans ve

gerilimlerini kararlı hale getirmek gerekir. Bu işlemi yapmak için karmaşık ve pahalı olan ekipmana ihtiyaç vardır [5,6].

HES uygulamalarında çok sık olarak kullanılan senkron generatörler kendinden uyarımlıdır. Senkron generatörler ileri veya geri güç faktöründe sıcaklık ve kararlılık sınırları içinde ulusal şebekeye bağlı veya bağımsız olarak çalıştırılabilirler. Makineye bağlı bir yükün frekansı, türbin hızı değiştirilerek ayarlanır. Sabit bir şebeke frekansı için generatörün hızı senkron hızda sabit tutulmalıdır. Gerilim kontrolü, otomatik gerilim regülatörü kullanılarak ve uyarım sargılarının (kutupların) akımı ayarlanarak yapılır. Şebekeden ayrı çalışmada ise makinenin hızı ve gerilim seviyesi kontrol edilmelidir. Ulusal şebekeyle paralel çalışmada frekans ve faz sırasına göre senkronlama yapılır. Makine şebekeye bağlandığında şebeke frekansına göre senkron hızda döner ve generatörün stator sargılarının uçlarında şebeke gerilimine bağlı olarak bir gerilim oluşur [5,6].

KÖHES'lerin ulusal şebekeye uzak olmaları ve kapasitelerinin büyük güçlü geleneksel santrallere göre sınırlı büyüklükte olması nedeniyle genellikle 10kV veya 34,5kV'luk yerel dağıtım şebekesine bağlanmaları tercih edilmektedir. Radyal beslemeli hatlarda indüksiyon makine kullanılması durumunda çekilen reaktif miktatsızlama akımından dolayı bağlantı noktasında gerilimin önemli ölçüde düşmesi kaçınılmazdır. Böyle durumlarda zaten iyi olmayan gerilim regülasyonu indüksiyon generatör kullanımından dolayı daha kötü olmaktadır. Radyal dağıtım hatlarında meydana gelen gerilim düşümleri özellikle hat sonuna doğru artarak devam eder. Bu tür hatlara bağlı dağıtım trafolarının kademe ayarı yapılarak tüketiciye verilen gerilim müsaade edilen sınırlar içinde tutulmaktadır. Radyal dağıtım hattının sonuna küçük ölçekli HES bağlanması (radyal dağıtım hattına bağlı senkron generatörler bağlandıkları noktalardaki gerilimin yükselmesine yol açacakları için), kademe ayarı yükseltilmiş ve sabit kademe ayarlı transformatörün sekonder geriliminin müsaade edilebilir değerinin üzerine çıkmasına yol açacaktır [5-7].

3. KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HES UYGULAMALARI

KÖHES'ler dünyanın çeşitli ülkelerindeki kırsal alanlarda en iyi çözüm olarak öngörülmektedir. Özellikle 1980'li yıllarda elektronik yük kontrolörlerinin yaygınlaşmasıyla ulusal şebekeden ayrı çalışan türbinlerde hız ve frekansın sabit tutulması sağlanmıştır. Bu gelişmeler ışığında, özellikle gelişmekte olan ülkelerde Pelton ve Crossflow türbinlerinin üretimi yerel üreticilerce gerçekleştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu türbinlerin avantajları; sudaki kum ve diğer partiküllere daha toleranslı, kolayca hareketli parçalara ulaşılması, yapısının basit, üretilmesi ve

bakımının kolay, düşük-akış veriminin daha iyi olması, ayrıca yüksek basınca dayanıklı gövde ve contalar gerektirmemesi olarak sıralanabilir [1,7].

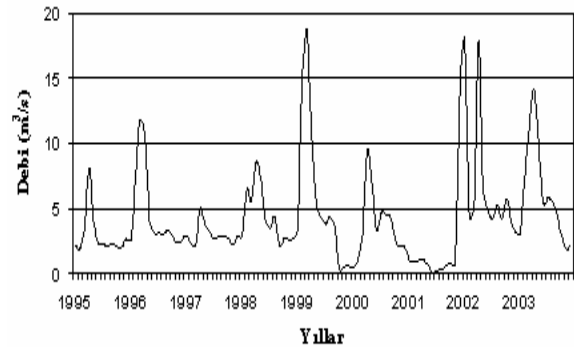
Etki türbinleri, düşük hızlarından dolayı alçak düşümlü uygulamalar için uygun değildir. Bu durumda iletim hattına bağlı standart bir generatöre bağlanabilmeleri için türbin hızının oldukça fazla yükseltilmesi gerekmektedir. Küçük uygulamalarda Crossflow türbinleri 4 m ve Turgo veya multi-jet Pelton türbinleri 20 m'ye kadar alçak düşümler de kullanılabilir [1].

Geniş bir yelpazedeki düşü yüksekliği ve güçlerde tasarlanabilen ve imalatı oldukça basit olan Crossflow türbinleri bu iki önemli özelliğinden dolayı mikro HES uygulamalarında daha fazla tercih edilmiştir. Tepki türbinleri içinde Francis, Kaplan ve Propeller tipi türbinler en çok kullanılan çeşitlerdir [1,7,8].

3.1 Kayaboğazı Barajı Modellemesi

Kayaboğazı Barajı Kütahya'nın Tavşanlı ilçesindeki Kocaçay akarsuyu üzerine 1987 yılında sulama ve taşkın önleme amaçlı olarak DSİ tarafından inşa edilmiştir. Halen bu amaca uygun olarak 7000 hektar alanı sulama için kullanılmaktadır [9]. Bu modelleme çalışması yıllık ortalama akış hacmi 130 milyon m³ olan sadece sulama amaçlı suyun enerji üretimi açısından da değerlendirilmesi gereği üzerine yapılmıştır. Bu amaçla DSİ'den elde edilen 1994-2003 arası su debi kayıtları incelenmiştir. Kayaboğazı Barajı'nın havzasında bulunan diğer bir barajın 1994 yılında faaliyete geçmesi nedeniyle, bu barajın da etkisini dikkate almak için incelemeye esas olarak 1994 yılından sonraki kayıtlar kullanılmıştır.

Kayaboğazı Barajının 1994-2003 arası kayıtlardan hazne su yüzü kotu 918 m.'yi çok nadir aştığı görülmüştür. Halen DSİ tarafından barajda 917 m. kotunun üstünde su biriktirilmemektedir. Bu nedenle barajın su yüzü kotunun en fazla 918 m. olacağı kabulü yapılmıştır. Baraja gelen suyun aylık debi ortalamaları (m³/s) olarak Şekil 2'de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi zamana bağlı değişkenlik çok yüksektir.

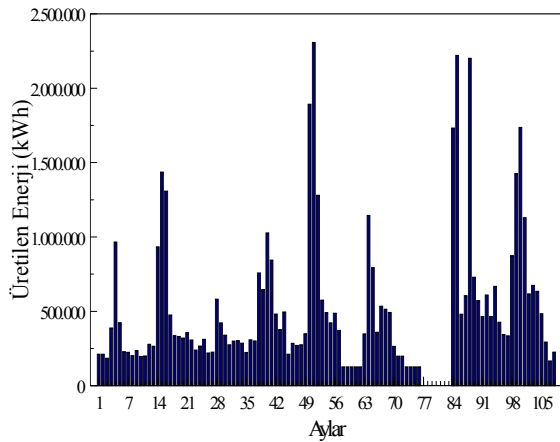


Şekil 2. Kayaboğazı barajına gelen aylık ortalama debinin yıllara bağlı değişimi (m³/s)

Aylık ortalama akım miktarı $0.056 \text{ m}^3/\text{s}$ ile $18 \text{ m}^3/\text{s}$ arasında değişmektedir. Barajın hazne hacmi 34.4 milyon m^3 olup bu hacim küçüktür. Çünkü, yağışlı geçen yıllarda (2002 yılı) baraja gelen su miktarı 200 milyon m^3 değerinin üstüne çıkabilmektedir. En kurak yıl olan 2001 yılındaki yıllık toplam akış hacmi 57 milyon m^3 'tür. İncelenen 1995 – 2003 periyodu için yıllık ortalama akış hacmi 130 milyon m^3 tür. Hazne hacminin yıllık akış hacimleri karşısında bu derece küçük olması yıllar arasında bir su dengelemesi yapmayı imkansız kılmaktadır. Ancak çok kurak bir yılın birkaç ayı için su dengelemesi yapmak mümkün olabilir. Bu durumda elde edilecek enerji tamamen gelen su miktarına bağlı olacak ve büyük değişimler gösterebilecektir.

Barajda yıllar arası dengeleme yapma imkanının olmaması nedeniyle gelen suyun barajda biriktirilmeyen türbinlerden geçirilmesiyle elektrik enerjisi üretimi mümkün olabilecektir. Kütahya il sınırları içindeki Tavşanlı ve Tunçbilek belediyelerine verilen içme suları ile Seyitömer Termik Santralına verilmesi gerekli su miktarı yıllık toplam 16 milyon m^3 olup bu miktarın elektrik üretiminde kullanılamayacağı DSİ tarafından bildirilmiştir. Bu nedenle kullanılan bu miktarın yıllık ortalama $0,51 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak gelen su debisinden düşülerek üretilebilecek enerji hakkında bir inceleme yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu incelemede, hazne su yüzü kotunu 918 m. 'de sabit tutulduğu varsayılmıştır. Dip savak çıkış kotu 900 m. olduğundan brüt düşü yüksekliği 18 m. alınmıştır.

Bu kabullere göre (1) denklemini kullanarak teorik olarak elde edilebilecek enerji miktarının yıllara göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde teorik olarak yılda üretilebilecek en yüksek enerji miktarı 2002 yılına (73.-84. aylar arası) ait olup 9793223 kWh şeklinde hesaplandığı görülmektedir.



Şekil 3. Teorik olarak üretilebilecek enerjinin aylık bazda gösterimi

En düşük enerji miktarı 2001 yılında (85.-96. aylar arası) olup 2239281 kWh 'tir. 2001 yılı için hesap

yapılırken ilk beş ay haznedeki suyu da kullanarak $1 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile üretim yapılacağı kabul edilmiştir. Yılın daha sonraki aylarında ise barajın içme ve soğutma suyu sağlama görevleri dikkate alınarak elektrik enerjisi üretiminin duracağı öngörülmüştür. 2001 yılına ait hesaplamalarda hazne suyunun kullanılmasına bağlı olarak düşü yüksekliğinde görülecek düşme ihmal edilmiştir. Gelen su miktarının düşük olduğu 1999 yıllarının sonu ile 2000 yılı başlarında da enerji üretiminin $1 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile yapılacağı öngörülmüştür. Enerji üretimi aylık olarak en yüksek 2308738 kWh 'tir. En düşük ise sıfırdır. Yıllık ortalama bazında bakıldığında teorik olarak, ortalama yıllık elektrik enerjisi üretimi 6045138 kWh olmaktadır.

Şekil 2'deki su debisi incelendiğinde 1999 yılının son üç ayı ve 2001 yılının ilk 11 ayı hariç olmak üzere $2 \text{ m}^3/\text{s}$ nin altına düşmediği görülmektedir. 1999 ve 2001 yılları hariç diğer yıl ve aylarda suyun debisi bu değerinin 5 katına kadar çıkabilmektedir. Genellikle bahar aylarında olmak üzere debinin bu değeri yılın en az dört veya beş ayında $4-6 \text{ m}^3/\text{s}$ arasında değişmektedir. Yapılacak olan türbin seçiminde net düşü yüksekliği ve su debisi kullanılmaktadır. Bu nedenle net düşü yüksekliğinin bulunması gereklidir. Net düşü yüksekliği, brüt düşüden kayıpların düşülmesiyle elde edilmektedir. Bu kayıplar (2)'de verilen Darcy-Weisbach denkleminden bulunabilir.

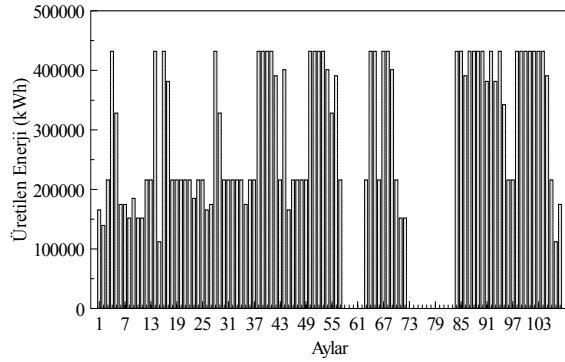
$$h_k = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (m) \quad (2)$$

Denklemden h_k sürtünme katsayısını, L boru uzunluğunu (m), D boru çapını (m), V su hızını (m/s) ve g 'de yerçekimi ivmesini (m/s^2) göstermektedir [10]. Darcy-Weisbach denklemi yardımıyla bulunan kayıp yükseklik 3 m. hesaplandığından baraj net düşü yüksekliği 15 m. olarak alınmıştır. Barajdaki minimum su debisi bir ünite için $2 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak alınmıştır. Bu değerler kullanılarak Şekil 1'deki abaktan en uygun türbin olarak 300 kW gücünde Francis türbini seçilmiştir. Francis türbinlere uyumluluğu açısından generatör olarak da kendinden uyarımlı senkron generatörün seçilmesi öngörülmüştür. Bu şekilde elde edilebilecek enerjinin $0,4 \text{ kV}$ ve $34,5 \text{ kV}$ 'luk yerel dağıtım hattına bağlanması daha uygun olacaktır.

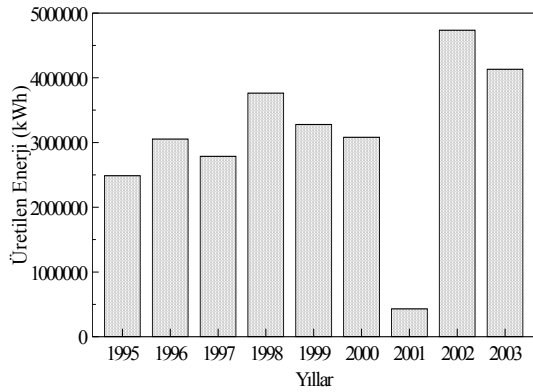
Barajdaki su debisi yılın yaklaşık 9-10 ayında $2-6 \text{ m}^3/\text{s}$ arasında değiştiğinden baraja iki adet 300 kW 'lık ($2 \times 300 \text{ kW}$ 'lık) Francis türbini kurulması öngörülmüştür. Su debisi $2 \text{ m}^3/\text{s}$ civarında iken tek türbin, $3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin üzerindeki debilerde ise iki türbinin birlikte çalıştırılması düşünülmüştür. Bu işlem süresince elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarının aylık olarak gösterimi Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'ün oluşturulmasında, Francis türbinlerinin verim karakteristiği dikkate alınarak her bir türbinin 2

m³/s'lik nominal debi miktarının %65'ine kadar çalışabileceği kabul edilmiştir.

Şekil 4'deki aylık gösterimin yıllık bazdaki gösterimi Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'ten görüleceği gibi yıllar içinde en yüksek enerji üretimi 2002 yılına (97.-108. aylar arası) ait olup 4736880 kWh olmaktadır. En düşük enerji üretimi ise kurak yıl olan 2001 yılına (85.-96. aylar arası) ait olup 432000 kWh'tir. Aylık olarak bakıldığında iki türbin kullanılarak üretilebilecek en yüksek enerji üretimi 432000 kWh'tir. Aylık olarak en düşük üretim ise 0 kWh olmaktadır. İncelemeye alınan bu dokuz yıllık periyoda göre ortalama yıllık enerji üretimi 3084560 kWh olmaktadır.



Şekil 4. Kurulu güce göre üretilen enerjinin aylık bazda gösterimi



Şekil 5. Kurulu güce göre üretilen enerjinin yıllık bazda gösterimi

Bu değer Şekil 3'te verilen teorik olarak üretilebilecek miktarın yaklaşık %50'sine karşılık düşmektedir. Bunun nedeni türbinlerin kurulu güçlerinin üretilebilecek enerji üzerinde belirleyici olmasıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada sulama ve taşkın önleme amaçlı kurulan bir barajdan olabilecek elektrik enerjisi üretimi araştırılmıştır. Barajda akışların aylara göre oldukça farklılık göstermesi, bunun yanında barajın sulama amaçlı inşa edilmesinden dolayı baraj yüksekliğinin düşük tutulması, yıllar arasında su dengelemesini olanaksız kılmaktadır. Barajdaki net düşü ve suyun

aylara göre debisi incelendiğinde baraja her biri 300 kW gücünde iki adet Francis türbini ve iki adet kendinden uyarımlı senkron generatörden oluşan iki ünite kurulması öngörülmüştür.

Böylelikle sadece sulama amaçlı olarak inşaa edilen Kayaboğazı barajından akan suyun enerji üretiminde kullanılmasıyla ülke ekonomisine katkı sağlanmış olacaktır. Barajdan yıllık ortalama olarak 3084560 kWh'lik elektrik enerjisi üretilebilir duruma gelinecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Paish, O., "Small Hydro Power: Technology and Current Status", Renewable & Sustainable Energy Reviews", Vol.6, pp 537-556, 2002.
- [2] Frey, G. W., "Hydropower as a Renewable and Sustainable Energy Resource Meeting Global Energy Challenges in a Reasonable Way", Energy Policy, Vol.30, pp.1261-1265, 2002.
- [3] <http://www.euas.gov.tr/euasmain.htm> ,Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Türkiye, 2004.
- [4] Rahman, S., "Market Potential of Renewable Resources", IEEE Power &Energy Magazine, pp.31-37, jan-feb 2003.
- [5] Wallace, A. R., Stapleton, S. A., "Renewable Energy Generation Schemes Embedded in Rural Grid Systems", Proceedings of the 30th Universities Power Engineering Conference, pp.609-612, Greenwich, September 1995.
- [6] Scott, N. C., "Use of Load Control to Regulate Voltage on Distribution Networks With Embedded Generation", IEEE Transactions on Power Systems, Vol.17, No.2, May 2002.
- [7] Jiandong, T., "Challenges and Opportunities in China", Renewable Energy World, Volume 6 Number 3, pp 38-42, London, May -June 2003.
- [8] Hearn, I. R., Graber, B. W., "A Rugged Simplistic Reliable Micro Hydro Generation System", Proceedings of the Conference E-II 92, IEEE, pp. 434-437, 1992.
- [9] <http://www.dsi.gov.tr>, Devlet Su İşleri, Türkiye, 2004.
- [10] Ilgaz, C., Karahan, M.E., Bulu, A., "Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik Problemler",Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 2000.