

ÖZET

AKARSU TİPİ BİR HİDROELEKTRİK SANTRALDEN GÜÇ ÜRETİMİNİN TERMODİNAMİK MODELLENMESİ

KAÇAR, Osman Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman :Doç. Dr.Adnan MİDİLLİ

Bu çalışma, saatte 3 kg hidrojen üreten ve depolayan bir hidrojen gaz istasyonu için gerekli elektrik enerjisini sağlayan akarsu tipi mini bir hidroelektrik santralin termodinamik modellenmesini sunar. Bu amaçla, Termodinamiğin İkinci Kanunu dikkate alınarak sistemin ekserji ve ekserjetik sürdürülebilirlik analizleri parametrik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu parametrik çalışmayı gerçekleştirmek için, gerekli işletme parametrelerinin değerleri, Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan akarsuların ortalama debi değerleri ve topoğrafik koşullarıyla uyumlu bir şekilde seçilmiştir. Bu çalışma için dikkate alınan parametreler şunlardır: i) Düşü (20 m artışla 70-150 m aralığında alındı.), ii) Cebri borudan akan suyun debisi (0.01 m³/s artışla 0.01-0.79 m³/s aralığında alındı.), iii) Cebri borunun yatayla yaptığı açı (sırasıyla 45o ve 75o olarak kabul edildi.), iv) Cebri boru çapı (sırasıyla 0.4 m ve 1 m olarak kabul edildi.), v) Türbin ve transformatör verimleri (0.9 olarak kabul edildi.), vi) Jeneratör verimi (0.95 olarak kabul edildi.). Tüm bu parametreleri dikkate alarak Termodinamiğin İkinci Kanunu kapsamında akarsu tipi mini bir HES (Hidroelektrik Santral)'in ekserjetik ve sürdürülebilirlik yönlerini tanımlayan gerekli termodinamik bağıntılar geliştirilmiştir. Ekserji analizi kapsamında sistemin toplam ekserji girişi ve çıkışı, toplam ekserji kayıpları ve ekserji verimi hesaplanmıştır. Ekserjetik sürdürülebilirlik analizi kapsamında ise ekserji yıkım faktörü, çevresel yıkım katsayısı, çevresel yıkım indeksi, çevresel uyum indeksi, ekserjetik kararlılık faktörü ve ekserjetik sürdürülebilirlik indeksi gibi bazı önemli ekserjetik sürdürülebilirlik indikatörleri, ekserji analizlerinin sonuçlarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, saatte 3 kg hidrojen üreten ve depolayan hidrojen gaz istasyonunun toplam net ekserji (elektrik) ihtiyacının yaklaşık 200 kW olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca debinin artmasıyla, net ekserji çıkışı ve ekserji kayıplarının arttığı fakat sistemin ekserji veriminin ve ekserjetik sürdürülebilirlik indeksinin azaldığı görülmüştür. O halde mini hidroelektrik güç santrali ile hidrojen gaz istasyonunun entegrasyonu için termodinamik bakımdan çevresel yıkım indeksinin, çevresel uyum indeksinin ve ekserjetik sürdürülebilirlik indeksinin özellikle dikkate alınması gerektiği önerilir.

ABSTRACT

THE THERMODYNAMIC MODELING OF POWER GENERATION VIA A RUN-OF-RIVER-TYPE-HYDROPOWER PLANT

KAÇAR, Osman Niğde University Graduate School of Natural and Applied Science Department of Mechanical Engineering

Supervisor :Assoc. Prof. Dr.Adnan MİDİLLİ

This study presents thermodynamic modeling of a run-of-river-type-small hydropower plant supplying the required electricity to a hydrogen gas fueling station producing and storing 3 kg/h of hydrogen gas. For this purpose, in terms of the Second Law of Thermodynamics, exergy and exergetic sustainability analyses of the system have been parametrically performed. In order to carry out this parametric study, the required operating parameters have been selected in accordance with the topographical situations and average water flow rates of the rivers in the East Black Sea Region (Turkey). The parameters that are taken into consideration for this study are i) Head (ranging from 70 m to 150 m with 20 m interval), ii) water flow rate in the penstock (ranging from 0.01 m³/s to 0.79 m³/s with 0.01 m³/s interval), iii) slope angle of the penstock (assumed to be 45o and 75o, respectively), iv) Pipe diameter (assumed to be 0.4 m and 1 m, respectively), v) Turbine and transformer efficiencies (assumed to be 0.9), vi) Generator efficiency (assumed to be 0.95). Considering all these parameters, the required thermodynamic relations describing the exergetic and sustainability aspects of the run-of-river small hydropower plant have been derived in terms of the second law of thermodynamics. In terms of the exergy analysis, total exergy input and output, total exergy losses and exergetic efficiency have been estimated. In terms of the exergetic sustainability analysis, some important exergetic sustainability indicators such as exergetic destruction factor, environmental destruction coefficient, environmental destruction index, environmental benign index, exergetic stability factor and exergetic sustainability index have been calculated by taking into account the results of the exergy analysis. Consequently, it is estimated that the net exergy (electricity) demand for the hydrogen gas fueling station producing and storing 3 kg H₂ gas per hour is approximately 200 kW. Moreover, it is noticed that the increase of the water flow rate goes up the net exergy output and exergy losses while decreasing

the exergetic efficiency and exergetic sustainability index of the system. Thus, it is suggested that, in terms of thermodynamics, environmental destruction index, environmental benign index and exergetic sustainability index should be particularly taken into consideration for the integrated hydropower-based-hydrogen gas fueling stations.