

ÖZET

YÜKSEK BASINÇLI HİDROJEN GAZI ÜRETEBİR SİSTEMİN TERMODİNAMİK MODELLENMESİ VE EKSEJETİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ

İNANÇ, Selçuk Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Adnan MİDİLLİ

Bu çalışma, hidrolik enerji destekli hidrojen gaz istasyonunda bulunan ve PEM elektrolizör içeren yüksek basınçlı hidrojen üretim alt ünitesinin termodinamik modellemesini ve ekserjetik sürdürülebilirlik analizini sunar. Bu çalışmada ele alınan alt ünite yüksek basınçlı bir PEM elektrolizör, iki adet plakalı ısı eşanjörü, bir pompa-motor sistemi, bir sirkülasyon pompası, bir sıcak su tankı ve bir ayırıştırıcıdan oluşur. Çalışmanın temel amacını gerçekleştirmek için aşağıdaki önemli parametreler dikkat alınmıştır. i) Çalışma basıncı (1-200 bar aralığında seçildi), ii) Çalışma sıcaklığı (70-80 oC aralığında seçildi), iii) Çevre sıcaklığı (25 oC olarak kabul edildi), iv) PEM elektrolizörün enerji verimi (0.5-1 aralığında seçildi), v) Motor-pompa sistemini verimi (0.8 olarak kabul edildi), vi) Sirkülasyon pompasının verimi (0.8 kabul edildi), vii) PEM elektrolizörden çıkan hidrojenin kütleli debisi (saatte 3 kg H₂ olarak seçildi), viii) Elektrolizöre tabi tutulan suyun (saf suyun) kütleli debisi (saatte 27 kg olarak seçildi). Tüm bu parametreler dikkate alınarak bu alt birimin ve bu alt birimdeki her bir bileşenin enerji ve ekserji analizleri termodinamiğin I. ve II. kanunu kapsamında yapıldı. Bununla birlikte, ekserji analizini dikkate alarak bu alt sistemin sürdürülebilirlik analizi gerçekleştirildi. Bu çerçevede; enerji ve ekserji verimleri, toplam tersinmezlikler ve kayıplar, atık ekserji oranı, ekserji yıkım faktörü, çevresel yıkım katsayısı, çevresel yıkım indeksi, çevresel uyum indeksi, ekserjetik kararlılık faktörü ve ekserjetik sürdürülebilirlik indeksi gibi önemli parametreler ve indikatörler hesaplandı. Sonuç olarak hidrolik enerji destekli hidrojen gaz yakıt istasyonunun oldukça önemli bir alt birimi olan yüksek basınçlı hidrojen üretim sisteminin enerji ve ekserji verimleri ile sürdürülebilirlik indeksi sistemin çalışma basıncının ve sıcaklığının artmasıyla bir azalma gösterdiği belirlenmiştir.

ABSTRACT

THERMODYNAMIC MODELLING AND EXERGETIC SUSTAINABILITY ANALYSIS OF A SYSTEM PRODUCTION HIGH-PRESSURISED-HYDROGEN GAS

İNANÇ, Selçuk Niğde University Graduate School of Natural and Applied Science Department of Mechanical Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Adnan MİDİLLİ

This study presents thermodynamic modeling and energy sustainability analysis of the high-pressurised-hydrogen production subsystem including a proton exchange membrane electrolyser in the hydropower-based-hydrogen gas fueling station. The subsystem considered for this study includes a high-pressure-PEM electrolyser, 2 heat exchangers, a motor-pump system, a circulation pump, a hot water tank, and a separator. In order to perform the main objective of this study, the following important parameters are taken into consideration. i) The operating pressure (ranging from 1 to 200 bars), ii) The operating temperature (ranging from 70 to 80 oC), iii) Dead state temperature (assumed to be 25 oC), iv) The energy efficiency of the PEM electrolyser (0,5-1), v) the efficiency of the motor-pump coupling (assumed to be 0.8), vi) the efficiency of circulation pump (assumed to be 0.8), vii) Mass flow rate of hydrogen from the PEM electrolyser (3 kg per hour), viii) Mass flow rate of electrolysis water (pure water) (assumed to be 27 kg per hour). Considering all these parameters, energy and exergy analyses of the each component in the subsystem have been performed in terms of the First and Second Laws of Thermodynamics while, taking into consideration the exergy analysis, the sustainability analysis of the subsystem has been accomplished. In this regard, the following important parameters and indicators have been estimated, which are energy and exergy efficiencies, total irreversibilities and losses, waste exergy ratio, exergy destruction factor, environmental destruction coefficient, environmental destruction index, environmental benign index, exergetic stability factor, and exergetic sustainability index of the subsystem. Consequently, it is determined that the energy efficiency, exergetic efficiency and sustainability index of the high pressurised hydrogen production system that is a quite important subunit of the hydropower based-hydrogen gas fueling station decrease with the increase of the operating pressure and temperature.