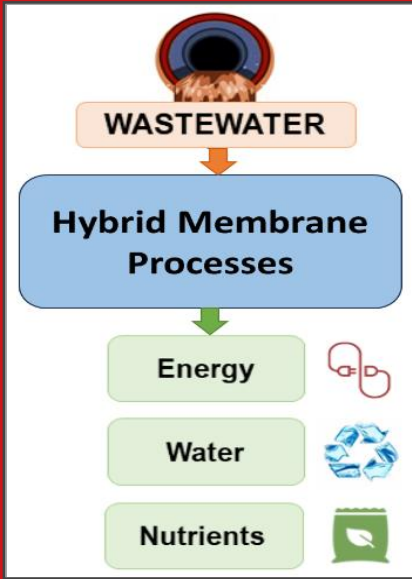


Özlem ÖZCAN



ozlem.ozcan@agu.edu.tr

Orcid 0000-0003-0869-9533



Thesis Advisor

Prof. Dr. Niğmet  
UZAL

nigmet.uzal@agu.edu.tr

## Development of Hybrid Membrane Processes for Energy and Water Recovery from Municipal Wastewaters

**abstract** This thesis study aims to develop a hybrid innovative membrane-based process that maximizes circular benefit with the recovery of energy, nutrients, and water from municipal wastewater (MWW). This process was designed to be a sustainable alternative to the widely used advanced biological wastewater treatment plants (WWTP). For this purpose, the wastewater samples from the pre-sedimentation tank effluent of the Kayseri WWTP were used in laboratory-scale membrane-based process applications. In the first stage of the study, pre-concentration studies were performed to concentrate the organic matter and nutrients in the wastewater using the chemically enhanced primary sedimentation+direct ceramic microfiltration (CEPS+DCMF) process. Wastewater concentrated up to 8 times in the CEPS+DCMF process was fed to the anaerobic fluidized bed ceramic membrane bioreactor (AnFCMBR), which is the second stage of the study. The performance of the reverse osmosis (RO) process was evaluated for nutrient recovery performance in permeates of AnFCMBR and CEPS+DCMF processes. Chemical precipitation was performed on RO concentrate samples to recover struvite. With the innovative membrane-based hybrid wastewater treatment process, a net energy recovery potential of 0.126 kWh/m<sup>3</sup> was attained by operating the AnFCMBR process at 6 hours hydraulic retention time, while an energy requirement of 0.08 kWh/m<sup>3</sup> was attained and thus, an energy-positive process for treating MWW has been developed.

**keywords** Flocculation, direct ceramic microfiltration, anaerobic fluidized bed membrane bioreactor, ceramic membrane, energy-positive wastewater treatment

**özet** Bu tez çalışması, evsel atıksudan enerji, nütrient ve su geri kazanımı ile döngüsel faydayı maksimize eden hibrit yenilikçi membran esaslı bir proses geliştirilmesi hedeflemiştir. Bu proses ile yaygın olarak kullanımda olan konvansiyonel ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerine (AAT) sürdürülebilir bir alternatif olarak tasarlanmıştır. Bu amaçla, laboratuvar ölçekli membran esaslı proses uygulamalarında Kayseri İleri Biyolojik AAT ön çökeltim havuzu çıkışından alınan atıksu örnekleri kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında organik madde ve nütrientin konsantre edilmesi için ileri kimyasal ön çöktürme+doğrudan seramik mikrofiltrasyon (CEPS+DSMF) prosesi uygulanmıştır. CEPS+DSMF çalışmalarında 8 kata kadar konsantre edilen atıksu, çalışmanın ikinci aşaması olan anaerobik akışkan yataklı seramik membran biyoreaktör (AnFSMBR)'e beslenmiştir. AnFSMBR ve yumaklaştırma+DSMF proseslerinin permeatlarında nütrient geri kazanım çalışmaları için ters osmoz (RO) uygulanarak, bu prosesin performansı değerlendirilmiştir. CEPS+DSMF prosesi ile evsel atıksuda organik madde konsantre hale getirilmiştir. RO konsantresinde strüvit geri kazanımı için kimyasal çöktürme uygulanmıştır. Yenilikçi membran esaslı hibrit atıksu arıtma prosesi ile 0,08 kWh/m<sup>3</sup>'lük enerji gereksinimine karşılık AnFSMBR prosesinin 6 saat hidrolik bekletme süresinde işletilmesi ile 0,126 kWh/m<sup>3</sup>'lük net enerji geri kazanımı potansiyeli sağlanmış ve dolayısıyla enerji pozitif bir evsel atıksu arıtma prosesinin geliştirilmiştir.

**anahtar kelime** Yumaklaştırma, doğrudan seramik mikrofiltrasyon, anaerobik akışkan yataklı membran biyoreaktör, seramik membran, enerji pozitif atıksu arıtımı