

## **A WEFE Priority-Based Decision Support Framework for Water Management under AI-Assisted Future Scenarios**

Efficient and adaptive water allocation is a critical challenge for sustainable watershed management under climate variability, drought risk, urban and industrial growth, agricultural pressure, and ecosystem protection needs. This study proposes an AI-assisted, scenario-based decision support framework for integrated water management within the Water–Energy–Food–Ecosystem (WEFE) Nexus. The framework focuses on the Porsuk Sub-basin, where population growth, Organized Industrial Zones, agricultural activities, wastewater infrastructure, and ecosystem flow requirements create complex trade-offs among competing water uses. The main contribution of this study is its integration of AI-assisted future scenario generation, fuzzy logic-supported WEFE priority configuration, and multi-objective optimization into a basin-specific framework for adaptive water allocation. Unlike conventional nexus assessments that mainly evaluate existing interactions, the proposed framework enables future development alternatives to be tested before implementation and translates basin-specific priorities into practical water allocation plans. The framework integrates basin-scale data on surface water and groundwater availability, sectoral demands, wastewater treatment and reuse capacities, land use, population and industrial development trends, climate projections, and ecosystem requirements. Future scenarios are constructed by combining climate pathways, possible development alternatives such as new or expanded Organized Industrial Zones, population and land-use changes, water source changes, and water management strategies derived from previous Circular Water Economy assessments. Reduce and recycle strategies, particularly industrial wastewater recycle in Organized Industrial Zones, are considered adaptive options due to their potential to improve ecosystem flow conditions and WEFE performance. Scenario-specific indicators representing water, energy, food, ecosystem, social, and economic dimensions are evaluated through fuzzy logic-supported priority configuration. These priorities guide optimization under water balance, demand, groundwater, environmental flow, infrastructure, and land-use constraints. The expected outcome is a decision support framework for comparing scenarios, identifying water-scarce areas and sectoral trade-offs, and generating priority-based water allocation plans under future uncertainty.

**Presenter: Bilge İrem Yapan**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Emre Alp**

## **Yapay Zeka Destekli Gelecek Senaryoları Kapsamında Su Yönetimi için WEFE Öncelik Temelli Bir Karar Destek Çerçevesi**

Etkin ve uyarlanabilir su tahsisi; iklim değışkenliği, kuraklık riski, kentsel ve endüstriyel büyüme, tarımsal baskılar ve ekosistem koruma gereksinimleri altında sürdürülebilir havza yönetimi için kritik bir zorluktur. Bu çalışma, Su–Enerji–Gıda–Ekosistem (WEFE) Bağı yaklaşımı kapsamında bütünleşik su yönetimi için yapay zeka destekli, senaryo temelli bir karar destek çerçevesi önermektedir. Çerçeve, nüfus artışı, Organize Sanayi Bölgeleri, tarımsal faaliyetler, atıksu altyapısı ve ekosistem akış gereksinimlerinin rekabet eden su kullanımları arasında karmaşık ödünleşimler oluşturduğu Porsuk Alt Havzası'na odaklanmaktadır.

Bu çalışmanın temel katkısı, yapay zeka destekli gelecek senaryosu üretimini, bulanık mantık destekli WEFE öncelik yapılandırmasını ve çok amaçlı optimizasyonu, uyarlanabilir su tahsisine yönelik havza özelinde bir çerçeve altında bütünleştirmesidir. Mevcut etkileşimleri değerlendirmeye odaklanan geleneksel bağ çalışmalarından farklı olarak, önerilen çerçeve gelecekteki gelişim alternatiflerinin uygulama öncesinde test edilmesine olanak sağlar ve havza özelindeki öncelikleri uygulanabilir su tahsis planlarına dönüştürür. Çerçeve; yüzey suyu ve yeraltı suyu varlığı, sektörel talepler, atıksu arıtma ve yeniden kullanım kapasiteleri, arazi kullanımı, nüfus ve endüstriyel gelişim eğilimleri, iklim projeksiyonları ve ekosistem gereksinimlerine ilişkin havza ölçeğindeki verileri entegre eder. Gelecek senaryoları; gelecek iklim projeksiyonları, yeni veya genişletilmiş Organize Sanayi Bölgeleri gibi olası gelişim alternatifleri, nüfus ve arazi kullanımı değışimleri, su kaynağı değışiklikleri ve önceki Döngüsel Su Ekonomisi değerlendirmelerinden türetilen su yönetimi stratejilerinin birleştirilmesiyle oluşturulur. Azaltım ve geri kazanım stratejileri, özellikle Organize Sanayi Bölgelerinde endüstriyel atıksuyun yeniden kullanımı, ekosistem akış koşullarını ve WEFE performansını iyileştirme potansiyelleri nedeniyle uyarlanabilir seçenekler olarak ele alınmaktadır. Su, enerji, gıda, ekosistem, sosyal ve ekonomik boyutları temsil eden senaryo özelindeki göstergeler, bulanık mantık destekli öncelik yapılandırması aracılığıyla değerlendirilir. Bu öncelikler; su dengesi, talep, yeraltı suyu, çevresel akış, altyapı ve arazi kullanımı kısıtları altında optimizasyon sürecine rehberlik eder. Beklenen çıktı; senaryoları karşılaştırmak, su kıtlığı yaşanabilecek alanları ve sektörel ödünleşimleri belirlemek ve gelecek belirsizliği altında öncelik temelli su tahsis planları oluşturmak için kullanılabilir bir karar destek çerçevesidir.

**Sunucu: Bilge İrem Yapan**

**Danışman: Doç. Dr. Emre Alp**