Sanayi Baskısı Altında Bulunan Akarsularda Hidromorfolojik Değişim Düzeylerinin Coğrafi Bilgi Bilimi ve Teknolojisi Kullanılarak Belirlenmesi: Çayırova-Saz Deresi örneği

Fatih Gülgen[1, *], Batuhan Kılıç[1], Meltem Çelen[2], Halil Nurullah Oruç[2], Sinem Vural[2], Mehmet Salim Öncel[3], Güleda Engin[4], Mehmet Karpuzcu[5], Füsun Balık Şanlı[1]

[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.*
[2]*Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41400, Kocaeli.*
[3]*Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 41400, Kocaeli.*
[4]*Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.*
[5]*Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 27900, Gaziantep.*

Genişletilmiş Özet

İnsanoğlunun hayatını sürdürebilmesi ve çevresel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gereken en temel ihtiyaç maddelerinden biri sudur. Eski medeniyetlerden Mezopotamya, Mısır, Çin, Hindistan ve Maya toplulukları yerleşim sahaları olarak Dicle-Fırat, Nil, Sarı, İndüs ve Amazon nehri kenarlarını tercih etmiştir (Soytürk 2014). Tarih boyunca, insanoğlunun kurduğu uygarlıkların su kaynaklarına yakın olması, suyun insanlık için hayati bir önemi olduğunu göstermektedir. Yeryüzünde yaşayan insan sayısındaki artış ve teknolojik gelişmeler suyun kullanımını arttırmış ve sudan faydalanmak için farklı yöntemlerin ortaya çıkarılmasını sağlamıştır. Günümüzde sudan üretilen enerji ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmasında oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Gelişmiş ülkeler su potansiyelinden azami faydayı sağlama hususunda öncü durumdadır.

Diğer taraftan insanoğlunun yaşam alanlarının genişlemesi yeryüzünün doğal dengesinin bozulmasına, çevre kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda temiz su kaynakları üzerinde yoğun bir baskı oluşturmaktadır (Akkaya vd. 2006). Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması ve çevre üzerindeki olumsuz baskıların minimum seviyeye indirebilmesi için tedbir alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu kapsamda, Avrupa Birliği (AB) parlamentosu su kaynaklarının korunması ve yönetimi için üye ülkelerin bütüncül yaklaşımlar geliştirmesini istemiş ve 23 Ekim 2000 tarihinde Su Çerçeve Direktifi (SÇD) adı altında bir belge çıkartmıştır. SÇD, suyun bir ticari ürün olmadığını, korunması gereken bir miras olarak ele alınması gerektiği açık olarak ifade etmektedir. Bu belgenin temel hedefi, 31 Aralık 2015 tarihine kadar Avrupa'nın su kaynaklarındaki yapısal değişimlerin belirlenmesi ve ağır şekilde değişime uğramış kaynakların durumlarının iyi düzeye çıkarılması olarak tanımlanmıştır (EC, 2000). SÇD'nin bu hedefine uygun olarak 11 Şubat 2014 tarihli ve 28910 sayılı Resmî Gazete'de ülkemiz için "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik" yayınlanmıştır (RG, 2014). Bu yönetmelik su kaynaklarındaki yapısal değişimlerin izlenmesini ve sonuçların değerlendirilmesi için gereken ölçütlerin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.

Su kaynaklarının izlenmesi ve değerlendirilmesi bugünkü anlamıyla hidromorfoloji terimini ortaya çıkartmıştır. SÇD, çevresel planlama, izleme, raporlama ve ekolojik durumun değerlendirilmesi açılarından hidromorfolojiyi temel ve zorunlu bir tanımlayıcı unsur olarak değerlendirmektedir (EC, 2000). Hidromorfoloji yirminci yüzyılın başlarına kadar topraklar için bir sınıflandırma sistemi olarak düşünülmüş ve toprak sistemlerinin yapısının bir niteleyicisi olarak kullanılmıştır (Vogel 2011). Hidromorfolojinin nehir yönetimi ve restorasyonu işlemlerinde akarsu jeomorfolojisini tanımlamak için kullanıldığı (Newson ve Large, 2006; Maas ve Brookes, 2009), akış rejiminin ve akarsu jeomorfolojisinin oluşturduğu fiziksel habitat olarak tanımlandığı (Orr vd., 2008) bazı çalışmalar yapılmıştır. Literatürde hidromorfolojinin hidroloji biliminin bir alt dalı olarak ele alındığı (Vogel, 2011), hidroloji ve jeomorfolojiyi birbirine bağlayan bir şemsiye disiplini olarak tanımlandığı (Belletti vd., 2015) önemli çalışmalar da mevcuttur. SÇD'deki hidromorfoloji terimi ile örtüşen en iyi tanım Vaughan vd. (2009) tarafından yapılmıştır. Onlar nehirlerdeki fiziksel habitat ve organizmalar arasındaki ilişkileri açıklamak için biyo-jeomorfoloji, eko-jeomorfoloji, eko-hidroloji, hidro-ekoloji ve jeo-biyoloji gibi farklı tanımlamalar kullanılması gerektiğini belirtmiş, temel disiplinler olan ekoloji, hidroloji ve jeomorfolojiyi bir araya getirerek eko-hidromorfoloji tanımını benimsemiştir. SÇD'ye göre en geniş kapsamıyla hidromorfoloji, su kütlelerine yapılan müdahalelerin ekolojik durum üzerinde oluşturduğu etkilerin belirlenmesi için suyun miktarında, akışında ve niteliğinde, su yatağında, kıyı şeridinde, su taban yapısında ve su içi ile kıyı habitatlarında meydana gelen değişimleri izlemeye yönelik olarak yapılan ölçüler üzerinden ekolojik durumu saptama çalışmalarının bütünüdür.

SÇD'de ekolojik durum ve nehir habitat elemanları hakkında genel hidromorfolojik tanımları içermektedir. Buna karşın SÇD'nin hidromorfolojik izleme ve değerlendirmeye ilişkin rehberliği sınırlıdır (Weiß vd. 2008; Kılınç ve Kay 2018). Hidromorfolojik kalite detaylarının belirlenmesi için Avrupa Standartlar Komitesi (European Committee for Standardization - CEN) ve Uluslararası Standartlar Örgütü (International Organization for Standardization - ISO) tarafından hazırlanan iki rehber ön plana çıkmaktadır. Bunlar; nehirlerin hidromorfolojik detaylarının değerlendirilmesi için oluşturulan "Su Kalitesi - Nehirlerin Hidromorfolojik Detaylarının Değerlendirilmesi" ve "Su Kalitesi - Nehir Hidromorfolojisinin Değişim Düzeyinin Belirlenmesi" rehber standartlarıdır. İlk standart hidromorfolojinin genel ilkelerini ortaya koyan ve nehirler için hangi özelliklerin izlenmesi gerektiğini, saha araştırmalarının nasıl planlanıp yürütüleceğini, sonuçların nasıl yorumlanması ve sunulması gerektiğini ve kalite güvence sistemlerinin uygulama standartlarını belirlemektedir. İkinci standart basit puanlama sistemleri kullanılarak nehir hidromorfolojisi üzerindeki insani baskıların sonunda oluşan doğallıktan uzaklaşma miktarını ortaya koyan ve hidromorfolojik detaylardaki değişimin belirlenmesine katkıda bulunan uygun bilgi kaynaklarını açıklamaktadır (BSI, 2010).

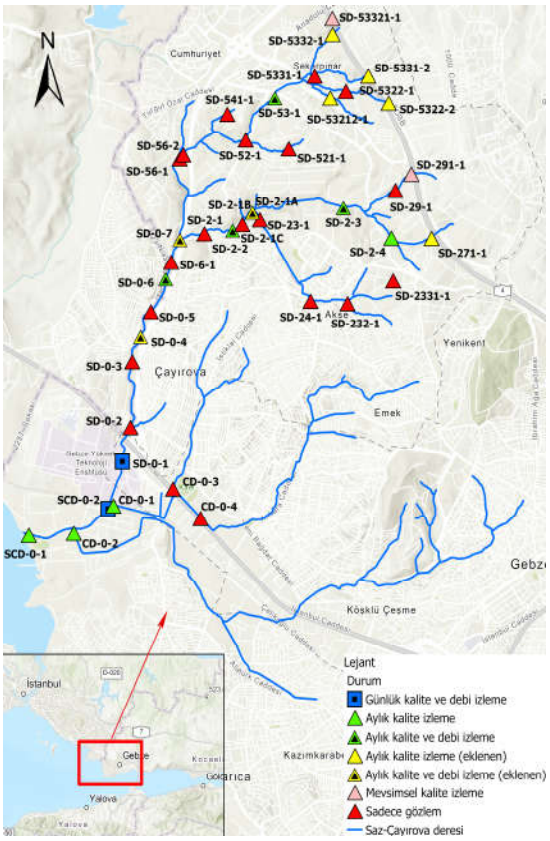
* Fatih Gülgen: Tel: (0212)3835100

E-posta: fgulgen@yildiz.edu.tr (Fatih Gülgen), batuhank@yildiz.edu.tr (Batuhan Kılıç), mkocal@gtu.edu.tr (Meltem Çelen), horuc@gtu.edu.tr (Halil Nurullah Oruç), sinemvurall@gmail.com (Sinem Vural), soncel@gtu.edu.tr (Mehmet Salim Öncel), gengin@yildiz.edu.tr (Güleda Engin), mehmet.karpuzcu@hku.edu.tr (Mehmet Karpuzcu), fbalik@yildiz.edu.tr (Füsun Balık Şanlı)

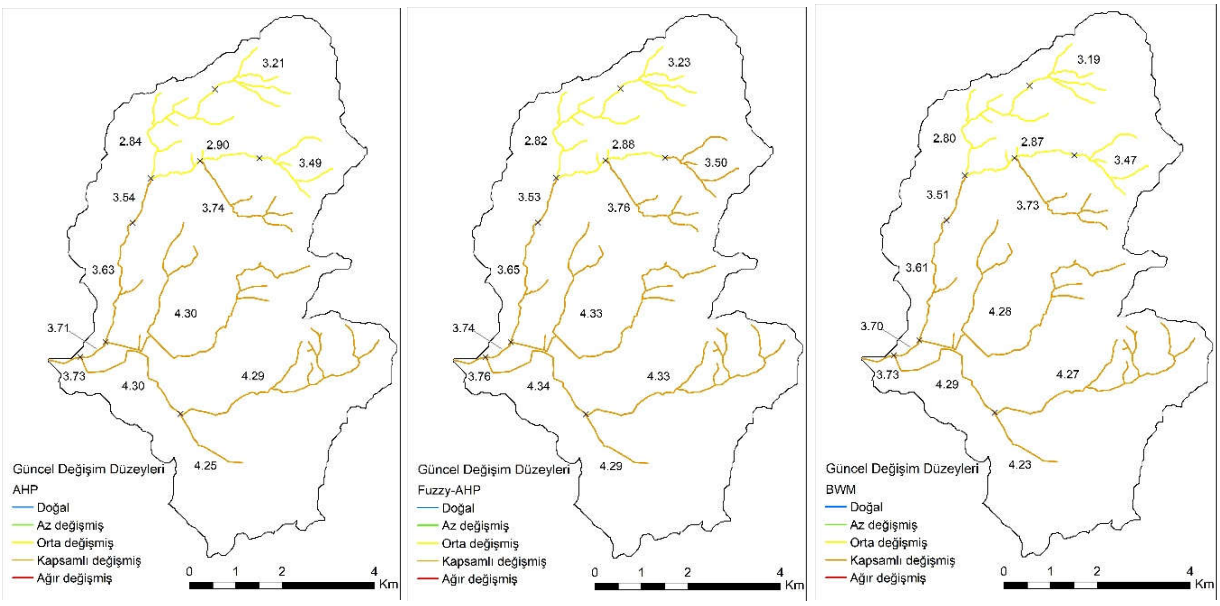
SÇD'nin hidromorfoloji tanımına ve rehber standartlara bağlı olarak farklı ülkeler kendi koşullarına uygun izleme ve değerlendirme yöntemleri geliştirmiştir. SÇD'nin etkisiyle literatüre giren hidromorfolojik değişim düzeyi belirleme çalışmaları daha çok Avrupa'da ileri düzeydedir. İngiltere (River Habitat Survey - RHS), Fransa (Systeme d'Evaluation de la Qualite du Miliue Physique - SEQ-MP) ve Almanya (Landerarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA-vor-Ort) topladıkları verilere özel farklı yaklaşımlar kullanmaktadır. Ayrıca, Amerika, İtalya, Avusturya, Avustralya gibi gelişmiş ülkelerin de kendi verilerine ve ülke koşullarına özgü yaklaşımlar oluşturdukları bilinmektedir (Platts vd. 1983; Raven vd. 1997; Belletti vd. 2015).

Ülkemizde ise yasal altlığına ve zorunluğuna karşın kullanılabilir bir yaklaşım henüz geliştirilememiştir. Günümüze kadar sadece, Kılınç ve Kay (2018) tarafından hazırlanmış, Türkiye'nin akarsuları için ulusal değerlendirme yaklaşımına temel oluşturacak, dünyadaki hidromorfolojik değerlendirme yöntemlerinin kapsamlı olarak incelendiği bir rapor öne çıkmaktadır. Bu raporda, AB üyesi 14 ülkenin kullandığı toplam 19 farklı yöntem ve AB üyesi olmayan altı ülkenin kullandığı 25 yöntem birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Hidromorfolojik değerlendirme yaklaşımlarının içerdiği parametrelerin bağıl önemlilik dereceleri, İngiltere, İskoçya ve İrlanda çevre ajanslarında çalışan hidromorfoloji uzmanlarının görüşleri alınarak ve analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile test edilmiştir. Sonuçta Türkiye için en uygun iki yaklaşım basit ağırlıklandırma yöntemi ile belirlenmiştir. Bunlardan birincisi AB üye ülkelerinden biri olan Slovenya'nın *'Methodology for Assessing Hydromorphological Status Slovenia'* (SHIM) isimli yaklaşımı; diğeri ise AB üyesi olmayan Güney Afrika'nın *'Index of Habitat Integrity'* (IHI) yaklaşımıdır.

Bu metinde sunulan çalışma akarsular için ülkemize özgü genel bir hidromorfolojik değerlendirme yaklaşımı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bunun için ilk olarak akarsu hidromorfolojisinin değişmesine neden olan unsurların SÇD'ye uygun olarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Akabinde, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, hidromorfolojik değişimlerin izlenmesine yönelik Türkiye özelinde geçerli bir izleme sistematiğinin geliştirilmesi ve ardından değişim düzeyini ortaya koymak için bir karar destek aracı (KDA) oluşturulması hedeflenmiştir. Uygulama çalışması, sanayi ve endüstrileşmenin yoğunlaştığı bir bölge olan, Kocaeli ili sınırında yer alan ve Marmara Denizi'ne dökülen Çayırova-Saz havzasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk bir yıllık sürecinde düzenli olarak arazi gezileri yapılmış, aylık ve günlük olarak araziden ve dere kollarından hidromorfolojik değişim için saptanan ölçütlere yönelik veriler toplanmıştır (Şekil 1). Hidromorfolojik değişimi referans olarak kabul edilen bir düzeye göre ortaya koyabilmek adına çalışmanın gerçekleştirildiği Çayırova-Saz havzasının eski tarihli mekânsal arşiv verileri kullanılmıştır. Eski tarihli uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, ortofotolar ve topografik harita verileri incelenerek toplanan tüm veriler Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında yapılandırılmıştır. Elde edilen verilerin büyük kısmı topografik harita altlığından doğrudan alınmış ya da veri işleme yöntemleri kullanılarak türetilmiştir. Bunların yanında havzadaki toprak sınıfları jeoloji haritalarından ve araziden toplanan örnekler numuneler analiz edilerek belirlenmiştir. Akarsuyun su kalitesine ilişkin veriler, çevre mühendislerinin topladıkları numuneleri yerinde değerlendirmesi ve laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri analizler ile elde edilmiştir. Bulunması güç bazı ölçütlere yönelik referans veriler ise oluşturulan hidrolojik modeller üzerinden türetilmiştir. Çalışmanın son aşamasında elde edilen veriler üç farklı CBS tabanlı KDA yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmiş ve Çayırova-Saz dere kolları için hidromorfolojik değişim düzeyi belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Çayırova-Saz havzası nihai çalışma noktaları



Şekil 2. KDA yaklaşımları kullanılarak hesaplanan güncel hidromorfolojik değişim düzeyleri

Çalışma kapsamında akarsulardaki hidromorfolojik değişime neden olan unsurlar SÇD'ye uygun bir hiyerarşi içinde sınıflandırılmıştır. Bunların hidromorfoloji üzerindeki etkileri KDA yaklaşımları ile ortaya konulmuştur. Mevcut mekânsal veri kaynaklarından, hidrolojik model üzerinden ve arazide yapılan çalışmalar ile toplanan veriler CBS ortamında derlenmiştir. KDA yaklaşımları ile hidromorfolojik değişime neden olan unsurların etki faktörleri bir bütün içinde değerlendirilmiştir. Çalışmada oluşturulan hidrolojik modeller, hidromorfolojik değişliklerin etkileri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Böylece hidromorfoloji çalışmalarının en önemli bileşenlerden biri olan referans düzey tespitinde, hidrolojik modellerin kullanılabilirliği ortaya çıkarılmıştır. Önerilen yaklaşım, akarsular için genel bir hidromorfolojik değişim düzeyi belirleme sistematiği olarak kullanılabilecek düzeydedir. Ülkemizde bu konuda sorumluluk sahibi olan kurumlar, önerilen yaklaşımı kullanarak akarsular için kapsamlı değerlendirmeler yapabilir.

Anahtar Sözcükler

Coğrafi Bilgi Sistemi, Su Çerçeve Direktifi, Hidromorfoloji, Karar Destek Aracı, Hidrolojik Model

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 119Y032 proje numarasıyla finansal olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Akkaya, C., Efeoğlu, A. ve Yeşil, N. (2006). "Avrupa Birliği su çerçeve direktifi ve Türkiye'de uygulanabilirliği", TMMOB Su Politikaları Kongresi, s. 196.

Belletti, B., Rinaldi, M., Buijse, A. D., Gurnell, A. M. ve Mosselman, E. (2015). A review of assessment methods for river hydromorphology. Environmental Earth Sciences, 73(5), 2079-2100.

British Standard Institution. (2010). EN 15843. Water Quality: Guidance Standard on Determining the Degree of Modification of River Hydromorphology. BSI: London.

EC (2000). European Commission Directive 2000/60/EC, Establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L 327: 1-72, Brussels.

Kılınç, S. F. ve Kay, P. (2018). Determination of the Most Suitable Assessment Methods of River Hydromorphology for Turkey. Türkiye Su Bilimleri ve Yönetimi Dergisi, 2(2), 110-148.

Maas, S. ve Brookes, A. (2009). Fluvial geomorphology. Fluvial Design Guide. Environment Agency, London, UK. FDG2 3–1- 3–20

Newson, M. D. ve Large, A. R. G. (2006). 'Natural' rivers, 'hydromorphological quality' and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. Earth Surface Processes and Landforms 31, 1606–1624.

Orr, H. G., Large, A. R. G., Newson, M. D., ve Walsh, C. L. (2008). "A predictive typology for characterizing hydromorphology." Geomorphology, 100(1–2), 32–40.

Platts W. S., Megahan W. F. ve Minshall G. W. (1983). Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, UT.

Raven P. J., Holmes N. T. H., Charrier P., Dawson F. H., Naura M. ve Boon P. J. (2002). Towards a harmonized approach for hydromorphological assessment of rivers in Europe: a qualitative comparison of three survey methods. Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst 12 (4):405–424.

RG, (2014) – 28910 - "Orman ve Su İşleri Bakanlığından: "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik", 2014 tarih 28910 sayılı Resmî Gazete. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm, Son erişim tarihi:9 Haziran 2022

Soytürk O. (2014). "Su Çerçeve Direktifine Göre Yeraltı Sularının İzlenmesi ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme", Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, 129s.

Vaughan, I. P., Diamond, M., Gurnell, A. M., Hall, K. A., Jenkins, A., Milner, N. J., Naylor, L. A., Sear, D. A., Woodward, G. ve Ormerod, S. J. (2009). Integrating ecology with hydromorphology: a priority for river science andmanagement. Aquatic Conservation:Marine and Freshwater Ecosystems 19, 113–125.

Vogel, R. M. (2011). Hydromorphology. Journal of Water Resources Planning and Management 137 (2), 147–149.

Weiß, A., Matouskova, M., ve Matschullat, J. (2008). Hydromorphological assessment within the EUWater Framework Directive—trans-boundary cooperation and application to different water basins. Hydrobiologia, 603(1), 53-72.