



# Entegre Havza Yönetiminde Su Kaynaklarını Modern Yöntemler ile Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması

Cengiz Koç<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kötekli Kampüsü – Muğla, Türkiye

(İlk Geliş Tarihi 27 Kasım 2017 ve Kabul Tarihi 23 Kasım 2018)

(DOI: 10.31590/ejosat.358213)

## Öz

Geliştirilmesi düşünülen su kaynakları havza temelli bütüncül bir yaklaşım ile planlanmalı, projelenebilir ve işletilmelidir. Havza bazlı yaklaşımlar ile su kaynaklarına ilişkin projelerin geliştirilmesi ve etkin şekilde işletilebilmesi için su kaynaklarının istenilen zaman ve doğrulukta ölçülmesi çok önemlidir. Su kaynağı doğru ve istenilen zaman aralıklarında ölçülmediğinde, geliştirilecek yeni projeler için doğru verilerin sağlanması ve işletilen sulama, enerji, içme suyu ve ekoloji projelerine tahsis edilen su miktarlarının hazırlanan entegre havza su planına göre kullanılıp, kullanılmadığının belirlenebilmesi, hazırlanan havza su planlarının uygulama ile ne derece örtüştüğünü hesaplamak mümkün olmayacaktır. Bu sorunu çözenin tek yolu gelişmiş yöntemlerin kullanılması olup, bu konuya ilişkin taslak çalışma, plan ve önerilerin hazırlanması ve hızla uygulamaya geçirilmesi entegre havza yönetiminin en önemli unsurudur. Bu çalışmada, ülkemizde tarım, sanayi ve turizm potansiyelinin yüksek olduğu Büyük menderes havzasında; sulama, enerji, içme ve kullanma, taşkın ve ekoloji amaçlı projelerin entegre işletilmesi için havza su kaynaklarının istenen zaman aralıklarında doğru biçimde ölçülüp, izleneceği ve aynı zamanda denetlenebileceği bir ölçüm ve izleme sisteminin nasıl olması gerektiğine ilişkin bir çalışmanın unsurları araştırılmış, düşünülen bu sistemin entegre havza yönetimi için önemi ve nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Entegre havza yönetimi, su kaynağı ölçümü, modern su ölçüm teknolojileri.

## Investigations on Monitoring, Measurement and Evaluation of Water Resources with Modern Methods in Integrated Basin Management

### Abstract

The water resources considered to be developed should be planned, projected and operated with a holistic approach based on the basin. It is very important to measure the water resources at the desired time and accuracy in order to develop and effectively operate the projects related to water resources. When the water source is not measured accurately and at the desired time intervals, it will not be possible to provide accurate data for the new projects to be developed and to determine whether the amounts of water allocated for irrigation, energy, drinking water and ecology projects are used according to the integrated basin water plan prepared, and to calculate the extent to which the prepared basin water plans overlap with the application. The only way to solve this problem is to use advanced methods. For this reason, the draft works on this issue, plans and proposals and the rapid implementation are the most important elements of integrated watershed management. In this study, the elements of a study on how measurement and monitoring system should be able to accurately measure, monitor and control the basin water resources at the desired time intervals for the integrated operation of irrigation, energy, drinking and potable, flood and ecological projects, are investigated. Recommendations have been made about the importance of this system and how to implement in integrated basin management.

**Key words:** Integrated basin management, measure water supply, modern water measurement technologies.

## 1. Giriş

Su kaynaklarının planlanması, projelendirilmesi, inşa edilmesi ve işletilmesi, istenilen amaç ve öngörülen kriterler çerçevesinde, su kaynaklarının en verimli kullanılmasını

sağlayacak faaliyetlerin tümünü kapsamaktadır. Su ölçüm değerleri, su temini ve hidroelektrik enerji üretimi, kanalizasyon arıtma tesisleri, ticari ve endüstriyel tesisler, tarım, balıkçılık ve yaban hayatı için nehir akışlarının bakımı ve eğlence amaçlı kullanıcılar için rezervuarların tasarımı ve

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kötekli Kampüsü – Muğla, Türkiye, [cengizko9@gmail.com](mailto:cengizko9@gmail.com)

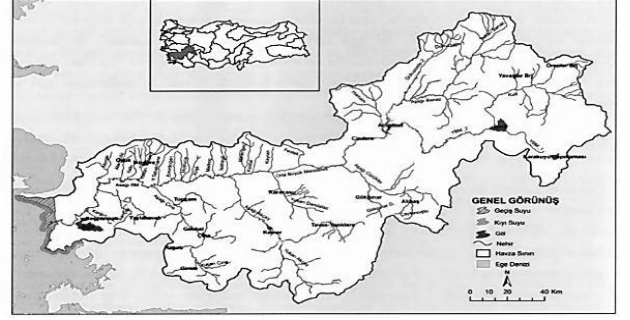
işletilmesi için kullanılmaktadır (Kernel, 1999). Kalıcı su ölçüm cihazları, uzaktan akış izleme ve kanal işletme otomasyonu gibi gelecekteki iyileştirmeler için de temel oluşturabilir (USDA, 2001). Günümüzde su kaynaklarının işletme ve yönetimi en az planlama aşaması kadar özen gerektirmektedir. Su kaynaklarının yönetimi havza bazında ve diğer doğal kaynaklarla birlikte değerlendirilmelidir. Bu tür yönetim entegre havza yönetimi olarak isimlendirilmektedir. Entegre havza yönetiminin temel amacı, havzanın sadece su kaynakları açısından değil, tüm yönleri ve kaynakları ile tanınması ve daha tutarlı yönetim kararlarının verilmesidir (Harmancıoğlu vd. 2002). Entegre havza yönetiminin başarıyla uygulanabilmesi için su kaynaklarının istenen zaman ve noktada doğru bir biçimde ölçülebilmesi, suyla ilgili tesislerin gerçek zamanlı işletilebilmesi oldukça önemlidir (Algancı vd. 2009). Su kaynaklarının etkin yönetimi doğru su ölçümü ile başlamaktadır. Su yönetimi hem suyun debisini hem de toplam hacminin belirlenmesini gerektirir. Su kaynaklarını ölçmek ve rapor etmemin amacı su için gereksinimleri ve kullanıma ilişkin geçmişte ortaya koymaktır. Doğru bir su kullanım bilgisi, suyun varlığı, dağılımı ve kullanım eğilimlerini anlamak için gereklidir. Su ölçümü, su tasarruf önlemlerinin etkinliğini ve su kullanımını belirlemek için yetkinlik kazanılmasına yardımcı olur. Ülkemizde su kaynaklarına ilişkin temel veriler akarsu ve yan kolları üzerinde belirli noktalarda kurulan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) tarafından ölçülmektedir. Su kaynağıyla ilgili bir planlama çalışması yapılmak istenildiğinde bu verilerin bazı kısımlarında önemli eksikler olmaktadır. Bunun nedenleri, ölçüm istasyonlarının güvenliğinin sağlanamaması, ölçüm noktalarının yeterli sayıda olmaması, ölçüm yapanların yeterli uzmanlığa sahip olmaması, özellikle taşkınlarda sediment ve diğer maddelerin taşınımı nedeniyle istasyonların debi ölçen mekanizmalarının arızalanması şeklinde sıralanabilir (Güce ve Bakan, 2009). Günümüzde gelişen uydu teknolojisi ve uzaktan algılama yöntemiyle birçok veri sağlıklı olarak elde edilebilmektedir (Bastiaanssen vd. 1998). Bu teknoloji kullanılarak su kaynakları doğru bir şekilde ölçülmektedir. Kurulacak bu tür bir sistemi bilgisayar bağlantılarıyla ana veri toplama merkezi altında toplayarak verilerin gerçek zamanlı olarak merkezde toplanıp değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, ülkemizin önemli havzalarından biri olan ve sulama, enerji, taşkın, ekoloji projelerinin büyük ölçüde geliştirildiği Büyük Menderes havzasında işletme aşamasındaki tesislerin istenen performans düzeylerine ulaşması, havza genel su kaynakları planlamasının hazırlanmasına temel oluşturacak doğru ve güvenli su ölçüm verilerinin sağlanması için entegre havza yönetimi bağlamında amaca yönelik olarak (sulama, taşkın, enerji) belirlenen noktalarda kurulacak su ölçüm tesislerinin coğrafi bilgi sistemi tabanlı haritalar ve uzaktan algılama yöntemleriyle istenen zamanlarda ölçümlerinin yapılması ve ilgili merkeze iletilmesiyle ölçüm verilerinin debi değerlerine dönüştürülerek bir monitör üzerine aktaracak bir sistemin kurulabilmesi olanakları araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Büyük Menderes havzası Türkiye'nin güney batısında 37°6'-38°55' kuzey enlemleri ile 27° 30'36' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Türkiye yüzölçümünün %3,2'sini oluşturan havzanın sınırları, Aydın, Uşak, Denizli, Muğla, Afyon illerini kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Büyük Menderes Nehir Havzası ve Türkiye'deki konumu

Büyük Menderes nehri Dinar-Suçikan yakınlarındaki kalker oluşumlarından kaynaklar halinde doğar ve batıya doğru akıp Ege Denizi'ne ulaşmadan önce İzmir'in 115 km güneyinde bulunan Büyük Menderes Deltası'nda 584 km yol kat ederek Türkiye'nin güneybatısında 24873 km<sup>2</sup>'lik alanı drene eder. Nehrin akış güzergâhı boyunca birçok menderes bulunmaktadır. Nehrin ana kolları Akçay, Banaz, Çürüksu ve Çine çayından oluşmaktadır. Küçük kolların çoğu yaz döneminde kurumaktadır. Büyük Menderes nehri, Işıklı Gölü, Bafa Gölü ve Büyük Menderes Nehri deltası gibi sulak alanları kapsayan önemli bir nehir sistemidir. Ayrıca, biyolojik çeşitlilik açısından da çok önemli bir nehir havzasıdır. Havzanın uzun yıllar ortalama yağış miktarı 650 mm olup, yağışların %70 den fazlası kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Nehrin ortalama debisi 110 m<sup>3</sup>/s'dir. Havza arazi varlığının, %44'ü tarım, %33'ü yarı doğal alanlar, %20'si ormancılık, %2'si kırsal ve kentsel alanlar ve %1'i yüzey sularının depolandığı alanlardan oluşmaktadır (DSI, 1994). Büyük Menderes nehrinin yıllık su potansiyeli 3 milyar 30 milyon m<sup>3</sup> olup, bu miktarın 2,7 milyar m<sup>3</sup>'ü (%90) havzada inşa edilen depolama tesisleri (Baraj ve Gölet) tarafından kontrol edilmektedir. Büyük Menderes havzasında bulunan en önemli depolama tesisleri; Işıklı gölü, Adıgüzel, Cindere, Gökpinar, Kemer, Çine, İkizdere, Yenidere, Topçam ve Karpuzlu barajlarıdır. Ayrıca, Bafa gölüne su sağlanması ve su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla ekoloji projesi geliştirilmiştir. Havza su kaynaklarının yaklaşık %90'ını tarım, kalanı içme ve kullanma, turizm, endüstri ve ekoloji alanlarında kullanılmaktadır. Büyük Menderes havzasında yer alan sulama şebekelerine ilişkin proje sulama alanı, sulama şebekesinin tipi, su sağlama biçimi, su alma yapısı, işletmeye açıldığı tarihi belirten bilgiler Tablo 1' de verilmiştir (DSİ 1997- 2015). Büyük Menderes havzasında 14 adet Hidroelektrik Santral (HES) inşa edilerek işletmeye açılmıştır. Tablo 2 de işletmeye açılan HES' lerin isimleri, inşa edildiği şehir, işletmeye açılış tarihi, HES tipi ve HES' in inşa edildiği tesis, toplam kurulum gücü (MW), proje üretim değerleri (GWhyıl-1) ve 2015 yılı üretim değerleri (GWhyıl-1) verilmiştir (DSI 2015).

Tablo 1 Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinin karakteristikleri (DSİ 1997-2015)

	Sulamamın İsmi	İşletmeye Açıldığı Yıl	Sulama Alanı (ha.)		Sulama Şebekesinin Tipi			Su Temin Şekli		Su Alma Yapısı
			Brüt	Net	Klasik	Kanalet	Borulu	Cazibe	Pompaj	
Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekeleri	Pamukkale	1946	10.556	8.593	Klasik				Pompaj	Pompa İst.
	Sarayköy	1961	10.582	8.245	Klasik			Cazibe		Regülatör
	Nazilli	1943	18.485	15.000	Klasik	Kanalet		Cazibe		Regülatör
	Sultanhisar	1998	7.360	4.740	Klasik		Borulu	Cazibe		Regülatör
	Akçay	1965	18.493	14.900	Klasik	Kanalet		Cazibe		Regülatör
	Aydın	1991	18.500	16.500	Klasik	Kanalet		Cazibe	Pompaj	Regülatör
	Söke	1981	29.135	26.000	Klasik			Cazibe		Regülatör
	Topçam	1985	4.980	4.300	Klasik	Kanalet		Cazibe	Pompaj	Baraj+pompa
	Karpuzlu	1998	3.600	2.800	Klasik		Borulu	Cazibe		Baraj
	Çürüksu	1986	12.250	9.212	Klasik	Kanalet		Cazibe		Regülatör
	İrgilli	1964	5.410	2.900	Klasik			Cazibe		Regülatör
	Sütlaç	1996	3.000	2.880	Klasik			Cazibe	Pompaj	Regülatör
	Baklan	1991	47.400	42.421	Klasik	Kanalet	Borulu		Pompaj	Pompa İst.
	Gümüşsu	1992	2.200	1.600	Klasik				Pompaj	Pompa İst.
	Çal	1996	1.840	1.730	Klasik	Kanalet		Cazibe		Regülatör
İşıklı	1965	2.700	1.660	Klasik			Cazibe		Regülatör	

Tablo 2. Büyük Menderes havzasında işletmeye açılan HES'ler (DSİ 2015)

Hidroelektrik Santralin İsmi	Şehir	İşletmeye Açıldığı Yıl	Hidroelektrik Santralin İnşa Edildiği Tesis	Toplam Kurulu Güç (MW)	Proje Üretim Değeri (GW h/yıl)	2015 Yılı Üretimi (GW h/yıl)
Feslek HES	Aydın	2004	Nazilli Sağ Sahil Sulama Kanalı	8.84	41.00	18.56
Başaran HES	Aydın	2006	Nazilli Sol Sahil Sulama Kanalı	0.60	4.27	0.91
Akçay HES	Aydın	2009	Akçay Sulaması Ana Kanalı	28.78	94.88	78.46
Sırma HES	Aydın	2009	Akçay Sulaması Ana Kanalı	5.88	23.20	20.23
Kemer HES	Aydın	1958	Akçay Nehri üzeri Kemer Barajı Etek Santrali	48.00	143.00	122.21
Cindere HES	Denizli	2008	Büyük Menderes Nehri üzeri Cindere Barajı Etek Santrali	28.50	88.10	53.31
Adıgüzel HES	Denizli	1990	Büyük Menderes Nehri Adıgüzel Barajı Etek Santrali	62.00	280.00	128.53
Çal HES	Denizli	2001	Çal Sulaması Ana Kanalı	2.20	11.75	12.90
Bereket I-II HES	Denizli	1998	Çürüksu Sağ Sahil Kanalı	3.15	12.00	13.05
Dodurgalar I - II HES	Denizli	2004	Dodurgalar I-II HES Dağıtım Kanalı	4.14	12.00	11.66
Ege HES I	Denizli	2009	Çürüksu Sol Sahil Kanalı	0.92	4.38	3.11
Bekilli HES	Denizli	1954	Çal Sulaması Ana Kanalı	0.33	0.40	0.33

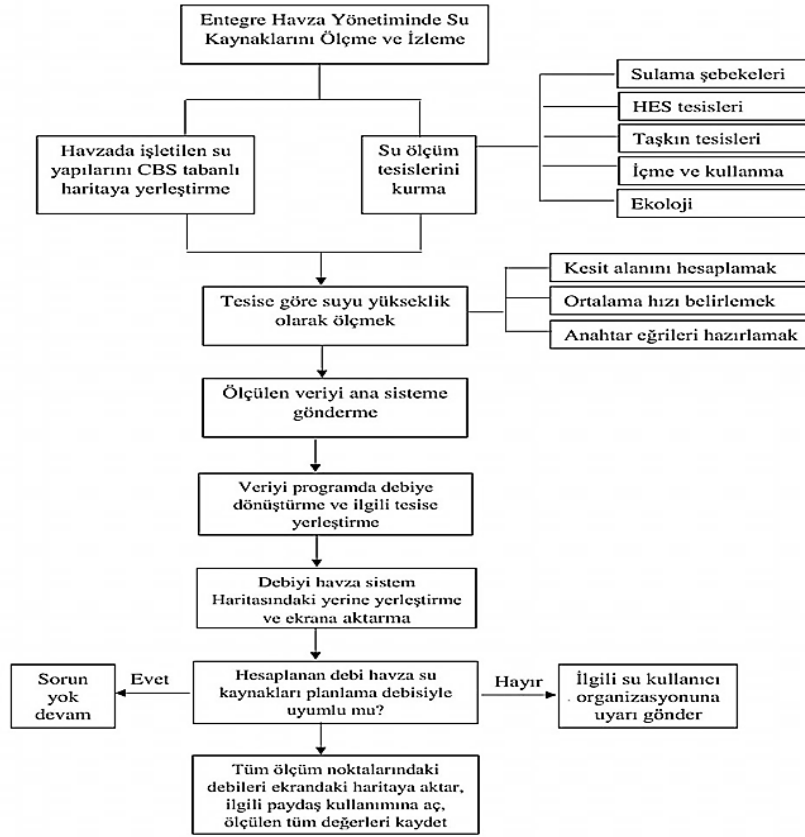
## 2.2 Metot

Bu çalışmada, havzalarda inşa edilerek işletmeye açılan ya da yeni inşa edilecek sulama, enerji, taşkın, içme-kullanma ve ekoloji amaçlı su yapıları için gerekli verileri yüksek doğrulukta elde edebilecek bir yöntemin sunulması amaçlanmıştır. Bu yöntem, ilerleyen süreçlerde su yapılarının işletmesinde önemli bir veri olan su ölçüm değerlerinin gerçek zamanlı belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Entegre havza yönetim kapsamında işletilmesi planlanan tesislerin işletme performanslarının hesaplanması ve yeni inşa edilecek tesisler için sağlam ve doğru verilerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistemde, öncelikle havzada belirli bir amaç ile tesis edilmiş su yapıları (baraj, gölet, sulama-drenaj kanalları, HES tesisleri, içme-kullanma tesisleri, ekoloji) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla hazırlanan haritalar üzerine mevcut konumlarına göre yerleştirilecektir. Daha sonra tüm tesislerde su ölçüm yapısının inşa edileceği ve kurulacağı ölçüm tesislerinin tipi ve yeri belirlenecektir. Kurulacak ölçüm

tesislerinin yerleştirildiği noktalarda kanal kesitlerinin alanları ve ortalama hızları hesaplanacaktır. Ölçüm noktalarında su yüksekliği olarak ölçülen değerler hazırlanacak bilgisayar programına iletilecek ve program yardımıyla ölçülen yükseklik değeri, kesit alanı ve ortalama hız dikkate alınarak anahtar eğriler belirlenecek ve debi değerine (Q, m<sup>3</sup>/s) dönüştürülecektir. Hesaplanan bu değer tüm havza tesislerinin işlendiği harita üzerinde farklı bir renkte görülecektir. Bulunan debi değeri havza su kaynakları planlama programı, diğer söylem ile su tahsis programı ile uyumlu ise mavi yanacak, planlama değerini aşarsa kırmızı olarak yanıp, sönerek uyarı verecektir. Bu durumda, tahsisi aşan Su Kullanıcı Organizasyon/Enerji Şirketi uyarılarak sisteme aldığı suyun havza tahsis değerine indirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca, havza sistemindeki tüm su yapıları ve yapılara bağlı ölçüm noktalarındaki değerler bir monitöre aktarılarak tüm sektör kullanıcıların havzada su kullanımını izlemesi sağlanacaktır.

Ayrıca bu sistem ile taşkın sürecinde; taşkın yayılım alanlarının belirlenmesi, taşkın oluşum bölgelerinin belirlenmesi ve taşkın yönetiminin yapılabilmesi için, ana nehir kolu üzerindeki taşkın amaçlı ölçüm noktalarından, nehir yatağına boşalan önemli yan kollardan ve yerleşim yerlerinden geçen su-yollarından ölçüm verileri elde edilebilecektir. Hidroelektrik enerji yönetiminde; enerji tesislerine tahsis edilen su miktarlarının ölçülmesi ve kayıt altına alınabilmesi için, nehir HES'i yaklaşım kanalı girişi, baraj HES'i kuyruk suyu kanalı, kanal HES'i su giriş çıkışı ve nehir HES'i nehir yatağından ölçüm verileri elde edilecektir. Ekoloji sisteminde, ekoloji projelerine su sağlamak, ekoloji alanlarına su takviyesi yapabilmek ve ekolojik yaşamı sürdürürebilmek için, ekoloji projelerinin giriş kanalının ve nehir HES'i yatak can suyunun

ölçüm verileri elde edilecektir. Depolama tesislerinde; baraj, gölet gibi depolama tesislerinin doluluk oranlarını belirleme ve taşkınların ötelenmesinde, baraj gölet rezervuarlarından kot ölçümünün yapılması gerekmektedir. Entegre havza yönetiminin başarıya ulaştırılması için havza sulama şebekeleri ve diğer su yapılarında doğru su ölçümü yapabilecek bir sistem oluşturulmalıdır. Bu yöntemin oluşturulmasındaki düşünce aşamaları akış şeması olarak Şekil 2'de verilmektedir. Su kaynaklarının etkin yönetimi ulusal standartlar ile uyumlu doğrudan zamanlı ölçüm ve daha fazla doğru bilgiyi gerekli kılmaktadır. Ayrıca, programda kullanılan kesit alanları ve ortalama hızlar her yıl ölçülerek güncellenmeli ve sisteme girilmelidir.



Şekil 2. Yöntemin oluşturulmasında düşünülen aşamaları gösteren akış şeması

### 3. Araştırma Bulguları

Ülkemizde mevcut su ölçüm sistemlerinin otomasyona uygun olmaması, verilerin çeşitli modellerde kullanımı için bilgisayara tek tek girilmesi gibi dezavantajlarının yanında insan faktöründen gelebilecek hatalarında yüksek olması çalışmada önerilen daha teknolojik ölçüm yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Havzada gerçekleştirilmesi öngörülen sistemin ana unsuru olan ölçüm tesislerinin kurulacağı noktalar belirlenmiştir (Şekil 3). Büyük Menderes

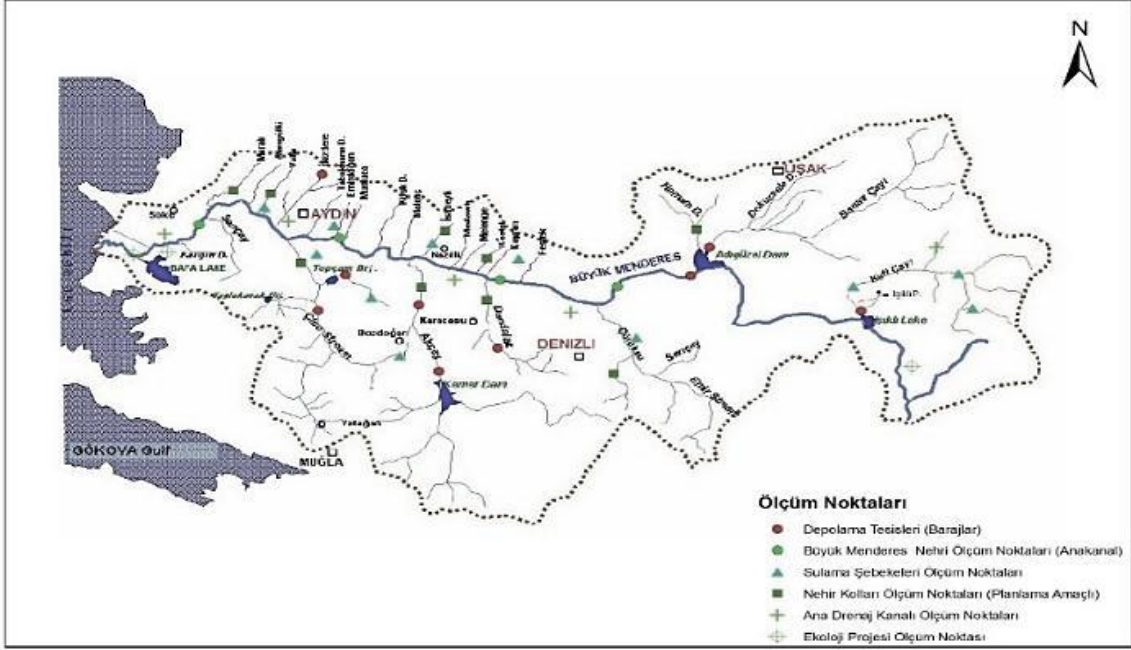
Havzasının entegre yönetiminde sulama şebekeleri, taşkın süreci, enerji yönetimi, ekoloji sistemi, depolama tesisleri ve veri sağlama gibi birçok unsur önemli rol oynamaktadır. Bu unsurların en doğru şekilde değerlendirilebilmesi için öncelikle havzanın su kaynaklarının en az hatayla ölçülebilmesi gerekmektedir. İncelenen havzada, su ölçüm tesisleri, sulama şebekelerine ait ana kanalların girişi, ana drenaj kanalları çıkışı, enerji tesislerinin giriş kanalı ve kuyruk suyu kanallarına, Bafa gölü ekoloji projesine su sağlayan yapının girişine, taşkın amacıyla Büyük Menderes nehir yatağı ve önemli yan kolları



ile depolama tesislerine inşa edilmelidir. Uzaktan algılama teknolojisi arazi ve insan faktöründen gelebilecek hataları en aza indirebilir. Bu tip bir sistemin kurulması doğru ölçümün yanında sistemde sürekliliği de sağlar. Bu yöntemin araziye uygulanması için gerekli etüt, planlama ve mantık silsilesi bir akış şeması haline getirilmelidir. Ayrıca, kurulması düşünülen bu sistemin planlanmasından, inşaatına ve işletme aşamalarında farklı mühendislik disiplinleri (Bilgisayar, Elektrik-elektronik, İnşaat, Meteoroloji, Ziraat, Makine) birlikte çalışmalıdır. Bu sistemin uygulamaya geçmesi su kaynaklarının etkin ölçümü, su yönetiminin performansını değerlendirme, su kaynaklarının gelecekteki trendlerin belirlenmesine, paydaşların kendilerine tahsis edilen suları nasıl kullandığı gibi konularda çok önemli katkılar verecektir.

Bu çalışma ile sulama sistemlerinde, havza genel sulama planlamasına uygunluk denetiminin yapılması, sulama suyunun etkin kullanılıp, kullanılmadığı açısından drenaj kanallarına dönen suların tespit edilmesi ve sulama performanslarının belirlenmesi için depolama tesislerinin çıkış noktalarında, ana nehir yatağı üzerindeki istasyon noktalarında, sulama şebekeleri isale veya ana kanal girişinde, ana drenaj kanalı

sonundan ölçüm verileri elde edilmelidir (Koç 2011, 2015). Ayrıca, taşkın sürecinde, taşkın yayılım alanının belirlenmesi, taşkın oluşum bölgesinin belirlenmesi ve taşkın yönetiminin yapılabilmesi için ana nehir kolu üzerinde taşkın amaçlı ölçüm noktalarından, ana nehir yatağına mansaplanan önemli yan kollardan ve yerleşim yerlerinden geçen suyollarından ölçüm verileri elde edilecektir. Enerji yönetiminde, enerji tesislerine tahsis edilen su miktarlarının ölçülmesi ve kayıt altına alınabilmesi için, nehir HES'i yaklaşım kanalı girişi, baraj HES'i için kuyruk suyu kanalı, kanal HES'i giriş çıkışı ve nehir HES'i nehir yatağından sağlıklı ve gerçek zamanlı ölçüm verileri ile gerekli üretim planları yapılacaktır (Koç, 2012, 2017). Depolama tesislerinde, baraj, gölet gibi depolama tesislerinin doluluk oranlarının belirlenmesinde ve taşkınların ötelenmesi amaçlarına yönelik, baraj gölet rezervuarlarından kot ölçümünün yapılması gerekmektedir. Son olarak veri sağlama aşamasında havza master planına göre belirlenen noktalardan veri sağlama ve yeni projelere veri toplamak için proje geliştirilecek suyollarından, nehir yan kollardan ve nehir üzerinde belirlenen ölçüm noktalarından ölçümlerin yapılması gerekmektedir.



Şekil 3. Kurulması düşünülen modern yöntemle ölçülmesi planlanan noktalar

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Belirlenen tüm ölçüm verilerinin kurulacak modern ve teknolojik bir yöntem ile su yüksekliği olarak ölçülmesi mümkündür. Ham veri olan su yüksekliği değeri bilgisayar yazılımı ile işlenebilir hale gelecektir. Bu aşamada, ölçüm noktalarında kesit alanı, ortalama hızı belirleme, anahtar eğri hazırlama ve her yıl verilerin güncellenmesi kullanılacak yazılım sayesinde yapılır. Ölçüm noktalarında verilen su yüksekliği değerinin debiye (Q) bilgisayar programı yazılımıyla çevrilmesi sağlanır. Ayrıca ölçüm noktalarında istenen verileri istenen zamanlarda monitöre aktarılması sağlanarak verilerin güncel ve sürekli olarak izlenmesi sağlanabilir. Entegre havza yönetiminin gerekliliği olarak bu

verilerin havzadaki tüm su kullanıcılarıyla (paydaşlarıyla) aynı monitörden izleme olanağının verilmesi hedeflenmektedir. Bu durum, havza paydaşları arasında oto kontrolün sağlanmasına olanak verecektir. Bu sistemin kurulması mevcut durumda ütopyik olarak görülebilir, ancak tüm yenilikler bir zamanlar ütopyik olan fikirlerin geliştirilmesi sonucu ortaya çıktığı da göz ardı edilmemelidir. Bu bağlamda, bu yöntemi gerçekleştirmeye karar vermek ve planlama yapmak ve ne istediğini ortaya koymak sistemin uygulamaya geçilmesi konusunda yol kat ettiğimizi anlamına gelmektedir. Ayrıca, havzada pilot bir alanda bu projeyi uygulamak için çeşitli ulusal ve uluslararası projeler hazırlanmalı ve teklif edilmelidir. Özellikle, son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alındığında, su kaynağının

düzenli, doğru ve anlık olarak istenen zamanlarda ölçülmesine ve havzada suyun hareketinin izlenmesine önemli katkılar sunacak bu yöntemin geliştirilmesi daha fazla ilgi uyandıracaktır.

## **Kaynaklar**

Algancı U., Coşkun G. H., Eriş E., Ağırlioğlu N., Cıgızoğlu K., Yılmaz L., Toprak F. Z., 2009., Akım Ölçümleri Olmayan Akarsu Havzalarında Hidroelektrik Potansiyelin Belirlenmesine Yönelik Uzaktan Algılama ve CBS ile Hidrolojik Modelleme, 12. Türkiye Bilimsel Harita ve Teknik Kurultayı Özet Kitabı, 144-145, 11-15 Mayıs, Ankara.

Batur E., Maktav D., 2012., Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Meriç Nehri Örneği, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 5, Sayı 3 (47-54).

Bastiaanssen, M. G. W., 1998., Remote Sensing in water resources management: The state of the art, International Water Management Institute, ISBN: 92-9090-363-5., Colombo, Sri Lanka.

DSI, 1994. Büyük Menderes Havzası I. Merhale Planlama Raporu. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı. DSI Genel Müdürlüğü, XXI. Bölge Müdürlüğü, Aydın, 235s.

DSI, 1997-2015. DSI tarafından işletilen ve Çeşitli Kuruluşlara devredilen Sulama Şebekeleri Genel Sulama Planlama Raporları, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. 200 s.

DSI, 2015. İşletmeye Açılmış Hidroelektrik Santraller Faaliyet Raporları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. 70 s.

Feyera A. Hirpa, Thomas M. Hopson, Tom De Groeve, G. Robert Brakenridge, Mekonnen Gebremichael, Pedro J. Restrepo., 2013, Upstream satellite remote sensing for river discharge forecasting: Application to major rivers in South Asia, Remote Sensing of Environment 131 (2013) 140–151.

Güce H., Bakan G., 2009, Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Açısından Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir.

Harmancıoğlu B. N., Gül A., Fıstıkoğlu O., 2002., Entegre Su Kaynakları Yönetimi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 419-2002/3.

Kernel, G.R., 1999., Stream-flow Measurements, Basin Characteristics, and Stream flow Statistics for Low-Flow Partial-Record Stations Operated in Massachusetts from 1989 Through 1996. USGS Water-Resources Investigations Report 99-4006, Northborough, Massachusetts p.168

Koç, C., 2011. A Study on Construction Costs per Unit Area of Irrigation Schemes. Irrigation and Drainage Systems, ISSN 0168–6291, Volume 25, Issue 4, pp 255-263.

Koç, C., 2012. Problems and Solutions Related to Hydroelectric Power Plants Constructed on the Buyuk Menderes and the West Mediterranean Basin. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. ISSN: 1556–7036. Volume 34, Issue 15, 1416-1425,

Koç, C. 2015. A study on the role and importance of irrigation management in integrated river basin management. Environmental Monitoring and Assessment Volume 187, Issue 8, 488, 1-20

Koç, C. 2017. A Study on Importance and Role of Irrigation and Hydropower Plant Operation in Integrated River Basin Management. Computational Water, Energy, and Environmental Engineering Volume 6, 1-10

Sert M., Yenigün K., 1996, GAP Su Kaynakları Planlama ve Yönetim Sisteminde Uzaktan Algılama Teknolojisinin Kullanılması, Harran Üniversitesi GAP I. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı.

USDA 2001., Water Measurement Manual. A Water Resources Technical Publication. U. S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. p.317 Washington, DC 20402

Wolters W., Zevenbergen W. A., Bos G. M., 1991., Satellite Remote Sensing in Irrigation, Irrigation and Drainage Systems, 5: 307-373., Netherlands.

Yerdelen C., 2013., Susurluk Havzası Yıllık Akımlarının Trend Analizi ve Değişim Noktasının Araştırılması, DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 15, No:2, 77-87.