



## YAMULA BARAJ HAVZASINDA SU ÜRETİMİNİN ORMANCILIK SEKTÖRÜ AÇISINDAN EKONOMİK ANALİZİ

Özden GÖRÜCÜ<sup>1</sup>, Ömer EKER<sup>1,\*</sup>, Süleyman Cumhuri YALÇINKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [omereker@ksu.edu.tr](mailto:omereker@ksu.edu.tr)

Özden GÖRÜCÜ: <http://orcid.org/0000-0001-7551-1540>

Ömer EKER: <http://orcid.org/0000-0001-7997-899X>

Süleyman Cumhuri YALÇINKAYA: <http://orcid.org/0000-0001-8746-7065>

---

**Please cite this article as:** Görücü, Ö., Eker, Ö. & Yalçinkaya, S. C. (2021) Yamula baraj havzasında su üretiminin ormancılık sektörü açısından ekonomik analizi, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 23-35.

---

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 31 Ekim 2020 / Received 31 October 2020

Düzeltilmelerin gelişi 7 Aralık 2020 / Received in revised form 7 December 2020

Kabul 14 Aralık 2020 / Accepted 14 December 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2021 / Published online 30 April 2021

**ÖZET:** Ormanlar ürettikleri mal ve hizmet değeri ile topluma birçok pozitif dışsallık sağlamaktadır. Yapısı gereği sağladığı bu dışsallıkların başında oksijen üretimi ve temiz su üretimi gibi maddi değeri hesaplanmayan ve sağlanan bu hizmetler karşılığında hiçbir maliyete katlanılmadığı düşünülen ormanlardan hayati değere sahip orman ürünleri çıktısı elde edilmektedir. Bu araştırma ile önemli bir odun dışı orman ürünü olan su için gider (maliyet) metodu kullanılarak kıymet takdiri ve maliyet hesabı yapılmıştır. Çalışma alanı olan Yamula Baraj Havzası sınırları ArcGIS yazılımının ArcHydro programı kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan maliyet hesabında havzadaki su üretiminde yatırımcı kuruluşlar olan Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Devlet Su İşleri (DSİ) verileri kullanılmıştır. Araştırma bulgularında OGM tarafından su kalitesini ve miktarını artırmaya yönelik havzada yürütülen teknik, biyolojik, sosyal ve ekonomik yatırım giderlerinden kaynaklanan 2019 yılı su maliyeti 1.40 kuruş, Devlet Su İşleri için ise 2019 yılı su maliyeti 18 kuruş olarak hesaplanmıştır. Toplam birim su maliyet değerinin ise 19.40 kuruş olduğu bulunmuştur. Söz konusu maliyet değerlerinin milli muhasebe sistemine doğal kaynak ve ekosistem hizmetleri kıymet takdiri olarak dâhil edilmesi ve maliyetlerin tazmini ve geri ödenmesi ile ekosistemlerin rehabilitasyonu ve restorasyonunun fonlanmasının sağlanmasına da katkı sağlaması ve doğa dostu Yeşil Ekonomi(Doğal kaynaklara dayalı ekonomi) modelinin gelişmesine öncülük edecektir.

**Anahtar kelimeler:** Ekosistem hizmetlerinin kıymet takdiri, Gider metodu, Dışsallıklar, Yeşil ekonomi, Su.

## AN ECONOMIC ANALYSIS OF THE WATER PRODUCTION FROM THE POINT OF FORESTRY SECTOR IN THE YAMULA DAM WATERSHED

**ABSTRACT:** Forests provide many positive externalities to the society with the value of goods and services they produce. At the beginning of these externalities that are provided due to its structure, are the outputs of forest products with vital values such as oxygen and clean water production that are not calculated and considered to bear any costs in return for these services. With this study, valuation and cost calculations were accomplished by using the expense (cost) method for water, which is an important non-wood forest product. The watershed boundaries at the study area were determined by using the ArcHydro program of ArcGIS software. In the cost calculation for Yamula Dam Watershed in Kayseri province, the data of the investor organizations, General Directorate of Forestry(GDF) and State Hydraulic Works(SHW), were used. The water cost for 2019, arising from the technical, biological, social and economic investment expenses carried out by GDF in the basin to increase the quality and quantity of water, was calculated as 1.40 kurus and 18 kurus for the SHW for 2019. The total unit water cost value was found to be 19.40 kurus for 2019. It is believed that the inclusion of the mentioned cost values in the national accounting system as the valuation of natural resources and ecosystem services and contribution to the financing of the rehabilitation and restoration of ecosystems with the compensation and reimbursement of costs will lead the development of the nature-friendly Green Economy (economy based on natural resources) model.

**Keywords:** Valuation of ecosystem services, Cost method, Externalities, Green economy, Water.

## GİRİŞ

1800'lü yıllarda sanayi devrimiyle başlayan ve insan nüfusunun artmasıyla hızlanan küresel iklim değişikliği en çok su kaynakları üzerinde olumsuz etkilerde bulunmaktadır(Eker, 2018; Baulenas ve Sotirov, 2020). Su kaynaklarının Dünya üzerindeki dağılımı incelendiğinde ormanlık alanların yoğun olduğu bölgelerde içilebilir tatlı su kaynaklarının daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Bu kaynakların yoğun olduğu bölgelerde nüfus oranının düşük olması ve nüfusun yüksek olduğu bölgelerde içilebilir suyun az bulunması nedeniyle tatlı su kıt kaynak olarak değerlendirilmektedir. Bu durum suyu kıt bir kaynak yapmakta ve ülkeler üzerinde su stresini oluşturmaktadır.

Falkenmark (1989), yılda kişi başına düşen su arzına göre ülkeleri sınıflandırmaktadır. Falkenmark'a göre, yılda kişi başına 2.000 m<sup>3</sup> ile 1.000 m<sup>3</sup> arasında su arzına sahip ülkeler su stresi içinde, yılda kişi başına 1.000 m<sup>3</sup>'ten daha az su arzına sahip ülkeler ise su kıtlığı içinde sayılmaktadırlar. Su kıtlığı içinde olan ülkeler, gıda üretiminde, ekonomik kalkınmada, politik istikrarda, kamu sağlığında ve doğal çevrelerini korumada tehlikelerle karşılaşma eşiğindedirler (Pamukçu, 2000; Eker, 2005).

Her ne kadar ülkemizde kişi başına düşen su miktarı yılda 1450 m<sup>3</sup> olsa da bölgeler arasında bu fark çok fazladır. Nüfusun yığıldığı batı bölgelerinde özellikle Marmara Bölgesi'nde bu rakam 350 m<sup>3</sup> ün altına inmektedir. Nüfus hareketleri/göçler dikkate alındığında, bazı bölgelerimizde su gerilimlerinin kendisini daha fazla hissettireceği açıkça görülmektedir. (TMMOB, 2009)

Orman ekosistemlerinin önemli bir çıktısı olan su ve diğer orman ekosistem hizmetlerine yönelik bilimsel çalışmalar özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru hız kazanmıştır. Ruitenbeek ve ark. (1999) Jamaika - Montego Körfezi'nde üretim fonksiyonu yaklaşımı kapsamında rekreasyon-turizm, balıkçılık ve kıyı alanlarının korunmasına yönelik bazı sayısal değer belirleme teknikleri kullanarak, Net Bugünkü Değer uygulamalarında turizm ve rekreasyonun değerini 315 milyon \$, balıkçılığın değerini 1.31 milyon \$ ve bir ekosistem hizmeti olarak kıyı alanlarının korunmasının sağladığı ekonomik değeri de 65 milyon \$ olarak hesaplamışlardır.

Yaron (2001) Kamerun'un tropikal ormanlarında yaptığı bir araştırmada orman varlığının ekosistem hizmetlerini desteklediğini vurgulayarak, ormanların sel kontrolünün ekonomik değerlemesinde bulunmuştur. Araştırma sonucunda, tropik ormanların bölgeyi sel felaketlerine karşı koruması yılda hektar başına 24\$'lık bir değer yaratmaktadır.

Kaiser ve Roumasset (2002)'in Havai'nin 40.000 hektarlık Ko'oyalı Su Havzası'nın dolaylı kullanım faydaları üzerine yaptıkları bir araştırma, su havzasının yaklaşık 1,42 ile 2,63 milyar \$'lık ekonomik fayda oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır.

Van Beukering ve ark.(2003)'nin Endonezya'nın Leuser Ekosistemi'nde yaklaşık 25000 km<sup>2</sup> tropikal orman alanında gerçekleştirdikleri araştırmada net bugünkü değer yöntemi kullanılarak söz konusu alanda 2.42 milyar \$'lık bir ekonomik değer oluştuğunun altı çizilmektedir.

Horton ve ark. (2003) koşullu değer belirleme metodu kapsamında İtalyan ve İngiliz hane halklarının Amazon Ormanları'na biçtikleri değeri ödeme gönüllülüğü kapsamında ele almışlardır. Araştırmanın sonucu, katılımcıların korunan alan statüsündeki Amazon Ormanları'nın varlığının devam etmesi yönünde olup, bunun için yılda hektar başına ortalama 46\$'lık bir ödeme gönüllülüğü tespit edilmiştir.

Eker, Ö. (2005) de, suyun maliyetinin hesaplanması ve kıymet takdirine ilişkin 'Ormanların Su Üretim İşlevinin Ekonomik Analizi' başlıklı doktora tezi kapsamında Darlık Havzası'nı ele alarak, suyun ekonomik değerini ormancılık perspektifinde ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre Darlık Havzasında üretilen 1m<sup>3</sup> suyun birim maliyeti 2005 yılı fiyatlarıyla 382.011 TL olup Ormancılık Sektörünün su üretimindeki payı %9, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)'nin ise %91 olarak tespit edilmiştir.

Hao, C.L. ve Ark. (2013), Çin'in kuzeyindeki Luan Nehir Havzasında suyun ekosistem hizmetinin ekonomik değerini 778,32×10<sup>8</sup>Yuan (yaklaşık olarak 89,4 milyar TL) olarak tahmin ederek, bu değerın %5,89'unun suyun doğrudan ekosistem değerini, %94,11'inin ise suyun dolaylı ekosistem değerini yansıttığını saptamışlardır. Araştırma kapsamında suyun ekosistem hizmetlerinin indikatörleri olarak meyve, kereste, balıkçılık ürünleri, tatlı su temini, hidro-enerji ve rekreasyon kullanılmıştır.

Görücü, Ö. (2011), ormancılık faaliyetleri ve su üretimi arasındaki ilişkileri ortaya koyarak, ekosistem hizmetlerinden biri olan suyun maliyetlendirilmesi ve kıymet takdirine ilişkin metodolojilerden bahisle dışsallıkların içselleştirilmesi yaklaşımının vaka çalışmaları ile geliştirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Tolunay,A ve Başsüllü,Ç. (2015), Türkiye'de ormanların yutak alan olarak karbon emisyonlarının azaltılması üzerine etkileri ve ödeme gönüllülüğü metodolojisi yardımıyla

ekonomik boyutlarının ve ekosistem fayda düzeylerinin ortaya konulması açısından anlamlı ve özgün sonuçlar ortaya koymuşlardır.

Görücü, Ö. (2017), araştırmasında ormanların sağladığı düzenleyici, destekleyici, kültürel ve sosyoekonomik ekosistem hizmetlerinin öneminden bahsederek, doğrusal kombinasyon tekniği ve analitik hiyerarşi metodu kapsamında ormanların su üretimi, odun üretimi, rekreasyon-ekoturizm ve karbon depolama hizmetleri arasında ağırlıklandırma ve skorlama ölçütlerini kullanmış ve söz konusu üretim ve hizmet fonksiyonlarına yönelik kıyaslamalı sayısal değerlendirmelerde bulunmuştur.

Bu araştırmanın Türkiye'deki su havzaları kapsamında tatlı suyun muhasebeleştirilmesine katkı sağlayarak, ormanlardan elde edilen ekosistem hizmet ödemelerine ait darboğazların aşılması konusunda yardımcı olacağı düşünülmektedir.

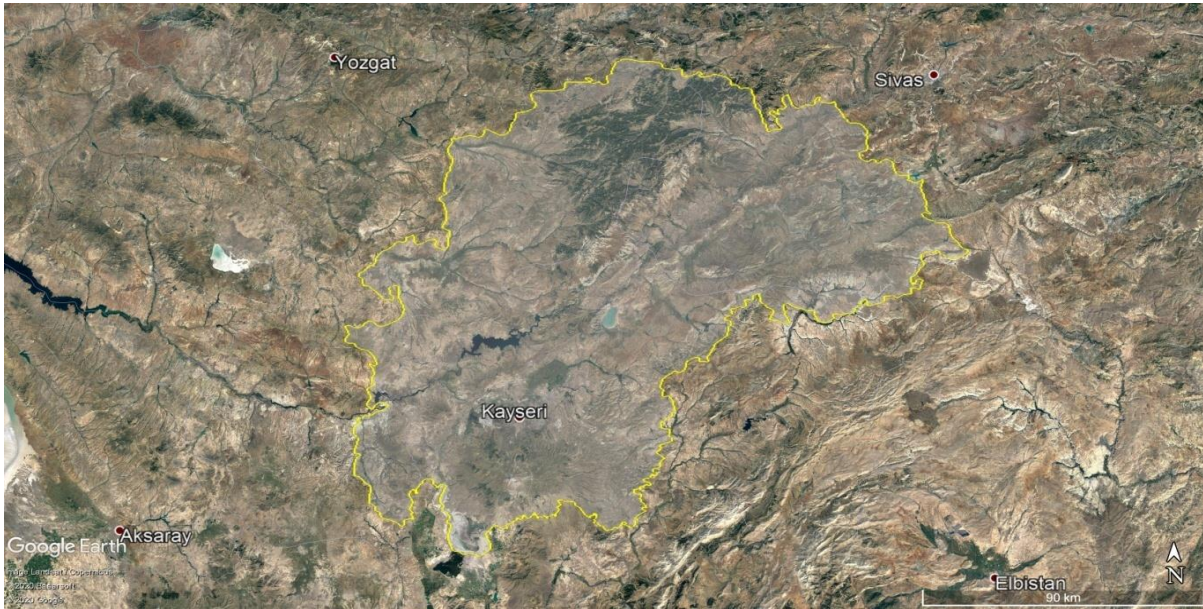
### ARAŞTIRMA ALANI

Çalışma alanı olarak seçilen Yamula Baraj Havzası Kayseri ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kayseri ili, Türkiye'de içme suyunun tamamının yeraltı suyundan (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri ili, 600.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 9-12° Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki tek örnek bir şehir durumundadır. Bu durumun, kentin yakın çevresinde çok geniş bir yayılıma sahip olan volkanik kökenli Erciyes Dağı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kentin içme ve kullanma suyu Erciyes Dağı'nın ovaya yakın eteğinden tek noktadan çıkan, 150 – 350 lt/sn debili bir kaynak suyu ile (Beştepeler Kaynağı) yine Erciyes'ten (aynı bölgeden) beslenen ve kentin üzerinde kurulmuş olduğu ovada açılmış 50 dolayında sondaj kuyularından alınan suların sağlanmaktadır. 2004 yılı verilerine göre şebekeye yılda toplam 45.357.292 metreküp su verilmiş, bu amaçla kullanılan enerji ise yılda toplam 22.594.056.-kWh olmuştur. Buna göre birim maliyet 0.498 kWh/m<sup>3</sup> olmuştur. Bununla birlikte, mevcut kaynak ve kuyuların tamamı günümüzde kent yerleşim alanı içerisinde kalmış durumdadır. Ayrıca kentin 1997 yılına kadar olan katı atıkları, kent merkezine yakın iki ayrı bölgede 10 - 15 yıl sürelerle depolanmış durumdadır. Günümüzde kentin katı atıkları kent yerleşiminin 15 km kadar dışında düzenli depolama şeklinde toplanırken, altyapı kanalizasyon sistemi de tamamlanmış olup, toplanan atık sular şehrin 10 km kadar batısında kurulmuş "İleri Arıtma" sistemine sahip bir tesiste arıtıldıktan sonra Kızılırmak'a verilmektedir (Değirmenci vd., 2015).

Kentin içme ve kullanma suyunun alındığı akifer sistemi, genel anlamda "çatlaklı kaya akiferi" türündedir. Bölgedeki gözlenen kayaç türleri bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeraları şeklindedir. Söz konusu kayaç türlerinden herhangi birinin çok geniş alanlarda devamlılığını görebilmek zordur. Kent içme ve kullanma sularının alındığı bölgedeki akifer sisteminin beslenmesi çoğunlukla Erciyes Dağı'nın yüksek kotları olduğu için su alınan akiferler genelde "basınçlı akifer" sistemi şeklindedir. Basınçlı akifer kırık ve çatlaklı bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeralarından oluşurken örtü niteliğindeki kayaçlar genelde masif veya az kırık ve çatlaklı bazaltlardan oluşmaktadır. Akifer sisteminin beslenme alanının çok geniş ve özellikle çoğunlukla kar erimeleri şeklinde beslenme özelliğine sahip olması nedeniyle akifer verimleri yüksektir (Değirmenci vd., 2015).

Yamula Baraj Havzası Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri 12. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalmaktadır ve yönetimi bu iki kurum tarafından

gerçekleştirilmektedir. Yamula Barajı, Kızılırmak Nehri üzerinde olup 1998 yılında inşa edilmeye başlanmış, 2003 yılında su tutmaya başlamış ve 2005 yılında ise kullanıma açılmıştır. Barajın yapılış amacı sulama, enerji ve taşkın kontrolü olarak planlanmıştır. Rezervuar alanı 85.3 km<sup>2</sup>'dir. DSİ verilerine göre toplam rezervuar hacmi 3476 hm<sup>3</sup>, aktif hacmi ise 2025 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Barajda normal su seviyesi 1100 m'dir. Enerji üretimi için kurulu gücü 2x50MW kapasitelidir. Yıllık enerji üretimi ise 443 GWh'dir. Sulamaya açılacak alan ise 118.170 ha olarak planlanmıştır. Havza sınırları belirlenirken Yamula Barajı'ndaki su miktarını ve kalitesini artırmaya yönelik OGM tarafından yapılan ağaçlandırma alanları dikkate alınarak ArcGis yardımıyla 1.781.098 hektarlık bir havza çalışma alanı olarak değerlendirilmiştir. Yamula Baraj Havzası'nın ArcGis ortamında üretilen havza sınırlarını gösteren haritası Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Yamula Baraj Havzası Sınırı ve Çevresi

## MATERYAL VE YÖNTEM

Yüksek lisans tez çalışmasından elde edilen bu makale kapsamında ele alınan Yamula Baraj Havzası için OGM ve DSİ gibi kurumların yaptığı yatırımlar tek bir yıl ile sınırlı olmadığı için yapılan bu yatırımların günümüz değerini hesaplama zorunluluğu doğmaktadır.

Su üretimi için havzalarda yapılan yatırımlar uzun dönemli yatırımlar olduğu için yıllar itibariyle maliyetleri karşılaştırmak güç olmaktadır. Bu bağlamda paranın zaman değeri formülü ( $V_n = V_0 \cdot 1,0p^n$ ) ile uzun yıllara yayılan maliyetleri tek bir yıla indirgeyerek (iskonto ederek) veya geleceğe götürerek (iblağ ederek) yapılan maliyetlerin kıyaslanması ve işleme alınması sağlanmaktadır.

Bugünkü bir miktar paranın ( $v_0$ ), belli bir faiz yüzdesiyle ( $p$ ) ve bileşik faiz esasıyla  $n$  yıl sonraki değeri matematiksel ilişki sonucu  $V_n$  kadar olmaktadır. Formülde belirlenen faiz oranı paranın gelecekteki değerini belirleyen önemli bir faktör konumundadır. Kısa vadeli yatırımlar için bu oran %10-15 gibi yüksek seçilirken, uzun vadeli yatırımlar olan yol yapımı, köprü yapımı, baraj yapımı ve ağaçlandırma yatırımları gibi yatırımlarda %2-3 gibi daha

düşük faiz oranları belirlenmektedir. Bu çalışma kapsamında faiz oranı %3 ile başlatılıp %10'a kadar ayrı ayrı hesaplanmış ve iblağ edilmiştir.

Havzada su üretimi boyunca kurumların katlandıkları maliyetler dönemler itibariyle değişmektedir. Yağışın az olduğu dönemlerde birim maliyet artarken bol yağışlı dönemlerde üretilen su için birim maliyet daha düşük olmaktadır. Bu sebeple su maliyeti hesaplanırken kullanılmak üzere 3 farklı su hacmi belirlenmiştir. Bunlar şöyledir; 1. Aktif su hacmi, 2. Gider (maliyet) hesaplanmak istenen yıl için o yıl barajda bulunan su hacmi, 3. Gider (maliyet) hesaplanmak istenen yıl tutulan su hacminden bir önceki yıl tutulan su hacmini çıkararak elde edilen su miktarı. Yapılan projeksiyonlar ve ilgili hesaplama tabloları bu belirlenen su hacimleri esas alınarak belirlenmiştir. Ayrıca muhtemel su kıtlığı senaryosu ile içme ve kullanma suyu maliyeti de Yamula Baraj Havzası geliştirme senaryosu kapsamında hesaplanmıştır.

Bu araştırmanın önemli bir çıktısı ve hesap arayüzü olarak PHYTON programlama dili kullanılarak WACUM yazılımı kodlanmış ve kullanım için geliştirilmiştir. WACUM yazılımı menüsünden girilecek havza verileri ve dönüştürme oranları(faiz oranı) yardımıyla suyun maliyet hesapları arayüz tarafından hesaplanarak ekrana yansıtılmıştır. Su maliyet hesabının yürütülmesi sırasında karşılaşılabilecek zaman ve emek kaybını önleyerek daha doğru ve hassas sonuçlara en kısa zamanda ulaşmayı hedefleyen WACUM yazılımı kullanıcı dostu bir yazılım olarak bir algoritmaya dönüştürülmüştür.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Yamula baraj havzasında su maliyetinin OGM yatırımları açısından hesaplanması*

Orman Genel Müdürlüğü, havzada su miktarını artırma, rusubat engelleme ve su kalitesinin artırılmasına yönelik 2009 ve 2014 yılları arasında 4.813,48 hektar alanı ağaçlandırmıştır. Yapılan bu ağaçlandırma yatırımı için TÜİK verilerinden elde edilen 2019 yılı reel değerleri ile yapılan hesaplama sonucu 19.070.416,63 TL harcandığı tespit edilmiştir.

Havzada 2009 ve 2016 yılları arasında ise ağaçlandırma alanına bakım-onarım için 2019 yılı değerleri ile 5.708.754,54 TL ve alanın genel yönetimi için ise 2019 yılı değerleri ile 3.169.986,61TL harcandığı hesaplanmıştır. OGM'nin Yamula Baraj Havzası için yaptığı toplam yatırım tutarı 27.949.157,78 TL olmaktadır. Yapılan yatırım tutarları Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Yamula Baraj Havzası'nda OGM tarafından 2009-2016 yıllarında yürütülen ağaçlandırma, bakım ve genel yönetim giderlerinin 2019 yılı reel değerlerine dönüştürülmesi ile elde edilen genel toplam yatırım tutarı 27.949.157,78 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu yıllar itibariyle Yamula Baraj havzasında tutulan aktif su hacmi DSİ verilerinden yararlanılarak 2.025.000.000 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan genel toplam yatırım tutarı ile aynı yıllara ilişkin havzada toplanan su miktarı arasındaki orantısal işlem sonucuna göre 1 m<sup>3</sup> su için ormancılık yatırımlarından dolayı ortaya çıkan maliyet 0.014 TL/m<sup>3</sup> olduğu hesaplanmaktadır. Hesabi olarak ortaya konulan maliyet bedeli olan 0.014 TL/m<sup>3</sup> ifadesi, tam sayılı para birimi cinsinden 1.40 kuruşa karşılık gelmektedir. Yani bir başka ifade ile 1 m<sup>3</sup> su için ormancılık (OGM) yatırımlarından dolayı ortaya çıkan maliyet 1.40 kuruş olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 1.** OGM Tarafından Yamula Baraj Havzasında Yapılan Yatırımların Yıllar İtibariyle Nominal ve Reel Değerleri

YILLAR	OGM						
	AĞAÇLANDIRMA GİDERLERİ (TL)		BAKIM GİDERLERİ (TL)		GENEL YÖNETİM GİDERLERİ (TL)		REEL MALİYETLER ve TOPLAMI (TL)
	NOMİNAL DEĞ. (TL)	2019 REEL DEĞERLERİ (TL)	NOMİNAL DEĞERLERİ (TL)	2019 REEL DEĞERLERİ (TL)	NOMİNAL DEĞ. (TL)	2019 REEL DEĞERLERİ (TL)	
2009	1.850.000,0	4.576.939,09	-	-	110.261,76	272.789,92	4.849.729,01
2010	3.105.962,88	7.102.835,89	1.705.991,71	3.901.327,74	238.573,84	545.579,88	11.549.743,51
2011	320.000,0	697.603,50	-	-	368.046,60	811.019,27	1.508.622,77
2012	-	-	-	-	260.792,55	529.546,26	529.546,26
2013	-	-	-	-	136.271,36	260.533,46	260.533,46
2014	3.926.676,54	6.693.038,15	1.060.382,48	1.807.426,80	142.958,36	255.707,67	8.756.172,62
2015	-	-	-	-	149.689,28	250.850,52	250.850,52
2016	-	-	-	-	159.238,28	243.959,63	243.959,63
<b>GENEL TOPLAM</b>							<b>27.949.157,78</b>

Ayrıca, hesaplama kolaylığı ve hassasiyeti açısından bu çalışma kapsamında geliştirilen WACUM yazılımı menüsünden girilen havza verileri ve %3 faiz oranı üzerinden 2019 yılı OGM havza yatırımları 2129 yılına götürülmüş ve 1 m<sup>3</sup> suyun gelecekteki maliyet değeri hesaplanmıştır. Buna ait WACUM arayüz ekran görüntüsü Şekil. 2’de verilmiştir.

WACUM SU MALİYET ANALİZ SİSTEMİ						
#	Kurum	Maliyet Adı	Yıl	Değeri	Faiz Oranı	Bugünkü Değeri
3	OGM	Ağaçlandırma	2019	19070416.63	3	492555189.06432724
4	OGM	Bakım-Onarım	2019	5708754.54	3	147447049.86403522
5	OGM	Genel Yönetim	2019	3169986.61	3	81875156.9152234
					Genel Toplam	721877395.8435858
					1 M3 Su Maliyeti	0.3564826646141165

**Şekil 2.** OGM Yatırımları WACUM Yazılımı Arayüz Sonuç Ekranı

Yukarıda verilen WACUM yazılımı arayüz sonucuna göre OGM'nin 2019 yılında yaptığı ağaçlandırma, bakım ve genel yönetim giderleri %3 faiz oranı üzerinden 2129 yılına götürülmüştür. Yamula Baraj Havzası'nda kullanılan asli ağaç türünün karaçam olması nedeniyle ve bölgede karaçamın ortalama idare süresinin 120 yıl bulunması nedeniyle 2129 yılı projeksiyonu hedeflenmiştir. Söz konusu WACUM yazılımının bu amaçla koşturulması sonucunda 1m<sup>3</sup> suyun 2129 yılındaki maliyeti 0.35 TL/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

Hesabi olarak ortaya konulan maliyet bedeli olan 0.35 TL/m<sup>3</sup> ifadesi, tam sayılı para birimi cinsinden 35 kuruşa karşılık gelmektedir. Yani bir başka ifade ile 1 m<sup>3</sup> su için ormancılık yatırımlarından dolayı ortaya çıkan 2129 yılı su maliyeti 35 kuruş olarak hesaplanmıştır.

#### ***Yamula baraj havzasında su maliyetinin DSİ yatırımları açısından hesaplanması***

Yamula Baraj Havzası için 2003-2019 yılları için TÜİK verilerinden elde edilen 2019 yılı reel değerleri ile yapılan hesaplama sonucu DSİ'nin 365.201.820,69 TL kamulaştırma, 704.124,84 TL genel yönetim olmak üzere toplam 365.905.945,51TL maliyete katlandığı hesaplanmıştır.

DSİ tarafından bu dönemde yapılan toplam 365.905.945,51 TL tutarındaki yatırımın yıllar itibariyle detayı Çizelge 2'de verilmiştir. Söz konusu 2003-2019 yılları itibariyle Yamula Baraj Havzası'nda tutulan aktif su hacmi 2.025.000.000 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan genel toplam yatırım tutarı ile aynı yıllara ilişkin havzada toplanan su miktarı arasındaki orantısal işlem sonucuna göre 1 m<sup>3</sup> su için DSİ yatırımlarından dolayı ortaya çıkan maliyet 0.18 TL/m<sup>3</sup> olduğu hesaplanmıştır. Hesabi olarak ortaya konulan maliyet bedeli olan 0.18 TL/m<sup>3</sup> ifadesi, tam sayılı para birimini cinsinden 18 kuruşa karşılık gelmektedir. Bir başka ifade ile 1 m<sup>3</sup> su için DSİ yatırımlarından dolayı ortaya çıkan maliyet 18 kuruş olarak hesaplanmıştır.



**Çizelge 2.** DSİ Tarafından Yamula Baraj Havzasında Yapılan Yatırımların Yıllar İtibariyle Nominal ve Reel Değerleri

YILLAR	DSİ			
	KAMULAŞTIRMA GİDERLERİ (YTL/TL)		GENEL YÖNETİM GİDERLERİ (YTL/TL)	REEL MALİYETLER ve TOPLAMI (TL)
	NOMİNAL DEĞERİ (YTL/TL)	2019 REEL DEĞERİ (TL)	2019 REEL DEĞERLERİ (TL)	
2003	20.480.000 YTL	90.304.045,12 TL	-	90.304.045,12 TL
2004	20.480.000 YTL	77.700.603,42 TL	-	77.700.603,42 TL
2005	20.480.000 YTL	71.206.861,73 TL	24.849,72 YTL	71.231.711,45 TL
2006	20.480.000 YTL	65.974.537,51 TL	26.820,48 YTL	66.001.357,98 TL
2007	20.480.000 YTL	60.015.265,02 TL	29.483,64 YTL	60.044.748,66 TL
2008	-	-	31.892,88 YTL	31.892,88 YTL
2009	-	-	34.922,88 TL	34.922,88 TL
2010	-	-	37.779,0 TL	37.779,0 TL
2011	-	-	39.632,88 TL	39.632,88 TL
2012	-	-	43.839,24 TL	43.839,24 TL
2013	-	-	47.042,88 TL	47.042,88 TL
2014	-	-	50.689,20 TL	50.689,20 TL
2015	-	-	54.359,52 TL	54.359,52 TL
2016	-	-	59.566,44 TL	59.566,44 TL
2017	-	-	65.057,76 TL	65.057,76 TL
2018	422 TL	507,89 TL	71.788,32 TL	72.296,21 TL
2019	-	-	86.400,00 TL	86.400,00 TL
<b>GENEL TOPLAM</b>				<b>365.905.945,51 TL</b>

Ayrıca, hesaplama kolaylığı ve hassasiyeti açısından bu çalışma kapsamında geliştirilen WACUM yazılımı menüsünden girilen havza verileri ve %3 faiz oranı üzerinden 2019 yılı DSİ havza yatırımları 2129 yılına götürülmüş ve 1 m<sup>3</sup> suyun gelecekteki maliyet değeri hesaplanmıştır. Buna ait WACUM arayüz ekran görüntüsü Şekil 3'de verilmektedir.

#	Kurum	Maliyet Adı	Yıl	Değeri	Faiz Oranı	Bugünkü Değeri
6	dsi	Kamulaştırma	2019	365201820.6	3	9432518192,04065
7	dsi	Genel Yönetim	2019	704124.84	3	18186301,349363293
					Genel Toplam	9450704493,390013
					1 M3 Su Maliyeti	4,667014564637043

Şekil 3. DSİ Yatırımları WACUM Yazılımı Arayüz Sonuç Ekranı

Yukarıda verilen WACUM yazılımı arayüz sonucuna göre DSİ'nin 2019 yılında yaptığı kamulaştırma ve genel yönetim giderleri %3 faiz oranı üzerinden 2129 yılına götürülmüştür. Söz konusu WACUM yazılımının bu amaçla oluşturulması sonucunda 1m<sup>3</sup> suyun 2129 yılındaki maliyeti 4,66 TL/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Diğer bir ifade ile DSİ'nin 2019 yılında katlandığı 0.18 TL/m<sup>3</sup> su maliyetinin, burada geliştirilen WACUM su maliyet yazılımı aracılığı ile 2129 yılındaki değerinin 4,66 TL/m<sup>3</sup> olduğu hesaplanmıştır.

Ayrıca elde edilen bulgulara göre, 2019 yılı değerleri ile Yamula Baraj Havzası'nda OGM ve DSİ'nin birlikte 1 m<sup>3</sup> su için toplamda;

$$1,40 \text{ kuruş/m}^3 \text{ (OGM)} + 18,0 \text{ kuruş/m}^3 \text{ (DSİ)} = \mathbf{19,40 \text{ kuruş/m}^3}$$

maliyete katlandıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre elde edilen toplam birim su maliyet değeri içerisinde ormancılığın (OGM) payının %7,2 olduğu, buna karşılık DSİ'nin payının ise %92,8 düzeyinde bulunduğu görülmüştür.

WACUM yazılımı yardımıyla OGM ve DSİ yatırımlarının 2129 yılı su maliyet projeksiyonu %3 faiz oranı üzerinden hesaplandığında ise 1 m<sup>3</sup> su için toplamda;

$$0,35 \text{ TL/m}^3 \text{ (OGM)} + 4,66 \text{ TL/m}^3 \text{ (DSİ)} = 5,01 \text{ TL/m}^3$$

maliyete katlanacakları sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre elde edilen toplam birim su maliyet değeri içerisinde ormancılığın (OGM) payının %6,98 olduğu, buna karşılık DSİ'nin payının ise %93,02 düzeyinde bulunduğu görülmüştür.

Eker, Ö. (2005)'in yapmış olduğu tez çalışmasıyla kıyaslandığında her iki havzada (Darlık ve Yamula) da ormancılık sektörünün odun üretiminden feragatte bulunup yıllar itibarıyla havzayı geliştirme ve su üretimine dönük yönetmeye ilişkin yapmış oldukları harcamalar ve katlanmış oldukları maliyetlerin varlığı dikkat çekicidir. Her iki tez çalışmasının önemli ortak çıktılarında bir diğeri ise İSKİ ve DSİ gibi kamu kurumlarının giderler kaleminde kamulaştırma giderlerinin payının diğer harcamalara kıyasla yüksek oranlarda yer almasıdır.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hesaplanan ve OGM ile DSİ kurumlarının Yamula baraj havzasında yatırımlarından dolayı katlanmak zorunda oldukları su birim maliyeti olan 19.40 kuruş değeri, su kıtlığı ve su fiyatı arasındaki ilişkinin önemli olduğunu göstermektedir. Zamana ve mekâna göre ve kuraklığa bağlı su stresinin olup olmamasına göre su fiyatı değişecektir. Bu çalışmada hesapla bulunan su maliyeti; su kıtlığı, kuraklık ve su stresi ile suya olan talep elastikiyetinin bulunması ilişkisi ile de ifade edilebilmektedir.

Yamula barajı havzasında üretilen suyun 1 m<sup>3</sup> maliyet değeri OGM yatırımları kapsamında 2019 yılı değeri 1.40 kuruş/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Aynı yıl için DSİ yatırımları kapsamında ise suyun 1 m<sup>3</sup> maliyeti 18.00 kuruş/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Havzadaki suyun 1 m<sup>3</sup> toplam maliyet değeri ise 19.40 kuruş/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu değer oluşmasında ormancılık çalışmalarından kaynaklanan maliyetin oranı %7 iken DSİ'nin payı ise %93 olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan maliyetler sadece Yamula Baraj Havzasına özgü olmakla beraber diğer havzalarda farklı maliyet kalemleri ve yatırım maliyeti tutarları olması kuvvetle muhtemeldir. OGM diğer havzalar için de yaptığı maliyetleri hesaplamalı ve belediyeler, sulama birlikleri, DSİ, baraj enerji işletmesindeki HES şirketleri ile görüşerek muhasebeleştirilmesi yapılmalıdır. Ormancılık geçmişte olduğu gibi bugün de teknolojiyi yakından takip ederek karar destek sistemleri konusunda teknolojiden yararlanmalıdır. Dünyada hava fotoğraflarını kullanan öncü sektör olan ormancılık sektörü, günümüzde haritalama ve uzaktan algılama tekniklerini aktif şekilde kullanmaktadır. Yaşanan gelişmelerle birlikte programlama ve kodlama bilgileri de ülkeler için son derece stratejik hale gelmektedir. Ormancılık sektörü olarak bu alanda kaliteli eğitim almış nitelikli mühendisler yetiştirmeli ve ormancılığa özgü problemleri, yine ormancılığa özgü üretilen programlarla çözüme kavuşturmak gerekmektedir. Bu noktada WACUM yazılımının suyun maliyetinin analizini yapması ve su üretim havzalarında ormancılığa özgü maliyeti hesaplaması sebebiyle programcılık ve ormancılığı birleştirerek bu darboğazın aşılması noktasında önemli bir gelişme olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın gerek Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Yamula Baraj Havzasında su maliyetlerinin ortaya konulması, gerekse ArcGIS programının kullanıldığı bir yöntemin uygulanması ile sayısal ortamda ArcGIS programı kullanılarak havza sınırlarının belirlenmesi dâhil birçok konuda daha hassas ölçümler yapılması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Böylece Coğrafi Bilgi Sistemleri ile bu çalışma kapsamında yapılan maliyet analizi ilişkilendirilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı (mülga Çevre ve Orman Bakanlığı) Orman Genel Müdürlüğü su havzalarında paydaş kurumdur. Buradan hareketle OGM 26 su havzası için acilen su maliyeti eylem planı hazırlamalı ve su üretimi yapılan havzalarda öncelikle birim maliyet hesaplanmalıdır. İkinci aşama olarak havzada yıllık kaç m<sup>3</sup> su üretimi ve enerji üretimi yapılacağı hesaplanmalıdır. Hesaplanan bu birim maliyetler kullanıcılara yansıtılarak OGM bütçesine Orman İşletme Müdürlüğü döner sermaye yolu ile dâhil edilmelidir. Bu durum OGM bütçesini artıracığı gibi sorumluluk alanının büyük oranını temiz su üretimi ve su kalitesinin artırılmasına ayırarak odun üretimi yapamadığı için yılı zararlar kapatan Devlet Orman İşletmelerinin kar elde etmesini sağlayacaktır. Elde edilen bu gelirin bir kısmı kaynağın korunması, yenilenmesi, restorasyonu ve rehabilitasyonu için harcanacaktır.

Ayrıca su havzaları içerisinde kalan orman köyleri ile anlaşma yoluna gidilerek suyun kalitesinin bozulmaması ve miktarının azalmamasını sağlamak amacıyla yapılan ağaçlandırmalara ORKÖY kanalı ile orman köylülerinin kalkınması için bu gelirlere faydalanılabilir.

Bu çalışmanın, ülkemizde şu ana kadar muhasebeleştirilmediği görülen suyun muhasebeleştirilmesine katkı sağlayarak ormandan elde edilen ekosistem hizmet ödemelerine ait darboğazların aşılması konusunda yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak yürütülen bu araştırma sırasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Sercan GÜLCİ'ye, DSİ 12. Bölge Müdürlüğü çalışanlarından Makine Mühendisi Bengi SARISOLMAZ'a, İnşaat Mühendisi Ömer COŞKUN'a, yazılım geliştirme konusunda katkılarından dolayı Mehmet ÇALIŞKAN'a ve Develi Orman İşletme Şefi Onur KAYA'ya teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Baulenas, E. & Sotirov, M., (2020) Cross-Sectoral Policy Integration at the Forest and Water Nexus: National Level Instrument Choices and Integration Drivers in the European Union *Forest Policy and Economics*, V.118, Elsevier.
- Beukering, P.J., Cesar, H.J.S. & Janssen, M.A. (2003) 'Economic evaluation of the Leuse National Park on Sumatra, Indonesia', *Ecological Economics*, 44 (1): 43-62.
- Değirmenci M., Altın A., & Atmaca E., (2015) Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasının Mevcut Durumunun Su Kullanımı Açısından İrdelenmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas.
- Eker, Ö., (2005) Ormanların Su Üretim İşlevinin Ekonomik Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eker, Ö., (2018) Ekosistem Hizmet Ödemelerinin Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Kapsamında Değerlendirilmesi: Su ve Su Kaynakları Yönetimi, *Turkish Journal of Forest Science*, 2 (2018), 165-176.
- Falkenmark, M., (1989) The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't it Being Addressed?. *AMBIO*, 18 (2), 112-118pp, Springer.
- Görücü, Ö., (2011) Ormanlık ve Su Üretimi Arasındaki İlişkiler ve Su Üretimine Maliyetlendirilmesi, 10 s., II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.
- Görücü, Ö., (2017) Ecosystem Services Supporting Water Supply Systems, Chapter in *Ecosystem Services of Headwater Catchments*, Springer International Publishing, eBook ISBN 978-3-319-57946-7, DOI 10.1007/978-3-319-57946-7, Hardcover ISBN 978-3 319-57945-0, Edition Number 1, 260p, New Delhi.

- Hao, C. L., Yan, D. H., Qin, T. L., Zhang, C., & Yin, J. (2013). Water Ecosystem Services and Their Value: A Case Study in Luan River Basin, North China. *Applied Mechanics and Materials*, 448-453, 225–234.
- Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I. J. & Peres, C. A. (2003) ‘Evaluating non-userwillingness to pay for a large-scale conservation programme in Amazonia: a UK/Italian contingent valuation study’, *Environmental Conservation*, 30 (2): 139-146.
- Kaiser, B. & Roumasset, J., (2002). ‘Valuing indirect ecosystem services: the case of tropical watersheds’, *Environment and Development Economics*, 7 (4): 701-714
- Pamukçu, K., (2000). Su Politikası, İnceleme-Araştırma, *Bağlam Yayınları*, İstanbul, 975-6947-30-6
- Ruitenbeek, J, C. Cartier, L. Bunce, K. Gustavson, D. Putterman, C.L Spash, J.D Van der Werff Ten Boschand & Westmacott, S. (1999). Issues in Applied Coral Reef Biodiversity Valuation: Results for Montego Bay, Jamaica. Project RPO# 682-22, World Bank Research Committee.
- TMMOB, (2009). Küresel Su Politikaları ve Türkiye Su Raporu, ISBN: 978-9944-89-682-5
- Tolunay, A.& Başsüllü, Ç. (2015). Willingness to Pay for Carbon Sequestration and Co-Benefits of Forests in Turkey. *Sustainability* 7, 3311-3337.
- Yaron, G. (2001) ‘Forest, Plantation Crops or Small-Scale Agriculture? An economic Analysis of Alternative Land Use Options in the Mount Cameroun Area, *Journal of Environmental Planning and Management*, 44 (1): 85-108.