

YALOVA İLİ HİDROMETEOROLOJİK SORUNLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Temel TEMİZ

Dr.Öğr.Üyesi, Yalova Üniversitesi,
temel.temiz@yalova.edu.tr

0000-0002-4013-7218

Emrah DOĞAN

Prof.Dr, Sakarya Üniversitesi

emrahd@sakarya.edu.tr

0000-0001-5077-6518

Osman SÖNMEZ

Doç.Dr. Sakarya Üniversitesi

osonmez@sakarya.edu.tr

0000-0001-5642-6391

Beytullah DEMİRCİ

MSc Sakarya Üniversitesi

beytullah.demirci@ogr.sakarya.edu.tr

0000-0003-3718-8505

Alper CUMHUR

Dr.Öğr.Üyesi, Yalova
Üniversitesi,

alper.cumhur@yalova.edu.tr

0000-0003-3664-3545

Pınar SPOR

Arş Gör, Zonguldak Üniversitesi,

pinarkucuk67@gmail.com

0000-0002-2052-5440

Öz

Çalışma kapsamında Yalova Gökçe Baraj havzasının iklim ve nüfus değişikliği açısından incelenmiş ve hidrometeorolojik risklerin ortaya konmasına çalışılmıştır. İlk olarak iklim değişikliğinin yoğun şekilde görüldüğü bölgede düzensiz yağış rejiminin baraj su seviyesi değişimi, nüfusa bağlı olarak incelenmiş ve bölgenin önümüzdeki dönemleri için su bütçesi irdelenmiştir. Çalışma da kullanılan meteorolojik ve hidrolojik veriler DSI ve DMI'nin istasyonlarından temin edilmiştir. İller bankası yöntemi ile de gelecek yıl nüfus tahmini yapılmış ve gelişen bölge ve büyüyen kent nüfusu dikkate alındığında Gökçe Baraj havzasının önümüzdeki dönemde yetersiz kalacağı ve bu durumlar ışığında gelecek dönem su ihtiyaçları için alternatif su kaynakları planlamalarının yapılması gerekliliği ortaya konmuştur.

Ayrıca son dönemde ülkemizde büyük hasarlara neden olan taşkın afet durumlarının Yalova Gökçe Barajı yıkılması simülasyonu HEC-RAS paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, baraj yıkılması sonucunda bölgede oluşabilecek maksimum hız ve maksimum derinlik haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca, taşkın varış süresi haritası ile de yapılacak acil eylem planlarına alt yapı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Tehlike Haritası, Baraj Yıkılması, Su Bütçesi, Gökçe Barajı, Yalova

EVALUATION OF YALOVA PROVINCE HYDROMETEOROLOGICAL PROBLEMS

Abstract

The Yalova Gökçe Dam basin was investigated in terms of climate and population change, with the goal of revealing hydrometeorological hazards. First and foremost, the dam water level change of the irregular precipitation regime in the region where climate change is most visible was evaluated based on population, and the water budget for the region's upcoming periods was investigated. The meteorological and hydrological data utilized in the study came from the DSI and DMI stations. The Iller Bank method was also used to estimate the population for the coming year and considering the developing region and the growing urban population, it was discovered that the Gökçe Dam basin will be insufficient in the coming period, and in light of these conditions, alternative water resource planning should be made for future water needs.

Furthermore, the HEC-RAS package program was used to simulate the collapse of the Yalova Gökçe Dam, which has recently caused significant damage in our nation. The study generated maximum velocity and maximum depth maps that may occur in the region as a result of dam failure. In addition,

the infrastructure for making emergency action plans with the flood's arrival time map has been established.

Keywords: Flood Hazard Map, Dam Failure, Water Budget, Gökçe Dam, Yalova

Giriş

Dünyamızda canlılığın devam edebilmesi için ekolojik dengenin korunması önemlidir (Ünlü, Sever, & Akpınar, 2011). Fosil enerji kullanımı, bu dengeyi birçok yönden etkilemektedir. Bu etkilerin çevremize kısa ve uzun vadeli sonuçları olabilmektedir (Dagobert, 2000). Uzun vadeli sonuçlardan olan küresel ısınma, şehirler için büyük tehdit oluşturmaktadır. Çünkü Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 6,6 milyarı (ki bu toplam nüfusun %68'ine tekabül eder) şehirlerde yaşayacağı ve 2030 yılına kadar 662 şehirde 1 milyondan fazla insan ve bu şehirlerden 41'i 10 milyon insanın ikamet ettiği mega kentlerin olacağı düşünülmektedir. (Wijesiri, Liu, & Goonetilleke, 2020).

Su kaynakları doğrudan iklimle ilgilidir. İklim değişikliği doğrudan, yağış ve buharlaşma süreçlerini etkiler ve su kaynaklarının hidrolojik yapısında değişikliklere neden olur. Tüm canlıların yaşamını devam ettirebilmesi için yeterli su kaynakları gereklidir (Javed et al., 2021). Hidroloji, sulak alan ekosistemlerinde meydana gelen değişiklikleri, gelişimini ve kalıcılığını inceler. Sulak alanların korunumu ve iyileştirmeleri için bu alanların daha iyi anlaşılabilmesi ve araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla gerekli olan hidrolojik hususlar su bütçesinde incelenmelidir (Shang-Shu & Yao-Wen, 2021).

Gökçe Barajı, Marmara bölgesinin önemli su kaynaklarından bir tanesidir (Sonmez et al., n.d.). Selliman deresi üzerine, 1980-1989 yıllarında inşa edilen ve halen işletmesi devam eden Gökçe Barajı, Yalova ilinin içme ve sanayi suyu ihtiyacını karşılaması açısından önemlidir (Damla,2020). Bu amaçlar ile Gökçe Barajının su bütçesi eldeki veriler ile hazırlanmıştır. Ayrıca Gökçe barajının yıkılması nedeni ile oluşabilecek tehlikeli alanların haritaları hazırlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

1.1. Materyal

Çalışma kapsamında iki farklı aşama bulunmaktadır. Birinci aşamada su bütçesinin belirlenebilmesi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşlerinden veriler alınmıştır. İkinci kapsamda ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, ortofoto-haritalar elde edilmiş ve çalışma bölgesi yükseklik modeli oluşturulmuştur. HEC-RAS programı ile de baraj yıkılması ve sonrasında oluşabilecek muhtemel taşkın tehlike haritaları elde edilmiştir.

1.1.1. Ortofoto

T.C. Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü'nün yaptığı tanım ile ortofoto, resmin eğiklik ve dönüklüğünden ileri gelen hataların giderilmesi, ayrıca arazideki yükseklik farkından ileri gelen nokta kaymalarının da asgari düzeye indirilmesi suretiyle elde edilen ürün. perspektif resimlerdeki, resim eğikliği ve arazideki yükseklik farklarından dolayı oluşan görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilen ve harita gibi belli ve sabit bir ölçeği olan topografik görüntü. diğer bir tanımla, taranmış, geometrik ve perspektif bozulmaları giderilmiş ve bir harita projeksiyonu ya da düz bir dikdörtgen form üzerine oturtulmuş, foto plan olarak da adlandırılan düzeltilmiş hava fotoğrafı ("HGM | Harita Genel Müdürlüğü - Ulusal Haritacılık Kurumu," n.d.).

Çalışma kapsamında gerekli ortofoto görüntüleri temin edilmiştir. Çalışma sahasında yer alan fakat temin edilemeyen ortofoto görüntüleri ise insansız hava aracı kullanılarak elde edilmiştir.

1.1.2. CBS ve HEC-RAS

CBS, jeoreferanslı verilerin işlendiği depolandığı ve raporlandığı programlardır. Çalışmada baraj haznesinin batimetresinin çıkarılmasında, çalışma bölgesinin sayısal yükseklik haritalarının elde edilmesinde kullanılmıştır. (Özdemir, 2017)

USACE tarafından üretilen HEC-RAS paket programı, Gökçe Barajı yıkılmasında 2-boyutlu (2D) analiz modeli kurularak, taşkın tehlike haritalarının elde edilmesinde kullanılmıştır.

1.2. Yöntem

1.2.1. Yalova Gökçe Barajı Su Bütçesinin Hesaplanması

1997-2019 yılları arasında Devlet Su İşleri ve Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden günlük yağış, buharlaşma, göl su seviyesi yükselmeleri, baraj gölüne debi ve barajdan çıkış debisi bilgileri alındı. Bu veriler kullanılarak baraj rezervuar seviyelerindeki değişimler araştırılmıştır. İller Bankası Metodu Yalova'nın 2040 yılındaki nüfusunu tahmin etmek için kullanılmış ve kişi başına tüketilen su miktarı belirlenmiştir.

1.2.2. Gökçe Barajı Yıkılması Taşkın Analizi

Baraj yıkılma analizlerinde kullanılan HEC-RAS programında, MacDonald , Froehlich (1995-2008), Von Thun & Gillete ve Xu & Zhang 5 çeşit yıkılma senaryosu vardır. Bu çalışmada Von Thun&Gillete yıkılma senaryosu uygulanmıştır. Bu metod büyük kret genişliği girilebilmesinden ve bu metodun barajın yapısına uygun olmasından dolayı seçilmiştir. Baraj yıkılma sonrası taşkın yayılım haritalarının eldesi için çalışma sahası 5*5 karesel alanlara ayrılmıştır.

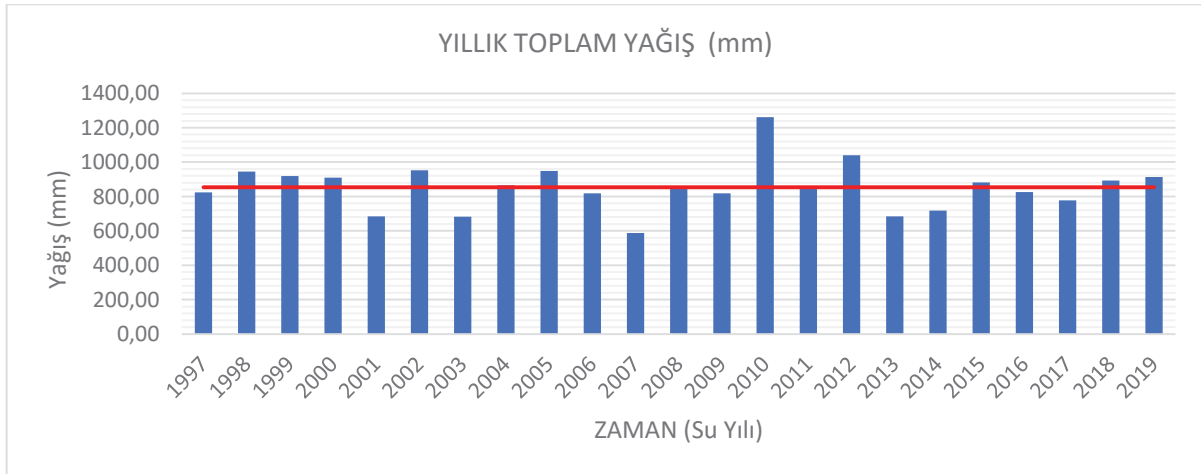
Bulgular

1.3. Yalova Gökçe Barajı Su Bütçesinin Hesaplanması

1.3.1. Gökçe Barajı Su Bütçesi Etkenleri

1.3.1.1. Yağış

Çalışma alanı Yalova Gökçe Baraj Havzası orta kuşak nemli bir iklim kuşağına sahiptir ve ortalama günlük yağış 600 ila 1000 mm arasında değişmektedir.

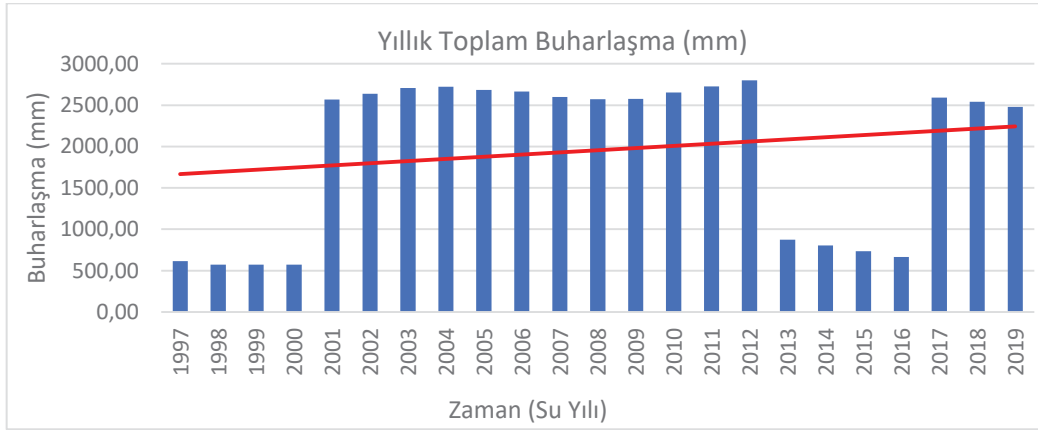


Şekil 1. Yıllık Toplam Yağış Grafiği

Havza alanı yıllık toplam yağış grafiği şekil-1'deki gibidir.1997-2019 yılları arasında 587.45 mm yağış ile 2007 yılı en kurak yağış yılıdır. En yüksek yağış 1261.65 mm ile 2010 yılında gözlenmiştir.1997,2001,2003,2006,2007,2008,2011,2013,2014 ve 2017 yağış yılları ortalama yıllık yağış 854.41 mm'nin altında yer almıştır.2007 yılı gibi kurak geçen yıllar ve 2010 yılı gibi ortalama yağış yılının çok üstünde olan yıllarda olmuştur. 1997-2019 yılları arasında Gökçe Barajı yağış havzası durağan bir eğilim göstermektedir.

1.3.1.2. Buharlaşma

Buharlaşma coğrafi, meteorolojik ve su kalitesi şartlarına bağlı olarak değişir. Gökçe Barajı havzasının bulunduğu coğrafi konum ile yıllık buharlaşması 1600mm'dir. Havza 1816.58mm ile ortalama yıllık buharlaşmanın üzerindedir. Bölgenin en sıcak aylarının yaz ayları olması sebebi ile en yüksek buharlaşma Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında gözlemlenmiştir. 148.62mm ile en yüksek buharlaşma Temmuz ayında görülmektedir. Havzanın en düşük ortalama aylık buharlaşma değeri de sıcaklık değerlerinin en düşük olduğu Şubat ayında 1.26mm buharlaşma değeri ile gözlenmiştir.

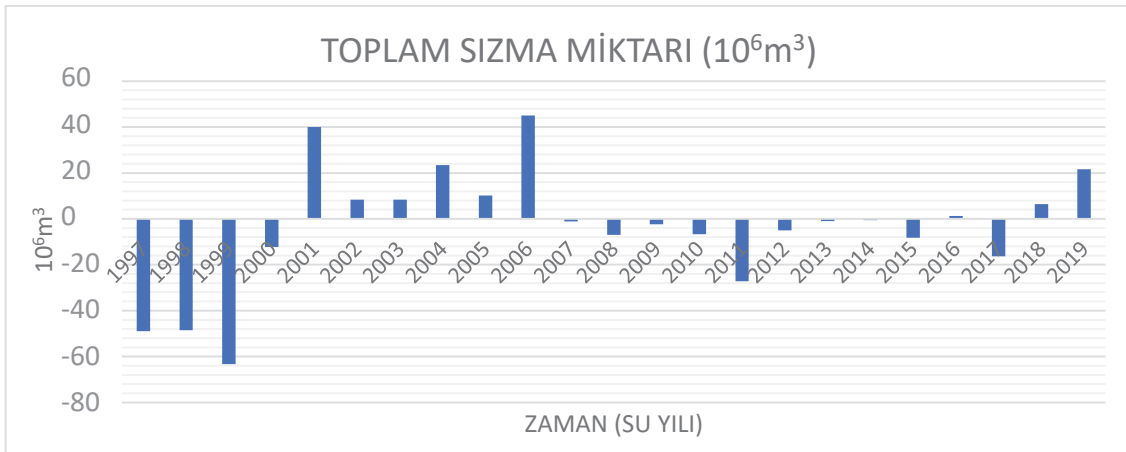


Şekil 2.Yıllık Toplam Buharlaşma Grafiği

1997-2019 yılları arasında yıllık toplam buharlaşma grafiği şekil 2’de verilmiştir. Bu grafiğe göre 1997,1998,1999,2000,2013,2014,2015,2016 yılları yıllık toplam buharlaşma değerinin düşük olduğu yıllardır. Grafiğe genel olarak baktığımızda 1997-2019 yılları arasında yükselen bir toplam yıllık buharlaşmanın olduğu görülmektedir.

1.3.1.3. Sızma

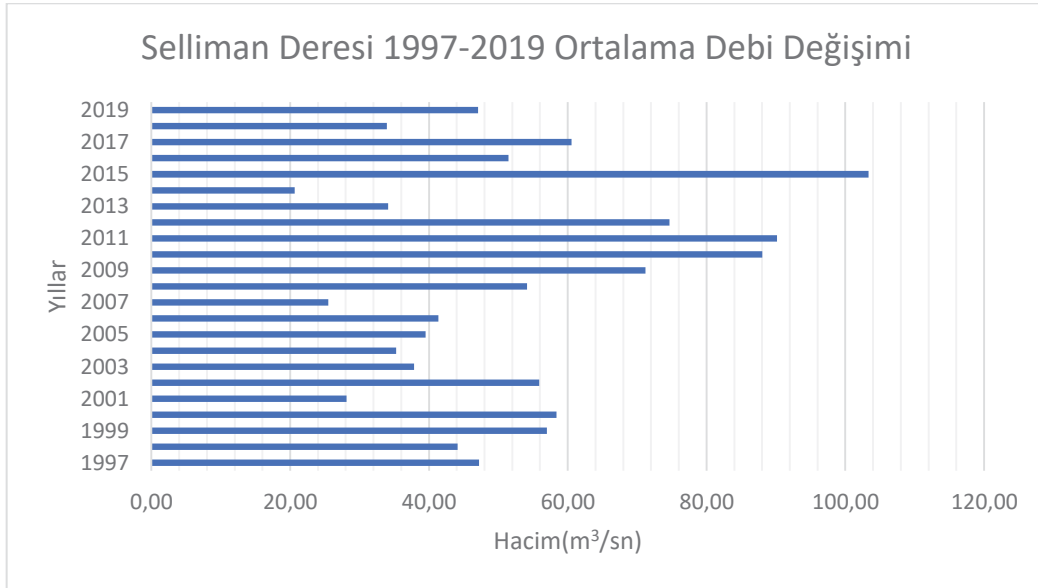
Havza alanı toplam sızma grafiği şekil 3’teki gibidir. Şekli incelediğimizde yüksek yağış miktarı düşük buharlaşma yıllarında sızma miktarlarının daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Düşük yağış, yüksek buharlaşma yıllarında ise düşük sızma değerleri azalmıştır.



Şekil 3.Toplam Sızma Miktarı Grafiği

1.3.1.4. Selliman Deresi Debi Değişimi

Yalova Gökçe Barajını besleyen Selliman deresinin 1997-2019 yılları arasındaki debi değişim grafiği şekil-4’teki gibidir. En düşük debi değerinin 20.67m³/sn ile 2014 yılında ölçülmüştür. Ardından gelen 2015 yılında 103.36m³/sn ile en yüksek debi ölçülmüştür.

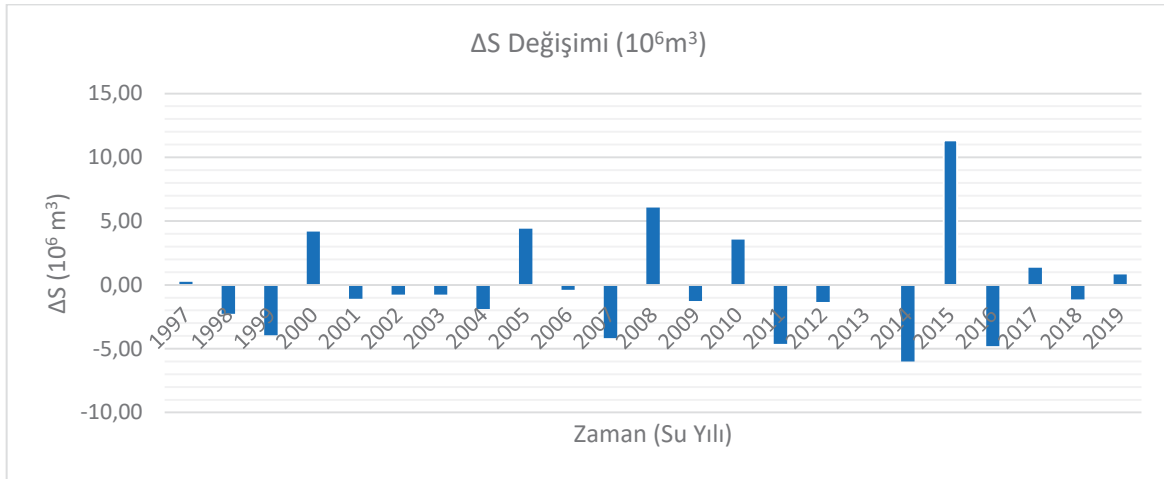


Şekil 4. Selliman Deresi 1997-2019 Ortalama Debi Değişimi Grafiği

1.3.1.5. Kütlenin Korunumu

Denklem 1'de gösterildiği üzere, kütlenin korunum denkleminde "X" giren birimlerin toplamını "Y" ise çıkan birimlerin toplamını gösterir. ΔS ise ikisi arasındaki farktan havza alanındaki su kütlesinin değişimini gösterir. Pozitif değerde bir ΔS havza su kütlesinin arttığını, negatif değerde bir ΔS ise havza su kütlesinin azaldığını gösterir.

$$X - Y = \Delta S \quad (1)$$

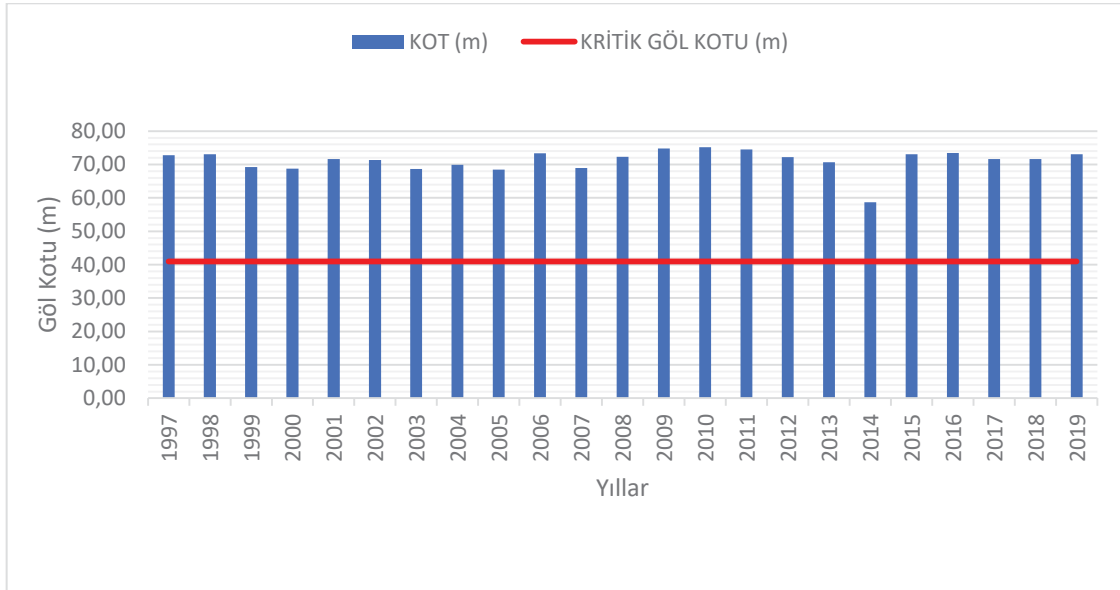


Şekil 5. 1997-2019 yılları arasında ΔS değişimi grafiği

Şekil 5'te, 2015 yılında ΔS değişimi diğer artışlara kıyasla çok büyük bir artış görülmektedir. En büyük negatif ΔS değişimi ise 2014 yılında görülmektedir.

1.3.2. Baraj Gölü Su Kotu

Gökçe Barajı'nın kritik göl kotu 41 metredir. Şekil-6'da grafikte hesaplanan tüm tahmini bölümlerin beklenen göl yüksekliğinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. 2014 kurak su yılında dahi göl su kotu 58.66 m'dir ve bu kritik kotun üzerindedir. Gölün en yüksek seviyesi 75.2 m ile 2010 yılında olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Gökçe Barajı 1997-2019 Yılları Arasında Göl Kotu Seviyesi Grafiği

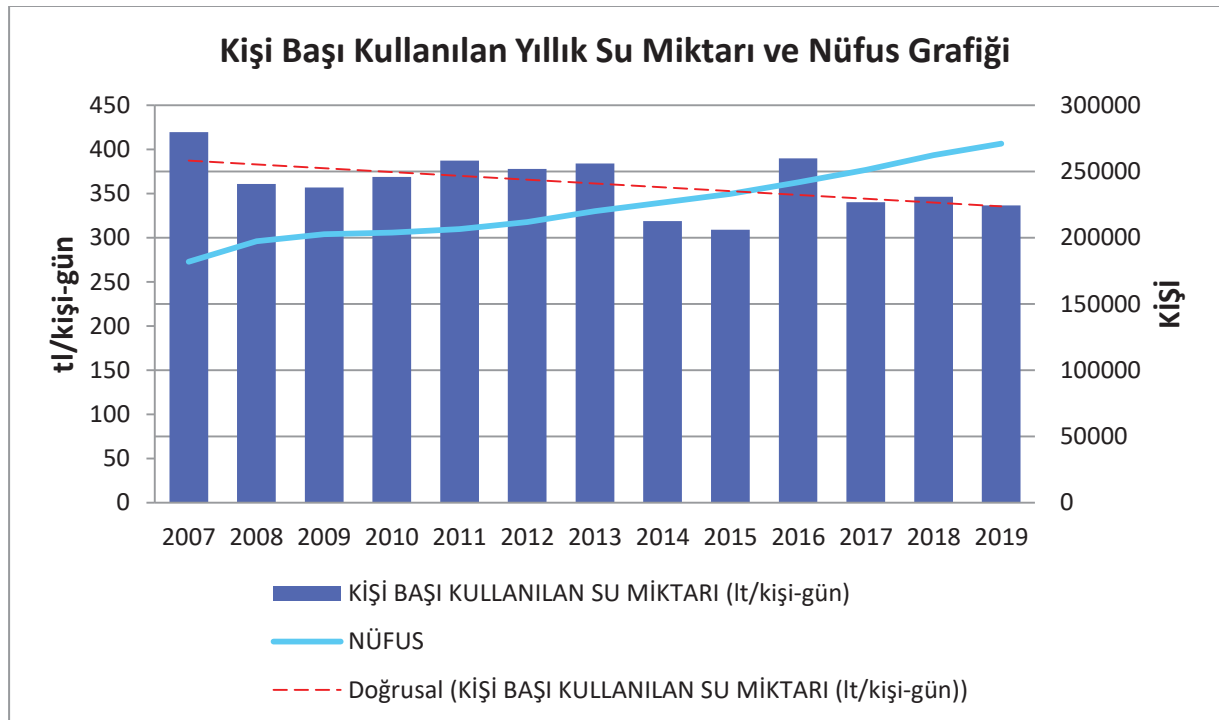
1.3.3. Nüfus: İller Bankası Yöntemi ile Gelecek Nüfus ve Su Tüketimi Tahmini
İller bankası yöntemi ile gelecek nüfus tahmini için şu şekildedir:

$$N_y = N_e \times \left(1 + \frac{\zeta}{100}\right)^n$$

Bu denklemde

N_y: Bölgenin yeni nüfus sayımı

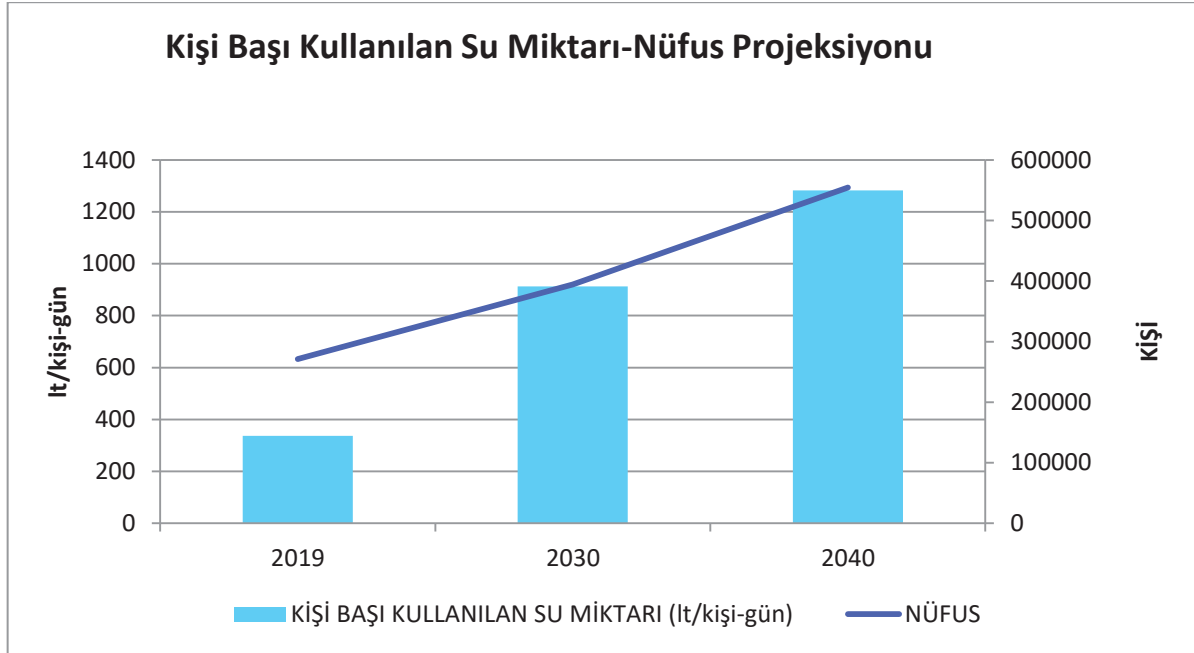
N_e: Bölgenin eski nüfus sayımı(Sonmez et al., n.d.)



Şekil 7. Kişi Başı Kullanılan Yıllık Su Miktarı ve Nüfus Grafiği

Şekil 7’de kesikli kırmızı çizgiler ile görüldüğü üzere 2007-2019 yılları arasında kişi başına kullanım su miktarında, artan nüfusa karşılık, bir düşüş eğimi gözlemlenmektedir.

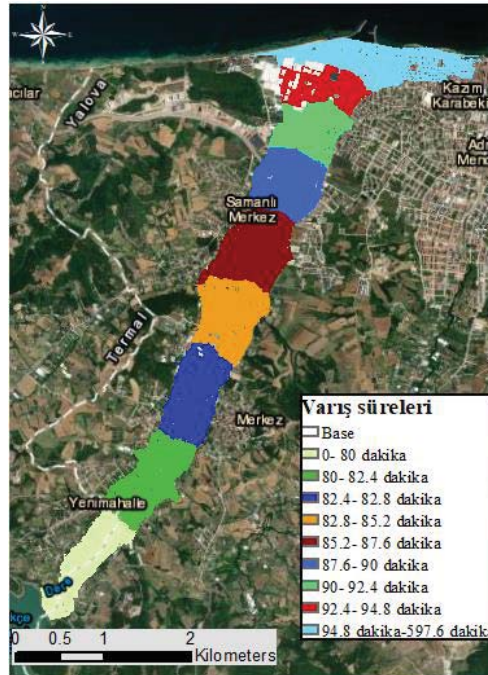
İller bankası yöntemi ile gelecek 2030 ve 2040 nüfus tahminleri için şekil 8 de kişi başı kullanılan su miktarı-nüfus projeksiyonu grafiği hazırlanmıştır. Gelecek nüfus artış ile tüketilecek su miktarının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 8. Kişi Başı Kullanılan Su Miktarı-Nüfus Projeksiyonu Grafiği

1.4. Yalova Gökçe Barajı Yıkılması Taşkın Analizi

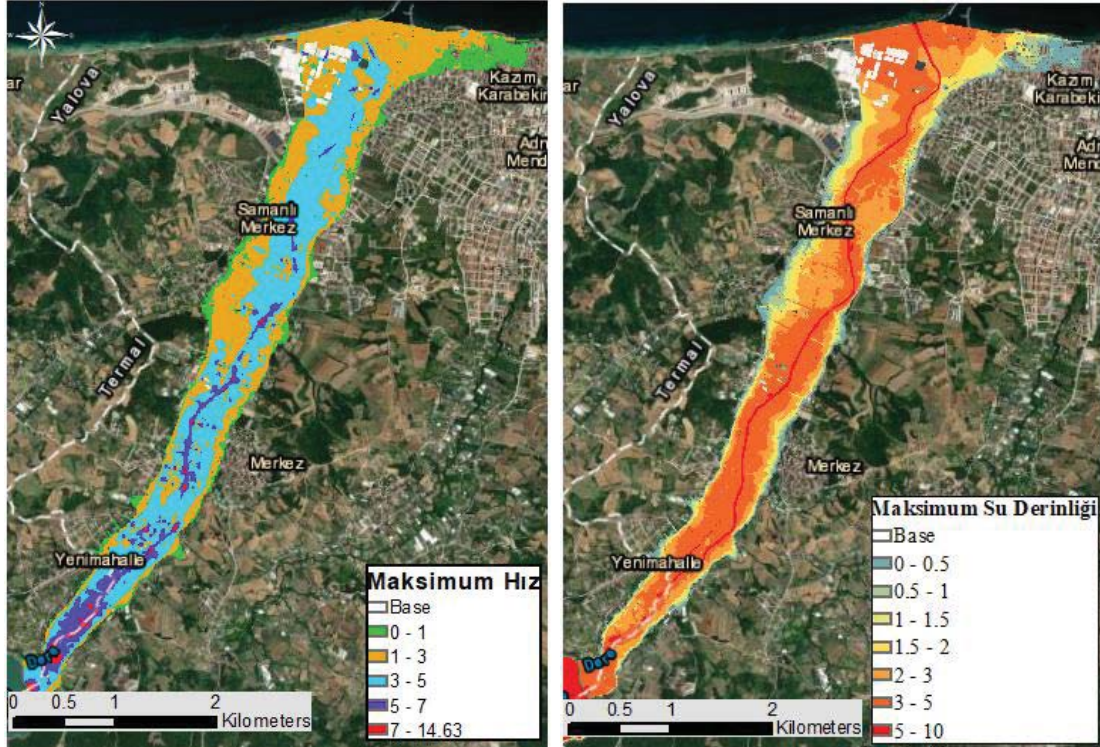
Yalova Gökçe Barajının yıkılması durumunda barajın mansabında 1 saatlik sürede taşkın pik debiye ulaşacağı ve 9 saatlik bir süre sonunda taşkın hidrografının taban süresinin sona ereceği tahmin edilmektedir.



Şekil 9. Taşkın Varış Süreleri

Şekil 9’da yıkılma taşkınının varış süreleri görülmektedir. Buna göre;

- Mansaptan denize dökülene kadar yer alan yaklaşık 7.5km yol kat edeceği,
- Simülasyon başlangıcından 80 dakika içerisinde taşkının barajdan 0-1,35 km leri arasında olacağı,
- 1,35-7 km’leri arasında taşkın ortalama 1 km’lik alanları 2,4 dakikalık sürelerde hızla geçtiği görülmektedir.
- Taşkın 7-7,5 km’leri arasında taşkın çekilmesi yaklaşık 8 saat 23 dakika sürmektedir.



Şekil 10. Maksimum Hız ve Maksimum Su Derinliği Haritaları

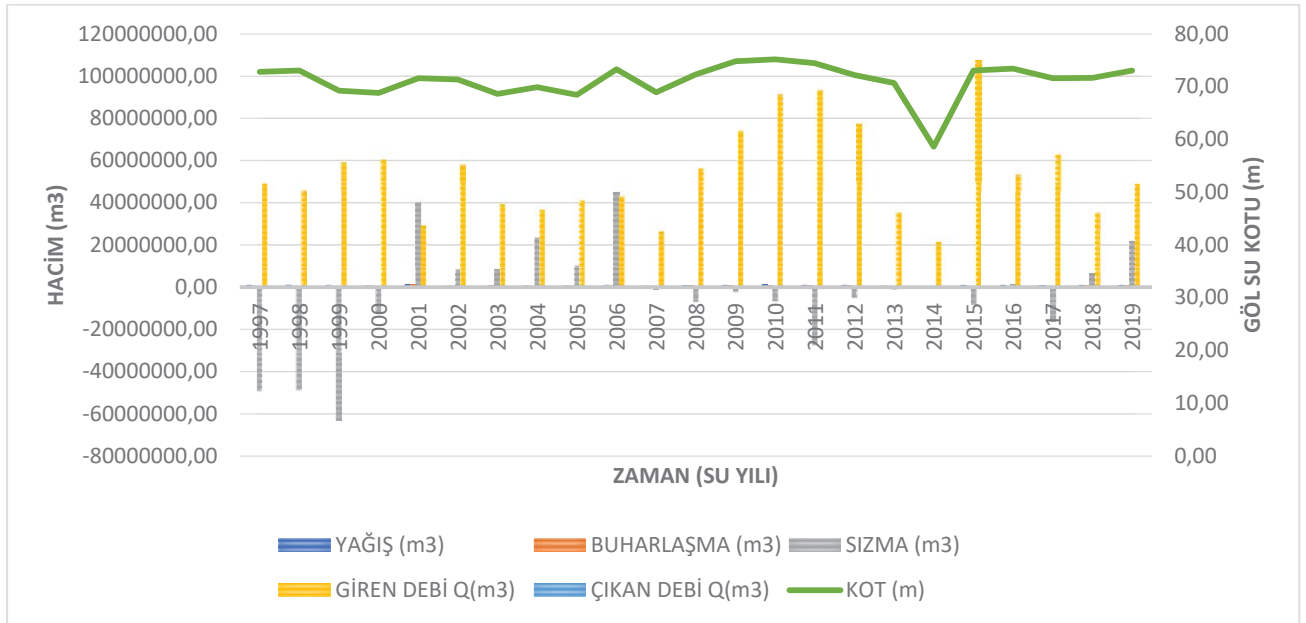
Şekil 10’da taşkın maksimum hız (solda) ve taşkın maksimum su derinliği haritası(sağda) görülmektedir. Bu haritalar aynı zamanda taşkın yayılım haritaları olarak da kullanılabilir. Hız haritasından anlaşılacağı üzere barajdan itibaren taşkın en yüksek hızlara ulaşmakta ve sonra şehir merkezine doğru bu hızı azalarak devam etmektedir. Taşkın hızını sellimandıra üzerinde daha hızlı akmaktadır. Unutulmamalıdır ki taşkın hızı arttıkça yıkıcılığında artmaktadır. Taşkın en yüksek hızını karşılayan Yenimahalle taşkın hızı açısından daha büyük risk altındadır.

Şekil 10 ‘da sağda maksimum su derinliği haritası incelendiğinde nehir boyunca taşkın derinliği 5-10m arası değişirken nehre yakın bölgelerde 3-5 m arası ve 2-3 m arası değişmektedir. Taşkın su derinliğinin en düşük yoğunlukta olduğu bölgeler şehir merkezine daha yakındır. Bu durumda taşkın anında, her ne kadar düşük su seviyesi ulaşsa bile, şehrin gündelik hayatını etkileyecektir.

Tartışma ve Sonuç

1.5. Yalova Gökçe Barajı Su Bütçesinin Hesaplanması Sonucu

Göl su seviyesini ve Yalova Gökçe Barajı'nın sızmasını hesaplamak için meteorolojik veriler kullanılmıştır. Gökçe barajında su seviyesi kritik kotun üstünde ve 1997 ve 2019 yılları arasında ortalama 70 m seviyelerindedir. Kurak geçen 2014 yılında göl kotu en düşük 60 m seviyelerinde görülmektedir. 2014 kurak geçen yıldan sonra 2015 den 2019 yılına kadar göl kotu 70m üstünde seyr etmiştir. 2011 yılından itibaren göl seviyesinde görülen düşüşün sellimandıra deresinin debi değişimi olduğu görülmektedir. 2015 yılının yağışlı bir yıl geçmesi ile dere debisi artmış ve göl kotu eski kot seviyesine gelmiştir.



Şekil 11. Yalova Gökçe Barajının Yıllara Göre Ortalama Göl Kotları

TÜİK istatistiklerine göre Yalova ili kişi başına su kullanımı açısından Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır. 2040 yılı için kişi başı su kullanımı 1283 TL/kişi-gün olarak öngörülmüştür. Yalova'nın şuanki kişi başına günlük su kullanımı 200 litredir. 2040 yılında su kullanımı Yalova'nın şu anki su kullanımının altı katı olacağı öngörülmektedir.

1.6. Gökçe Barajı Taşkın Analizi Sonucu

Bu çalışmada HEC-RAS programı ile Gökçe Barajının yıkılması durumunda, bölgede meydana gelebilecek taşkın simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre:

- Gökçe barajının yıkılması durumunda yaklaşık olarak 5,46 km² lik bir alan taşkın sularından etkilenebilir.
- Bölgede tarım alanları ve konutların bulunması nedeniyle hem ekonomik hem de nüfus bakımından riskler bulunmaktadır.
- Gökçe barajının yıkılması durumunda yenimallede oluşan pik yükseklik simülasyon başlangıcından itibaren yaklaşık 1 saatte oluşmaktadır.
- Taşkın Yenimalleyi geçtikten sonra 2,4 dakika aralıklar ile yaklaşık 1 km yol kat etmektedir.
- Yerleşim bölgelerin yoğunlukta olduğu yerlerde maksimum su yüksekliği 5 metreye kadar ulaşabileceği görülmektedir.
- Havzadaki maksimum su derinliğinin riskli alanlarda 10 m kotuna kadar yükselmesi beklenmektedir.

Yapılan çalışmada Gökçe Barajı yıkılması olası afet durumunda tehlikeli bölgeler belirlenerek yapılacak afet acil kurtarma operasyonları veyahut daha önce yapılması gereken taşkına göre şehir planlaması yada taşkın önceleyi koruma yapıları yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü (BAP) tarafından 2019/AP/0003 proje numarasıyla desteklenmiştir.

Kaynakça

- Dagobert, K. (2000). Global warming — facts, assessment, countermeasures. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, (26), 157–168. Retrieved from <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0920410500000309?token=F7ABA1C3C3B425D9A398986C1EB843FEA0404C93D07D949B57F547497F409B2C07532236DBCB1337F8AE098DE3733617&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210927120934>
- HGM | Harita Genel Müdürlüğü - Ulusal Haritacılık Kurumu. (n.d.). Retrieved September 27, 2021, from <https://www.harita.gov.tr/terimler-sozlugu/post>
- Javed, M., Umer Aslam, M., Hussain, S., Zahra, M., Ejaz, H., & Mushtaq, I. (2021). Impact of Climatic Changes and Global Warming on Water Availability. *Ardabil Branch Anthropogenic Pollution Journal*, 5(2), 57–66. <https://doi.org/10.22034/AP.2021.1926893.1100>
- Özdemir, H. (2017). *COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ*. Retrieved from http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografya_lisans_ao/cografi_bilgi_sistemleri.pdf
- Shang-Shu, S., & Yao-Wen, H. (2021). Unit hydrographs for estimating surface runoff and refining the water budget model of a mountain wetland. *Ecological Engineering*, (173). Retrieved from <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925857421002901?token=7265A2391D26F4BBE074FFBBAE14D1B6BC8A536B761768F88D2D256A8D61D02EE2015376A0AE3899C5747EE5B678348F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210927122555>
- Sonmez, O., Demir, F., Dogan, E., Değişikliğinin, İ., Gökçe, Y., Su, B., & Özet, S. E. (n.d.). *Impact of Climate Change on Yalova Gokce Dam Water Level*.
- Ünlü, İ., Sever, R., & Akpınar, E. (2011). TÜRKİYE’DE ÇEVRE EĞİTİMİ ALANINDA YAPILMIŞ KÜRESEL ISINMA VE SERA ETKİSİ KONULU AKADEMİK ARAŞTIRMALARIN SONUÇLARININ İNCELENMESİ. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1).
- Wijesiri, B., Liu, A., & Goonetilleke, A. (2020). Impact of global warming on urban stormwater quality: From the perspective of an alternative water resource. *Journal of Cleaner Production Journal*, 262(121330). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121330>
- Damla, Y. (2020). Yalova Gökçe Barajının Su Seviyesinin Yapay Sınır Ağları İle Tahmin Edilmesi. *KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ*. Retrieved from <http://acikerisim.kirklareli.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11857/1433/10348234 - Yunus DAMLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>