



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ ALTINDA BURDUR GÖLÜ SU SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİNİN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Murat PINARLIK^{1*}, Abdulkadir İBİŞ², Zeliha SELEK³

^{1,3}Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
²Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Teknoloji İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*İklim Değişikliği,
Korelasyon Analizi,
Burdur Gölü,
Doğrusal Enterpolasyon,
Buharlaşma Etkisi.*

Öz

Türkiye için küresel ısınma etkisi ile yağışların azalacağı, buharlaşma ve sıcaklık değerlerinin artacağı tahmin edilmektedir. Bu etkenler göz önüne alındığında göl, rezervuar gibi su kütlelerinde ciddi seviye ve hacim düşüşleri meydana gelebilecektir. Bu çalışmada, Burdur Gölü ele alınarak iklim değişikliği etkisi altında göl su seviyesindeki değişimler incelenmiştir. İlk olarak, 1975-2020 yılları arasındaki göl parametreleri ile iklim parametreleri arasındaki ilişki korelasyon yöntemi ile irdelenmiştir. Daha sonra, 2021-2050 yılları arasındaki göl seviye ve hacim değişim tahminlerine iklim projeksiyonu tahminleri eklenmiştir. İklim projeksiyonlarına göre sıcaklığın referans döneme göre %11,38 arttığı, yağışların %4,5 azaldığı ve buharlaşmanın ise %15 arttığı görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda Burdur Gölü su seviyesinin 1975-2020 periyodunda düşüş trendinde olduğu ve bu durumun 2021-2050 periyodunda devam edeceği gözlenmiştir. Ayrıca, yapılan korelasyon analizleri sonucunda göl seviyesi ile buharlaşma arasında (-0,6452) negatif yönlü orta derecede anlamlı ilişki, göl seviyesi ile yağış arasında ise (-0,1066) negatif yönlü çok zayıf derecede ilişki olduğu belirlenmiştir.

STATISTICAL INVESTIGATION OF WATER LEVEL CHANGES IN BURDUR LAKE UNDER THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE

Keywords

*Climate Change,
Correlation Analysis,
Burdur Lake,
Linear Interpolation,
Effect of Evaporation.*

Abstract

It is estimated that precipitation will decrease and evaporation and temperature values will increase with the effect of global warming for Turkey. Considering these factors, serious level and volume decreases may occur in water bodies such as lakes and reservoirs. In this study, the changes in the lake water level under the effect of climate change were investigated by considering Burdur Lake. First of all, the relationship between lake parameters and climate parameters between 1975 and 2020 was examined by the correlation method. Then, climate projections estimates were added to the lake level and volume change estimates for the years 2021-2050. According to the climate projections, it was observed that the temperature increased by 11.38% compared to the reference period, the precipitation decreased by 4.5% and the evaporation increased by 15%. As a result of the analyzes made, it was observed that the water level of Burdur Lake was in a downtrend in the 1975-2020 period and this situation will continue in the 2021-2050 period. Besides, as a result of the correlation analysis, it was determined that there was a moderately significant negative relationship between the lake level and evaporation (-0.6452), and a very weak negative relationship between the lake level and precipitation (-0.1066).

Alıntı / Cite

Pınarlık, M., İbiş, A., Selek, Z., (2023). İklim Değişikliği Etkisi Altında Burdur Gölü Su Seviyesi Değişimlerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(1), 81-93.

* İlgili yazar / Corresponding author: muratpinarlik@gazi.edu.tr, +90-312-202-8901

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
M. Pınarlık, 0000-0001-8783-825X	Başvuru Tarihi / Submission Date	17.07.2022
A. İbiş, 0000-0002-1199-5934	Revizyon Tarihi / Revision Date	27.09.2022
Z. Selek, 0000-0002-5593-5538	Kabul Tarihi / Accepted Date	17.10.2022
	Yayın Tarihi / Published Date	27.03.2023

STATISTICAL INVESTIGATION OF WATER LEVEL CHANGES IN BURDUR LAKE UNDER THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE

Murat PINARLIK^{1†}, Abdulkadir İBİŞ², Zeliha SELEK³

^{1,3} Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Teknoloji İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Highlights (At least 3 and maximum 4 sentences)

- The effect of climate change on precipitation and evaporation.
- The link between changing climate parameters and lake parameters.
- Lake volume, lake level and climate projection estimations.

Graphical Abstract

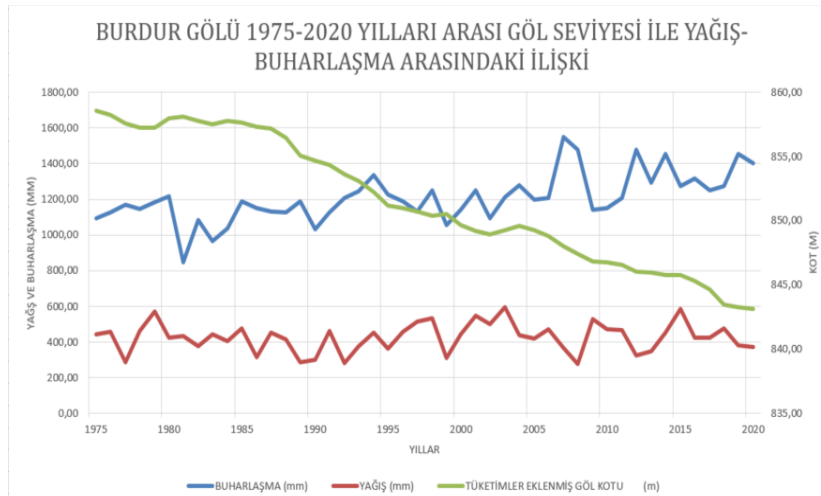


Figure. Burdur Lake Level, The Relationship Between Precipitation And Evaporation (1975 – 2020)

Purpose and Scope

The aim of the study is to reveal the effect of changing climate parameters on lake level changes.

Design/methodology/approach

Correlation analysis was used to determine the correlations of changing climate parameters with lake level changes.

Findings

As a result of the correlation analysis, a moderately significant negative correlation was found between the lake level and evaporation (-0,6452), and a very weakly significant negative relationship between the lake level and precipitation (-0,1066). In addition, it has been observed that there is a decreasing trend in the lake level over the years.

Originality

Although there are some studies on the change in Burdur lake level, the innovative aspect of this study is that the effects of changing climate parameters (temperature, evaporation, precipitation) on the lake level change and the link between them are examined.

[†] Corresponding author: muratpinarlik@gazi.edu.tr, +90-312-202-8901

1. Giriş (Introduction)

Atmosferde meydana gelen olayların dünyamıza uzun süreli etkisine iklim denilmektedir. İnsanoğlunun varoluşundan bu yana iklim sürekli değişme eğilimi içerisinde. Sanayi devriminin ortalarında etkisini iyice arttırmaya başlayan iklim değişikliği insanoğlunun yaptığı faaliyetlerden sonra hızını arttırmaya başlamıştır (Kanber vd., 2010). Fosil yakıt kullanımındaki yoğun artışa bağlı olarak atmosfere salınan sera gazlarındaki artış, dünya üzerindeki yeşil alanların azaltılması, ve hızlı sanayileşme küresel sıcaklıklardaki artışa neden olmuştur. Bunun yanında, nüfustaki artış ve nüfustaki artışa bağlı olarak su kaynaklarındaki aşırı tüketim su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmıştır (Küçükayman, 2010).

Küresel ısınmanın oluşturduğu iklim değişikliği, yağış değişkenliklerinin artmasına neden olurken, insanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için gerekli olan su ihtiyacının karşılanmasına da olumsuz etkileri olmaktadır. Sonuç olarak küresel ısınmanın neden olacağı belirsizlikler toplum için ciddi sıkıntılara ve sorunlara yol açacaktır (Mendelsohn vd., 1994). Bu sebepten dolayı; insanoğlu küresel ısınmanın neden olacağı belirsizlik ve sorunlara çözüm önerileri getirmeye çalışmaktadır. Ancak belirsizliklerle dolu bir süreç olduğu için getirilen çözüm önerilerinin işe yarayıp yaramayacağı bir soru işaretidir (Usta, 2016).

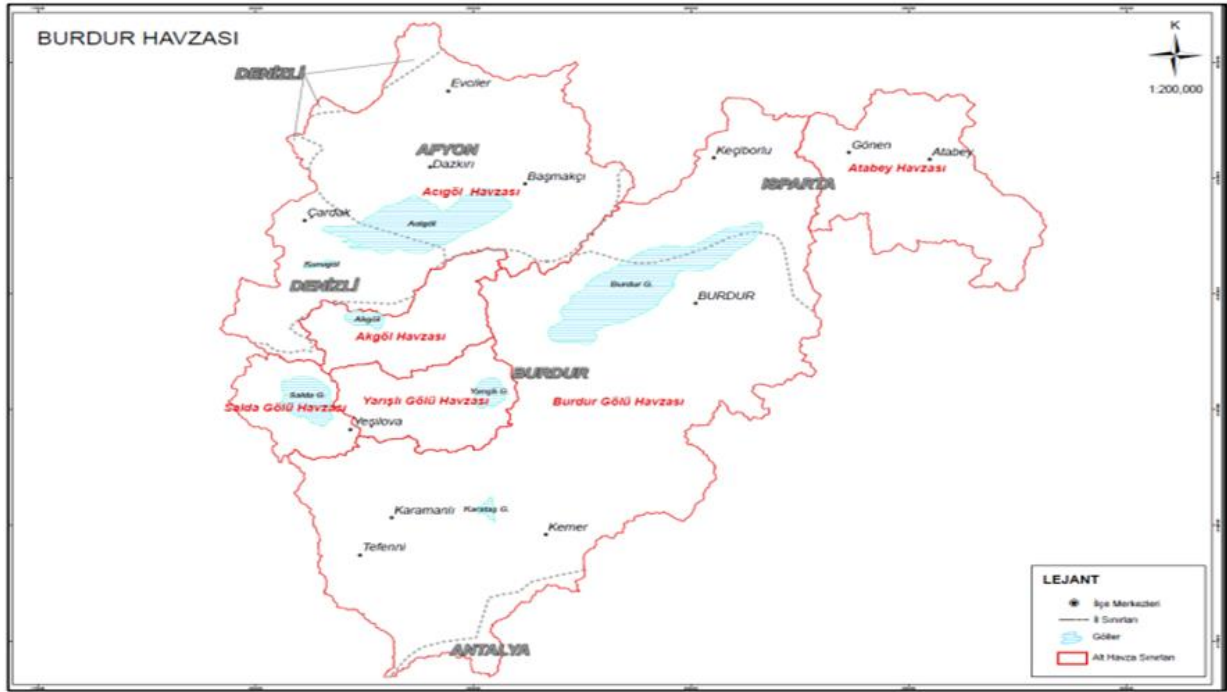
Genel olarak dünyada kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarına göre ülkeler üç sınıfa ayrılabilir. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 2000 m³ ve üzerindeki ülkeler su zengini, 1000-2000 m³ arasındaki ülkeler su sıkıntısı çeken ülkeler, 1000 m³ ve altındaki ülkeler ise su fakiri ülkeler olarak tanımlanmaktadır (Aktaş, 2018). Türkiye; üç tarafı denizlerle çevrili ve göl, nehir sayısı bakımından şanslı bir coğrafya üzerinde bulunmaktadır (Küçükayman, 2010). Ancak ülkemizde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı ortalama olarak 1519 m³ civarında olduğu için Türkiye su sıkıntısı çeken ülkeler arasındadır (Göncü vd., 2017). Akdeniz iklim kuşağında yer alan Türkiye karmaşık iklim yapısına sahip ve küresel ısınmanın sebep olacağı iklim değişimlerinden en çok etkilenecek ülkelerden birisi olarak sayılmaktadır. Araştırmalar sonucunda Türkiye'nin 2025 yılında su kıtlığı eşiğine yaklaşacağı sonucuna ulaşılmaktadır (Köle, 2014). Türkiye'de geçmişten günümüze kadar dünyadaki sıcaklıkların artmasıyla beraber tehlikesini arttırmaya başlamış bir kuraklık tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu tehlikeyle karşı karşıya kalmasının sebepleri arasında, , yağışların ve su kaynaklarının bölgeden bölgeye çok fazla farklılık göstermesi ve su kaynaklarının uzun süreli işletim planları yerine kısa vadeli işletim planlarının yapılması olarak gösterilebilir (Bahadır, 2012).

Göller, ülkemiz için tarımsal sulama, turizm, balıkçılık gibi farklı amaçlarla kullanılmakta ve ayrıca göller bulunduğu kent ve komşu yerleşim yerleri için vazgeçilmez birer su kaynağıdır (Davraz vd., 2014). Bu nedenle, gölün mevcut hidrolojik koşulları çeşitli sürdürülebilir kullanımlar için tahmin edilmek zorundadır. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda, küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklikleri sonucunda göl seviyelerinde genel olarak azalmaların meydana geldiği görülmüştür. Göl seviyelerindeki azalmaların nedenlerinin öğrenilebilmesi için göl parametreleriyle beraber iklim parametrelerinden sıcaklık, yağış ve buharlaşma verilerinin beraber incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Göl parametreleri ve iklim parametreleri arasındaki ilişkileri incelemenin farklı yöntemleri mevcuttur. Kovada Gölü'nde seviye değişimlerinin istatistiksel analizi çeşitli programların sağladığı korelasyon analiziyle ve contour plot analizleri ile incelenmiştir (Bahadır, 2012). Van Gölü'ndeki seviye değişimlerinin iklim parametreleri ile ilişkisini excel programının sunduğu korelasyon ve regresyon formülleriyle incelenmiştir (Erginyürek, 2018). ICESat uydusundan ve Geoscience Lazer Altimetre sisteminden faydalanarak Selin Co ve Nam Co göllerinin seviye değişiklikleri incelenmiştir (Zhang vd., 2010). Urmia Gölü'ndeki su seviyesi değişiklikleri loess (STL) aracını, Pettitt ve Mann-Kendall testlerini kullanılarak incelenmiştir (Fathian vd., 2014). Burdur, Eğirdir, Sapanca ve Tuz Gölleri su seviyeleri nonparametrik istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiştir (Göncü vd., 2017). Çalışmalar geneline bakıldığında göllerin akım, sıcaklık, buharlaşma ve yağış verilerini kullanarak ilişkilerin incelendiğini, yer altı su seviyesi ile göl su seviyesi arasındaki etkileşim göz ardı edildiği görülmüştür. Bunun için Urmia Gölü yer altı su seviyesi ve göl su seviyesi arasındaki etkileşim de hesaba katılarak çalışmalar yapılmıştır (Vaheddoost, 2017).

Bu çalışmanın amacı, Burdur Gölü'ndeki tahmini seviye ve hacim değişimlerinin iklim projeksiyonları ile beraber incelenerek ileriye yönelik su bilançosunu belirlemektir. Bu kapsamda ilk olarak 1975-2020 yılları arasında Burdur Gölü göl seviyeleri ile iklim parametreleri arasındaki ilişki korelasyon yöntemi ile irdelenmiştir. Daha sonra 2021-2050 yılları için iklim değişikliği ile değişecek olan sıcaklık, yağış ve buharlaşma parametreleri dikkate alınarak bu periyottaki göl seviyesi tahminleri yapılmıştır. Doğrusal enterpolasyon yardımıyla mevcut kot-alan-hacim verileri kullanılarak gölün hacim değerleri de elde edilmiştir. Böylece 2021-2050 periyodunda iklim değişikliği etkisi altında göl su seviyesi ve hacim değerleri tahmin edilmiştir.

2. Çalışma Alanı (Study Area)

Isparta ve Burdur il sınırları içerisinde bulunan Burdur Gölü, 2012 yılında yapılan ölçümlere göre 4965,40 hm³ su hacmine sahip olup, 122,53 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Çalışma alanının koordinatlarına bakıldığında 37° 36 "5.11" -37° 57 "26.77" K ve 29° 41 "27.37" ' - 30° 25" 16.87 " D olduğu görülmektedir (Sabuncu, 2020). Göldeki maksimum su seviyesi 857,54 metredir ve göl bu seviyeye 1970 yılında ulaşmıştır. Gölün güncel su seviyesi ise 839,70 metredir. Burdur Gölü'nü besleyen temel su kaynakları yağışlar, göl yüzeyine ulaşmakta olan akarsular ve yer altı su kaynaklarıdır. Göl, Burdur Kapalı Havzasında yer almaktadır ve bu nedenle su kayıplarına buharlaşma ve yer altı su kaçakları neden olmaktadır. Göl seviyeleri incelendiğinde yıllık bazda su seviyesinin aralık ayında yağış trendinin artması ile artışa geçtiği, yaz aylarında ise azalış trendinin başladığı gözlemlenmektedir. 1980-1996 yılları arasında göl seviyesinde meydana gelen 7,70 metrelik azalmanın 6,94 metresinin yağış ile buharlaşma farkından, 0,83 metresinin ise göle ulaşan su miktarındaki azalmadan oluştuğu tespit edilmiştir (TÜBİTAK, 2009). Burdur Gölü'nü de içine alan Burdur Kapalı Havzasının genel görünümü ve Burdur Gölü'nün havza içindeki konumu Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Burdur havzasının genel görünümü (overview of Burdur Basin) (TÜBİTAK,2009)

1985, 1995, 2005 ve 2018 yıllarında Burdur Gölünden alınan uydu görüntüleri incelendiğinde, göl hacminde ciddi bir azalmanın olduğu ve bununla birlikte göl seviyesinde meydana gelen düşüş trendi açıkça ortaya konulmaktadır. Burdur Gölüne ait uydu görüntüleri Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Burdur Gölü'nün 1985, 1995, 2005, 2018 uydu görüntüleri (1985, 1995, 2005, 2018 Satellite images of Burdur Lake) (Google Earth, 2021)

3. Materyal ve Metot (Material and Method)

3.1. Veriler (Data)

Bu çalışmada, veri kaynağı olarak sıcaklık, yağış ve buharlaşma projeksiyonları ile tahmini göl seviyesi ve hacmi değerleri kullanılmıştır (MAKÜ, 2012; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Ayrıca, Burdur iline ait iklim verileri temin edilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Burdur Gölü'ne ait kot-alan-hacim verileri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Burdur Gölü kot-alan-hacim tablosu (elevation-area-volume table of Burdur lake) (DSİ, 2017)

Kot (m)	Alan (km ²)	Hacim (hm ³)	Kot (m)	Alan (km ²)	Hacim (hm ³)	Kot (m)	Alan (km ²)	Hacim (hm ³)
780	0,00	0,00	808	64,26	960,80	836	114,72	3396,97
781	0,07	0,01	809	65,93	1025,90	837	117,11	3512,91
782	3,11	1,37	810	67,53	1092,64	838	119,61	3631,26
783	6,23	6,08	811	69,08	1160,94	839	122,43	3752,24
784	8,58	13,49	812	70,66	1230,81	840	125,72	3876,30
785	11,30	23,33	813	72,22	1302,26	841	129,44	4003,84
786	15,23	36,44	814	73,71	1375,22	842	134,23	4135,56
787	18,22	53,24	815	75,17	1449,66	843	140,46	4272,88
788	21,09	72,88	816	76,61	1525,55	844	145,69	4415,02
789	23,93	95,39	817	78,05	1602,89	845	151,29	4564,48
790	26,68	120,71	818	79,54	1681,68	846	156,90	4718,56
791	29,20	148,64	819	81,02	1761,96	847	162,52	4878,25
792	31,58	179,04	820	82,46	1843,70	848	168,63	5043,81
793	33,85	211,77	821	83,94	1926,89	849	174,00	5215,00
794	36,14	246,77	822	85,45	2011,58	850	179,98	5392,05
795	38,31	283,99	823	86,98	2097,79	851	185,27	5574,71
796	40,59	323,43	824	88,58	2185,56	852	191,17	5762,86
797	42,91	365,20	825	90,31	2275,00	853	196,33	5956,61
798	45,11	409,21	826	92,15	2366,21	854	201,34	6155,44
799	47,24	455,38	827	94,09	2459,32	855	206,22	6359,23
800	49,41	503,71	828	96,13	2554,43	856	211,14	6567,90
801	51,45	554,15	829	98,26	2651,62	857	217,13	6781,85
802	53,45	606,59	830	100,53	2751,00	858	223,42	7002,14
803	55,39	661,02	831	102,93	2852,73	859	227,83	7227,87
804	57,26	717,34	832	105,35	2956,87	860	230,86	7457,35
805	59,14	775,54	833	107,70	3063,40			
806	60,92	835,58	834	110,02	3172,27			
807	62,62	897,36	835	112,36	3283,46			

1975-2020 yılları arasında Burdur Gölü'ne ait göl kotu, göl hacmi ve gölün yüzey alanı ve havzadaki mevcut net su tüketim miktarı Tablo 2'de verilmiştir. Yıllık veriler baz alınarak yapılan incelemede Şekil 2'de verilen uydu görüntülerini doğrular nitelikte sonuçlar görülmektedir. Bu periyotta su tüketiminde artış görülürken, göl kot-alan-hacim değerlerinde düşüş net olarak gözlenmektedir. Tablo 2'de yer alan havza mevcut su tüketimleri 1975-2020 yılları arasındaki havza halk sulamalarının, havza yer üstü sulamalarının, havza yeraltı sulamalarının, il özel idare göletlerinin su tüketimlerinin, DSİ 1000 ha altı ve üstü sulamaları su tüketimlerinin, havza içme suyu kayıplarının ve havza tesis organize sanayi bölgesi kayıplarının toplamıdır.

Tablo 2. Burdur Gölü kot-alan-hacim ve su tüketimi verileri (elevation-area-volume and water consumption data of Burdur Lake)

Yıllar	Havza mevcut net su tüketimi (hm ³)	Göl Hacmi (hm ³)	Göl Kotu (m)	Göl Alanı (km ²)
1975	118,855	7018,975	858,57	223,96
1976	118,855	7011,865	858,23	223,73
1977	118,855	6868,855	857,54	219,91
1978	118,855	6790,975	857,22	217,42
1979	118,855	6790,975	857,22	217,42
1980	118,855	6899,345	857,96	220,89
1981	118,855	6917,545	858,11	221,47
1982	118,855	6908,425	857,75	221,18
1983	118,855	6868,845	857,53	219,91
1984	118,855	6908,425	857,75	221,18
1985	119,162	6899,652	857,67	220,90
1986	119,162	6791,592	857,28	217,44
1987	119,162	6681,172	857,16	214,78
1988	119,162	6616,042	856,43	212,69
1989	120,531	6270,601	855,04	205,10
1990	126,508	6227,138	854,64	203,69
1991	132,870	6132,138	854,33	200,60
1992	132,870	6029,81	853,59	198,74
1993	132,870	5876,19	853,10	194,93
1994	133,946	5734,096	852,25	190,22
1995	133,946	5584,176	851,20	185,58
1996	138,558	5538,748	851,01	184,07
1997	138,558	5437,208	850,73	181,49
1998	141,238	5311,808	850,36	177,30
1999	141,633	5341,653	850,52	178,31
2000	141,633	5247,743	849,67	175,09
2001	141,633	5141,573	849,19	171,55
2002	141,633	5107,083	848,95	170,76
2003	143,547	5143,467	849,26	171,96
2004	143,547	5237,867	849,60	174,76
2005	143,547	5143,537	849,27	171,96
2006	143,547	5108,947	848,79	170,81
2007	143,547	4967,327	848,00	165,49
2008	143,547	4864,325	847,45	162,06
2009	143,547	4795,106	846,86	159,45
2010	143,547	4765,813	846,73	158,47
2011	143,547	4730,757	846,58	157,31
2012	143,547	4673,086	846,03	154,89
2013	153,612	4615,87	845,99	152,99
2014	153,612	4552,912	845,76	150,24
2015	153,612	4568,028	845,80	151,41
2016	153,612	4510,829	845,33	148,85
2017	153,612	4418,907	844,63	145,82
2018	153,612	4335,579	843,44	142,52
2019	153,612	4269,622	843,27	138,58
2020	153,612	4236,017	843,16	137,49

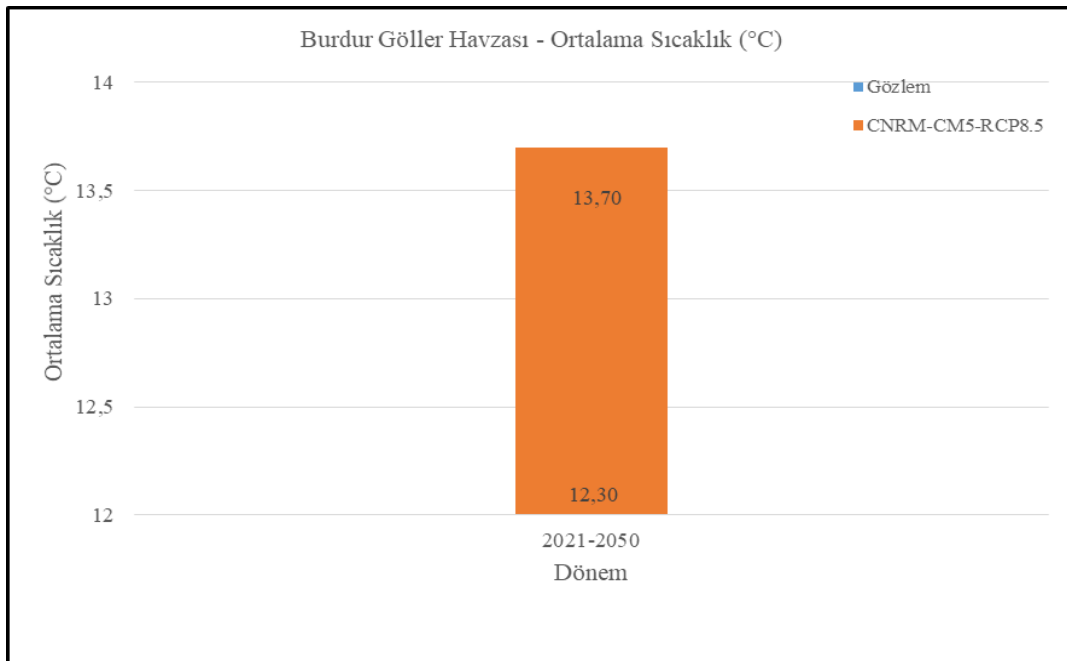
Ayrıca, 1975-2020 yılları arasındaki Burdur iline ait iklim parametreleri (ortalama sıcaklık, buharlaşma ve yağış) Tablo 3'te gösterilmiştir. Tablo 3'e bakıldığında buharlaşma ve ortalama sıcaklık değerlerinde artış, yağış değerlerinde ise düşüş göze çarpmaktadır. Tablo 3'de yer alan ortalama sıcaklık, buharlaşma ve yağış

parametreleri DSİ Etüd ve Plan Daire Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğünden alınmıştır. Kayıt altına alınan iklim parametrelerinin alındığı istasyon bilgileri; istasyon adı Burdur, istasyon numarası 17238'dir. Enlem ve boylam bilgileri 37° 40' - 30° 20' olarak verilmiştir. Burdur Gölü'ne en yakın istasyon olduğu için 17238 numaralı istasyonun iklim parametreleri kullanılmıştır.

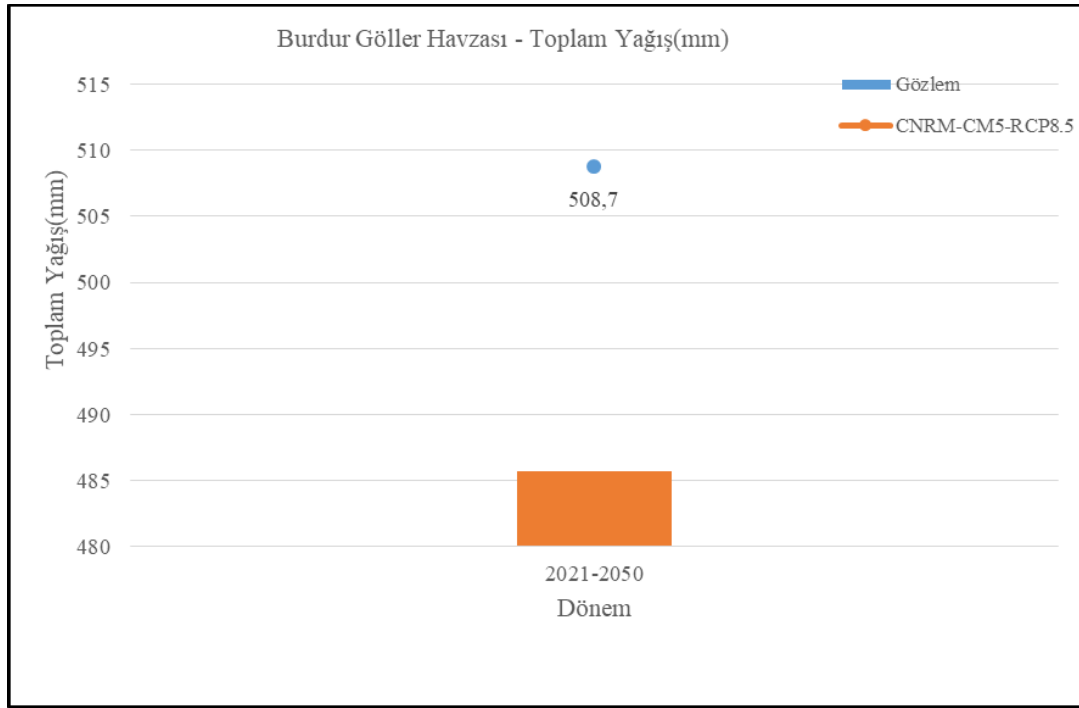
Tablo 3. Burdur iline ait iklim parametreleri (climate parameters of Burdur province) (DSİ, 2017)

Yıllar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Buharlaşma (mm)	Yağış (mm)	Yıllar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Buharlaşma (mm)	Yağış (mm)
1975	12,60	1093,90	445,40	1998	13,70	1248,00	535,70
1976	12,20	1127,30	457,90	1999	13,80	1054,60	310,70
1977	13,40	1168,70	287,20	2000	12,80	1141,50	444,90
1978	13,30	1144,40	460,50	2001	14,20	1252,00	547,60
1979	13,50	1183,30	571,10	2002	13,00	1093,90	501,00
1980	12,80	1218,80	422,60	2003	13,20	1214,30	594,20
1981	13,50	846,30	434,50	2004	13,30	1276,70	439,70
1982	12,40	1084,40	378,80	2005	13,10	1197,20	417,90
1983	12,10	964,30	445,70	2006	13,40	1209,50	472,10
1984	13,00	1037,60	405,40	2007	14,00	1547,60	368,30
1985	13,00	1190,30	477,20	2008	14,00	1477,40	276,40
1986	13,40	1151,90	315,10	2009	13,90	1139,20	529,70
1987	12,70	1132,30	451,30	2010	15,10	1148,80	472,30
1988	12,90	1126,10	415,10	2011	11,30	1207,70	466,20
1989	13,10	1190,80	288,00	2012	12,60	1477,70	323,60
1990	13,30	1030,30	303,20	2013	14,20	1292,15	346,50
1991	12,70	1126,20	463,70	2014	14,20	1454,40	452,10
1992	11,70	1206,00	280,90	2015	13,90	1275,50	587,49
1993	12,70	1247,30	377,40	2016	13,82	1317,52	425,75
1994	13,80	1336,40	450,60	2017	13,90	1251,71	425,39
1995	13,20	1224,50	363,50	2018	14,36	1272,85	478,87
1996	13,20	1186,70	455,30	2019	14,64	1456,51	380,20
1997	12,40	1133,30	516,40	2020	14,63	1402,94	373,34

2021 ve 2050 yılları arasındaki sıcaklık, yağış ve buharlaşma tahminleri için iklim projeksiyonlarından yararlanılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Hesaplamalar sırasında sıcaklık ve yağış projeksiyonu kullanılırken, buharlaşma için herhangi bir projeksiyon verisi bulunmadığı için sıcaklık artışına bağlı olarak bu periyotta buharlaşmanın %15 artış göstereceği kabul edilmiş ve bu artış 30 yıla düzenli olarak dağıtılmıştır. Bu kapsamda CNRM-CM5-RCP8.5 iklim değişikliği modeli kullanılarak elde edilen sıcaklık ve yağış tahminlerine ait grafikler Şekil 3 ve 4'te verilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).



Şekil 3. Burdur Gölü havzası sıcaklık projeksiyonu (temperature projection of Burdur Lake basin)



Şekil 4. Burdur göller havzası yağış projeksiyonu (precipitation projection Of Burdur lakes basin)(Tarım Ve Orman Bakanlığı, 2021)

İklim projeksiyonlarında sıcaklık değerleri göz önüne alındığında 2021-2050 yılları arasındaki süreçte sıcaklığın 12,30 °C'den 13,70 °C'ye çıkacağı, yani 1,40 °C artacağı tahmin edilmektedir. Yüzdesele olarak artışına bakıldığında sıcaklığın 2021 yılından 2050 yılına kadar ortalama %11,38 artması beklenmektedir. İklim projeksiyonlarının bir diğeri çıktısı olan yağış projeksiyonu 2021-2050 yılları arasındaki süreçte incelendiğinde yağış miktarının 508,70 mm'den 485,70 mm'ye düşmesi, yani ortalama olarak 23 mm düşeceği tahmin edilmektedir. Yüzdesele olarak azalışına bakıldığında yağışın 2021 yılından 2050 yılına kadar ortalama %4,50 azalması beklenmektedir. Buharlaşma projeksiyonuna dair herhangi bir bilgi bulunmadığı için buharlaşma projeksiyonu için bazı kabuller yapılmıştır. 2021-2050 yılları arasındaki sıcaklık artışının %11,38 olarak tahmin edilmesinden dolayı buharlaşmadaki artışın 2021-2050 yılları arasında %15 olacağı kabulü yapılarak göl seviyesi değişimi ile ilgili hesaplamalarda bu artış miktarı dikkate alınmıştır.

2021 ve 2050 yılları arasındaki sıcaklık, yağış ve buharlaşma tahminleri için iklim projeksiyonlarından yararlanılmıştır. İklim projeksiyonları Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkisi projesinden elde edilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Çalışmada kullanılan sıcaklık (12,30 °C ve 13,70 °C) ve yağış (508,7 mm) değerleri projede hesaplanmış değerlerdir. Projede yer alan değerler CNRM-CM5-RCP8.5 iklim modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. CNRM-CM5 (Centre National de Recherches Météorologiques – Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi) işbirliğiyle geliştirilen bir yer sistem modelidir (Ballı, 2019). Bu model CNRM-GAME (Centre National de Recherches Météorologiques-Groupe d'études de l'Atmosphère Météorologique) ve Cerfacs (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée) tarafından CMIP5'e katkı yapmak üzere geliştirilmiştir. CNRM-CM5 modeli kış mevsiminde Avrupa üzerinde genel olarak soğuk yanlılık ortaya koymuştur (Cattiaux vd., 2013). Ayrıca radyoaktif zorlanmanın 2100 yılına kadar olan sürecini dikkate alan RCP senaryolarından sera gazı salınımının en yüksek olduğu RCP8.5 senaryosu kullanılarak sıcaklık ve buharlaşma etkilerinin en yüksek seviyeleri dikkate alınmıştır.

3.2. Metot (Method)

Bu çalışmada, mevcut veriler (sıcaklık, yağış, buharlaşma, göl seviyesi, göl hacmi) üzerinde korelasyon analizi yapılmıştır. Ayrıca, göl hacmi ve su seviyesi arasında geçiş yapılırken ara değerlerin bulunması için doğrusal enterpolasyon yönteminden yararlanılmıştır.

Korelasyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığını, eğer herhangi bir ilişki mevcut ise bu ilişkinin yönünü ve derecesini belirlemeye yarayan bir yöntemdir. Fakat ilgileşim değeri mevcut değişkenler arasındaki ilişkinin nedenini göstermez. Korelasyon katsayısının değer aralığı -1 ile +1 arasındadır (Tablo 4). Bu değer +1 çıkması iki değişken arasında yüksek pozitif ilişkinin bulunduğunu, -1 ise yüksek negatif ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısının 0'a yaklaşması ilişkinin kuvvetinin azaldığını, 0 olması ise iki değişken arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı anlamına gelir (Terzi, 2018).

Tablo 4. Korelasyon katsayısı değer aralıkları (value ranges of correlation coefficient) (Terzi, 2018)

r (Korelasyon Değerleri)	
0,00-0,25	Çok Zayıf
0,26-0,49	Zayıf
0,50-0,69	Orta
0,70-0,89	Yüksek
0,90-1,00	Çok Yüksek

Korelasyon katsayısı; r, n=gözlem sayısı, x ve y ise korelasyonu hesaplanacak değerler olmak üzere Denklem 1 ile hesaplanır (Terzi, 2018).

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

Burdur Gölü'ne ait seviye ve hacim ölçüm değerlerinin düzenlenmesinde (seviye değerlerinden hacim değerlerine geçerken veya hacim değerlerinden seviye değerlerine geçerken) kot-alan-hacim tablosundaki ölçülmüş değerlerden ve mevcut verilerin doğrusal enterpolasyon işleminden faydalanılmıştır. Doğrusal enterpolasyon; bilinmekte olan iki değer arasındaki doğru formülü elde ederek ara değer hesaplanmıştır. (x1,y1) ve (x2,y2) noktalarından geçen doğru denklemi;

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \quad (2)$$

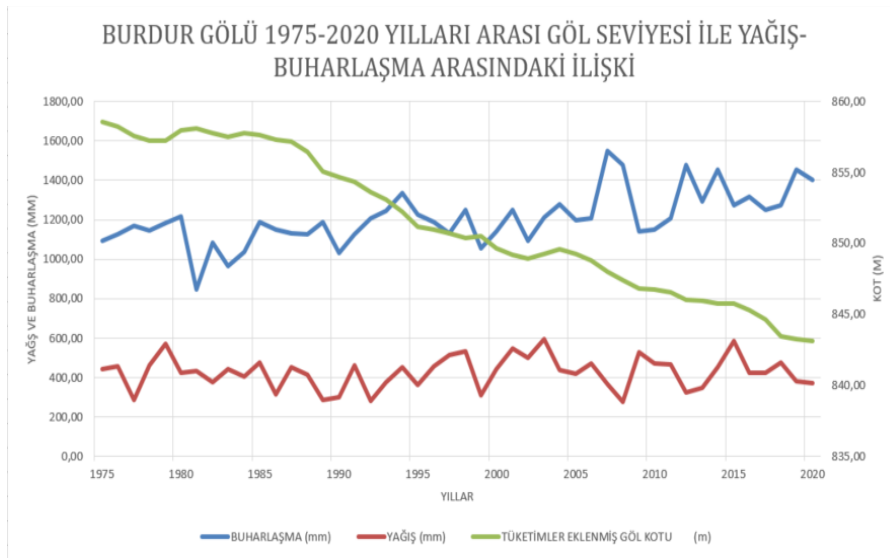
olduğundan x yerine hesaplanmak istenen x1 ara değeri için y1 bulunur (Vatansever, 2011).

4. Bulgular ve Tartışma (Findings and Discussion)

Bu bölümde Burdur Gölü göl seviyesi ile iklim parametreleri arasındaki ilişki korelasyon yöntemi ile tespit edilmiştir. Göl seviyesi ve göl hacminin yıllara göre değişimi belirlenmiş ve oluşan düşüş trendi yorumlanmıştır. Ayrıca iklim projeksiyonları dikkate alınarak göl seviyesi ve hacmi 2021-2050 periyodu için tekrar hesaplanmış ve iklim değişikliğinin göl seviyesi üzerindeki etkileri ile ilgili tahminler ele alınmıştır.

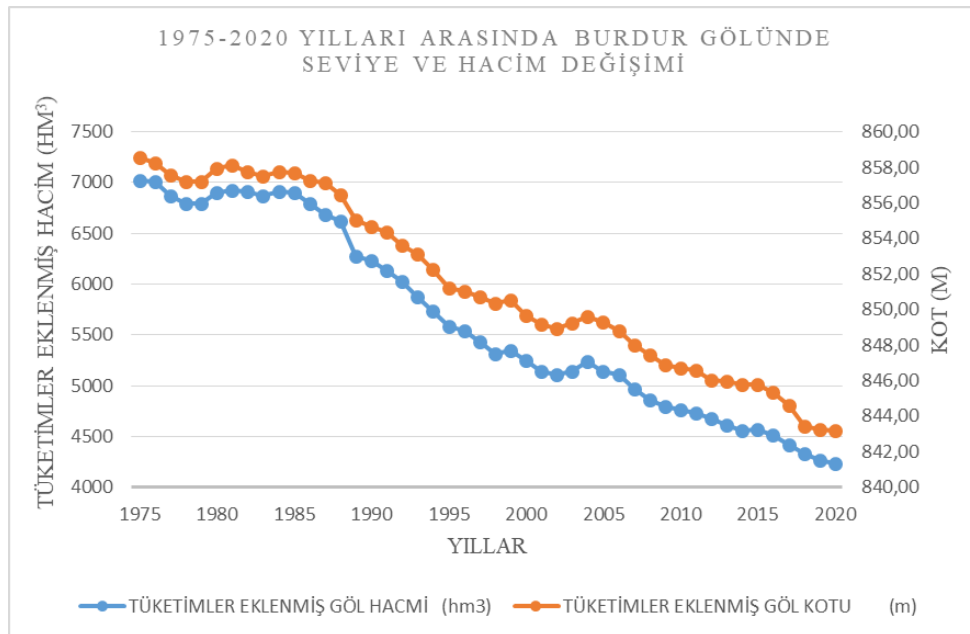
4.1. Göl Seviyesi ve İklim Parametreleri Arasındaki İlişki (Relationship Between Lake Level And Climate Parameters)

Şekil 5'te belirtilen grafikte Burdur Gölü 1975-2020 periyodunda göl seviyesi ile yağış ve buharlaşma arasındaki ilişki görülmektedir. Şekil 5'de görüldüğü gibi, buharlaşma bu periyotta genel bir artma ya da azalma eğilimi göstermemiştir, ancak periyot başlangıcına göre bir artış söz konusudur. Periyodun başlangıç yıllarında buharlaşma ortalama 1143,52 mm değerlerinde iken periyodun son yıllarında ortalama 1340,31 mm'dir. Yağış için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Bunun nedeni, grafikten de anlaşılacağı gibi 45 yıllık dönemde yağışın artma ve azalma eğilimi sürekli olarak değişmektedir. Göl seviyesindeki değişim incelendiğinde ise sürekli bir azalma eğilimi içerisindedir. Göl seviyesi periyodun başlangıç yıllarında ortalama 857,76 m iken son yıllarında yaklaşık 14 m daha düşük olarak ortalama 843,97 m elde edilmiştir. Genel olarak göl seviyesindeki bu azalma sıcaklıktaki ve buna bağlı olarak buharlaşmadaki artışa bağlıdır. Bunun nedeni yağışın arttığı dönemlerde bile yağış miktarı buharlaşma miktarının altında kalmasıdır. Göl seviyesi-yağış arasındaki korelasyon katsayısı -0,1066 olarak elde edilirken, göl seviyesi-buharlaşma arasında -0,6452 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ışığında, göl seviyesi ile buharlaşma arasında orta olumsuz bir ilişki bulunduğu, göl seviyesi ile yağış arasında ise olumsuz çok zayıf bir ilişkinin bulunduğu söylenebilir. Buradan da anlaşılacağı gibi, göl seviyesindeki değişime sıcaklık artışı ile artan buharlaşma, yağıştan daha çok etki etmektedir.



Şekil 5. Burdur gölü seviyesi - yağış ve buharlaşma arasındaki ilişki (1975-2020)
(Burdur lake level, the relationship between precipitation and evaporation (1975 - 2020))

Şekil 6'da verilen grafikte görüldüğü gibi 1975-2020 yılları arasında göl seviyesi ve göl hacmindeki azalma trendi açık bir şekilde görülmektedir. Periyodun başlangıç yıllarında göl seviyesi ortalama 857,76 m iken son yıllarında göl seviyesi ortalama 843,09 m'ye düşmüştür. Göl seviyesindeki maksimum değer 858,57 m ile 1975 yılında, minimum değer ise 843,16 m ile 2020 yılında olması azalma trendini daha açık şekilde gözler önüne sermektedir. Göl seviyesindeki azalış periyodun başlangıç yılından sonlarına doğru ortalama %1,71 olarak elde edilmektedir. Periyodun başlangıç yıllarında göl hacmi ortalama 6896,33 hm³ iken son yıllarında göl hacmi 4354,19 hm³'e düşmüştür. Göl hacmindeki azalış periyodun başlangıç yılından sonlarına doğru ortalama %36,86 çıkmaktadır. 45 yıllık dönem boyunca bazı yıllarda göl seviyesi ve hacmi önceki yıllara göre artış gösterse bile genel olarak göl seviyesi ve hacmindeki azalmanın önüne geçilemediği açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 6. Burdur Gölü göl hacmi ve seviyesindeki değişim (1975-2020)
(change in lake volume and level of Burdur Lake (1975 - 2020))

4.1. 2021-2050 Yılları Arasında Burdur Gölü Su Bilançosu Tahminleri (Burdur Lake Water Balance Sheet Forecasts Between 2021-2050)

İklim projeksiyonları verilerinde buharlaşmaya dair veri olmadığı için 2021 - 2050 yılları arasındaki buharlaşmadaki artış %15 olarak kabul edilmiştir. 30 yıllık süreçteki %15'lik artış her yıl düzenli olarak 0.005 mm artacak şekilde 30 yıllık periyotta homojen şekilde dağıtmıştır. %15'lik artış kabulünün yapılmasının nedeni buharlaşma ile göl hacmi arasında orta derecede korelasyon ilişkisinin çıkması ve göl hacmindeki azalışın 2020

yılı ili 2050 yılları arasında yaklaşık olarak ortalama %18,12 düşeceğinin tahmin edilmesidir (Ataol,2010). Yağış projeksiyonunda ise ortalama olarak % 4,50 azalma olduğu hesaplanmıştır. 30 yıllık süreçteki toplam % 4,50'lik azalış her yıl düzenli olarak % 0,15 azalacak şekilde göldeki su kayıplarına dahil edilmiştir. Tablo 2'de yer alan kot-alan-hacim değerlerinden yararlanılarak, korelasyon ve enterpolasyon yöntemleri ile 2021-2050 yılları arasındaki Burdur Gölü su seviyesi değerleri elde edilmiştir. Elde edilen göl seviye değerlerine iklim etkisi de (yağış ve buharlaşma) eklenerek tahmini göl seviyesi değerleri hesaplanmıştır. Buharlaşma, yağış ve göl su seviyesinin 2021-2050 yılları arasındaki tahmin edilen değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. 2021-2050 yılları arası tahmini yağış, buharlaşma ve göl seviyesi değerleri
(estimated precipitation, evaporation and lake level values for 2021 – 2050)

Yıllar	Tahmini Yağış (mm)	Tahmini Buharlaşma (mm)	Tahmini Göl Seviyesi (m)
2021	372,78	1409,96	843,86
2022	372,22	1417,01	843,66
2023	371,66	1424,09	843,34
2024	371,10	1431,21	842,94
2025	370,55	1438,37	842,23
2026	369,99	1445,56	841,52
2027	369,44	1452,79	840,94
2028	368,88	1460,05	840,46
2029	368,33	1467,35	839,95
2030	367,78	1474,69	839,57
2031	367,22	1482,06	839,22
2032	366,67	1489,47	838,84
2033	366,12	1496,92	838,43
2034	365,57	1504,41	838,59
2035	365,03	1511,93	838,36
2036	364,48	1519,49	837,97
2037	363,93	1527,09	837,43
2038	363,39	1534,72	837,54
2039	362,84	1542,39	838,03
2040	362,30	1550,11	838,51
2041	361,75	1557,86	838,41
2042	361,21	1565,65	838,09
2043	360,67	1573,47	837,96
2044	360,13	1581,34	837,65
2045	359,59	1589,25	837,33
2046	359,05	1597,19	837,42
2047	358,51	1605,18	837,48
2048	357,97	1613,21	837,67
2049	357,44	1621,27	837,92
2050	356,90	1629,38	837,81

Tablo 5'de 2021-2050 yılları arasında göl seviyesi ve göl hacmindeki azalma trendi açık bir şekilde görülmektedir. 30 yıllık dönemde bazı yıllarda göl seviyesi ve hacmi önceki yıllara göre artış gösterse bile genel olarak göl seviyesi ve hacmindeki azalmanın önüne geçilemeyeceği anlaşılmaktadır. Göl seviyesindeki 2021-2050 yılları arasındaki tahmini veriler incelendiğinde maksimum değer 843,86 m ile 2021 yılında, minimum değer ise 837,33 m ile 2045 yılındadır. 2021 - 2050 yılları arasındaki göl seviyesindeki tahmini azalış ortalama %0.72 olarak hesaplanmaktadır. Göl hacmindeki veriler incelendiğinde ise maksimum değer 4414,31 hm³ ile 2021 yılında, minimum değer ise 3514,29 hm³ ile 2047 yılındadır. 2021-2050 yılları arasındaki göl hacmindeki tahmini azalış ortalama %17.75 bulunmaktadır. Net mevcut su tüketimlerinin bu şekilde devam etmesi halinde göl seviyesindeki kayıpların ilerleyen yıllarda küresel ısınma ile beraber hiçbir şekilde önüne geçilemeyeceği görülmektedir.

5. Sonuçlar ve Öneriler (Results and Recommendations)

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen veriler doğrultusunda Burdur Gölü parametreleri ile iklim parametreleri arasındaki etkileşimi gösterebilmek için istatistiksel analiz yöntemi olan korelasyon analizi 1975-2020 yılları arası için uygulanmıştır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan elde edilen veriler doğrultusunda iklim projeksiyonları ile göl parametreleri arasında ilişki kurularak 2021-2050 yılları arasındaki Burdur Gölü su bilançosu çıkarılmıştır.

1975-2020 yılları arasındaki göl seviyesi verilerine göre, periyodun başlangıç yıllarında göl seviyesi ortalama 857,76 m, son yıllarında göl seviyesi ortalama 843,09 m'ye düşmüştür. Göl seviyesindeki maksimum değer 1975 yılında 858,57 m, minimum değer ise 2020 yılında 843,16 m ile görülmüştür.

Yapılan korelasyon analizleri sonucunda göl seviyesi ile buharlaşma arasında (-0,6452) negatif yönlü orta derecede anlamlı ilişki, göl seviyesi ile yağış arasında (-0,1066) negatif yönlü çok zayıf derecede anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

İklim parametreleri ile göl parametreleri arasındaki ilişki kurularak yapılan Burdur Gölü su bilançosuna göre 1975-2020 yılları arasındaki göl seviyesi ve hacmindeki azalma trendi 2021-2050 yılları arasında da devam etmektedir. 2021-2050 yılları arasındaki tahmini veriler incelendiğinde uzun yıllık dönemde bazı yıllarda göl seviyesi ve hacminde önceki yıllara göre artış olsa bile genel olarak göl seviyesi ve hacmindeki azalmanın gerekli tedbirler alınmadığı sürece önüne geçilemeyeceği anlaşılmaktadır. Çünkü 2021-2050 yılları arasında hesaplanmış olan su bilançosuna göre maksimum göl seviyesi 843,86 m ile 2021 yılında, minimum göl seviyesi ise 837,33 m ile 2045 yılında tespit edilmiştir. 2021-2050 yılları arasındaki tahmini hesaplamalara göre göl seviyesinde göl tabanına göre %0,72, göl hacminde ise %17,75 azalış beklenmektedir.

Ülkemizin önemli ve büyük göllerinin biri olan Burdur Gölü'ndeki bu su kaybının önüne geçmek için, iklim değişikliği ile artış gösteren buharlaşmanın azaltılması konusunda önlemler alınmalı, sulama ve içme suyu sistemlerindeki kayıp-kaçak oranları düşürülmeli, çevrede açılan kontrolsüz kuyuları kontrol altına alınmalı ve iklim parametreleri de hesaba katılarak Burdur Gölü için yeni bir eylem planı yapılmalıdır.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüktaş, D., Ünlü, M., Kapur, B., 2010. Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, TMMOB ZMO, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Ankara, 83-118.
- Küçükyaman, D., 2010. Kovada Gölü'nün hidrolojik ve meteorolojik kuralık analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., Shaw, D., 1994. The impact of global warming on agriculture: A ricardian analysis, American Economic Review, 84/4, 753-771.
- Usta, A., 2016. Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi. 3/2, 01-09.
- Aktaş, S., 2018. Eğirdir Gölü beslenme havzası ve gölün geleceği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Göncü, S., Albek, E. A., Albek, M., 2017. Burdur, Eğirdir, Sapanca ve Tuz gölleri su seviyelerinin nonparametric istatistik yöntemler ile eğilim analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17/2 .555-570, Doi: 10.5578/fmbd.57389
- Bahadır, M., 2012. Kovada Gölü'nde seviye değişimlerinin istatistiksel analizi, Turkish Studies, 7/3, 441-452, Doi: 10.7827/TurkishStudies.3757
- Erginyürek, Y., 2018. Van Gölü kapalı havzasında yağış-akım analizleri ve göl seviye değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Zhang, G., Xie, H., Zhu, M., 2010. Water level changes of two Tibetan lakes Nam Co and Selin Co from ICESat altimetry data, 2010 Second IITA International Conference on Geoscience and Remote Sensing, 463-466, doi:10.1109/IITA-GRS.2020.5602644
- Fathian, F., Dehghan, Z., Eslamian, S., 2014. Analysis of water level changes in Lake Urmia based on data characteristics and non-parametric test, International Journal of Hydrology Science and Technology, 4/1, 18-38, Doi:10.1504/IJHST.2014.064398
- MAKÜ, 2012. Burdur Gölü'nün sorunları, çözümleri, yönetimi ve ekonomik potansiyeli Doğrudan faaliyet desteği proje sonuç raporu, Burdur. [İnternet]. Erişim: <https://www.baka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/1557486317BurdurGoluSorunlaricozumleriYonetimiveEkonomikPotansiyeli.pdf>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2021.

- TÜBİTAK, 2009. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Burdur Havzası, Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü, Kocaeli. [İnternet]. Erişim:https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20koruma%20eylem%20planlar%C4%B1/Burdur_Havzas%C4%B1.pdf , Son Erişim Tarihi: 05.08.2021.
- [İnternet]. Erişim: <https://earthengine.google.com/>, Son Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019. Burdur Havzası Nehir Havzası Yönetim Planı, Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu (Taslak), Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ, 2017. Burdur havzası master plan çalışması; Hidromark, DSİ Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. [İnternet]. Erişim: iklim.tarimorman.gov.tr/NewCBS/, Son Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- Terzi, Y., 2018. Temel İstatistik II Ders Notları. [İnternet]. Erişim:<https://ist-fef.omu.edu.tr/tr/hakkimizda/ders-notlari/TEMEL%20%C4%B0ST%20II-2018.pdf>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2021.
- Vatansever, F., Doğal, G., 2011. Klasik enterpolasyon yöntemleri ve yapay sinir ağı yaklaşımlarının karşılaştırılması, 6thInternational Advanced Technologies Symposium, Elazığ, 51-54.
- Ballı, C., 2019. İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi, 2. Eğitim Çalışması, [İnternet]. Erişim:https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20SON/%C4%B0klim%20Projeksiyonlar%C4%B1-Veri%20Analizi_CBalli.pdf
- Vaheddoost, B., 2017. Urmiye Gölü su seviyesi için regresif stokastik modeller”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Davraz, A., Sener, E., Şener, Ş., Varol, S., 2014. Water Balance of the Eğirdir Lake and the Influence of Budget Components, Isparta, Turkey. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Doi:18. 10.19113/sdufbed.75568.
- Köle, M., 2014. Ankara Örneklemini Üzerinde Cumhuriyet Dönemi Su Kaynakları Yönetim Modelleri, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 18(1), 69.
- Sabuncu, A., 2020. Burdur Gölü Kıyı Şeridindeki Değişiminin Uzaktan Algılama ile Haritalanması. Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering. 20. Doi:10.35414/akufemubid.711653.
- Cattiaux, J., Douville, H., Peings, Y., 2013. European temperatures in CMIP5: origins of present-day biases and future uncertainties. Climate Dynamics Vol. 41, 2889-2907.
- Ataol, M., 2010. Burdur Gölü'nde seviye değişimleri. Coğrafi Bilimler Dergisi, 7, 51-64.