

## Bursa Kentinin İçme ve Kullanma Suyu Tüketim Miktarlarının Coğrafi Bilgi Sistemi ile İncelenmesi

Aslıhan KATİP<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*aballi@uludag.edu.tr

### ÖZET

Gelişen dünya şartları, sanayileşme, kentleşme ve nüfus gibi faktörlerin artışı da beraberinde getirmektedir. Ayrıca gelişen, iş istihdamını ve yaşam konforunu arttıran şehirlere doğru göçler de meydana gelmiştir. Bursa İli Türkiye'nin en önemli sanayi kentlerinden biridir. Ayrıca, ülkemizin en kalabalık dördüncü şehridir. Nüfusun artışı elbette beraberinde bir takım çevre sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, coğrafi bilgi sistemi kullanılarak Bursa İlinin su kullanımının incelenmesi ve buna bağlı olarak oluşabilecek çevre sorunlarının değerlendirilmesidir. Bu çalışma kapsamında Bursa Kentinin 1965 ile 2015 yılları arasındaki su tüketimi incelenerek, 2015 yılı hesaplamalarına göre ilçelerinin su tüketimleri Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritalandırılmıştır. Bursa'nın il ve ilçe merkezlerinde yıllık nüfus artış hızının %2,65, 1990-2015 yılları arasında su kullanımında ise % 89,57 oranında bir artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu artıştaki en büyük paya sahip ilçeler; Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım, su kullanım miktarı minimum olan ilçeler; Harmancık, Büyükorhan, Keles olarak belirlenmiştir. Oluşan atıksu miktarı su kullanımına paralel bir değişim göstermektedir. Nüfusta gerçekleşen artış bir yandan bazı sosyal hizmetlerin sunulmasına, sanayi dallarının gelişmesine, gelir düzeyinin artmasına yol açmaktadır. Ancak geniş yoksul kesimlerin kentlerde yığılmasına, tarımsal arazinin kaybına, arazi değerlerinde dengesiz ve aşırı artışlara, kamu hizmetlerinin kalitesinin düşmesine ve özellikle su kullanımının ve buna bağlı olarak atıksu miktarının artmasına, oluşan katı atık miktarının artmasına neden olabilmektedir. Tarım ve sanayi gibi diğer su kullanım taleplerinin de coğrafi bilgi sistemleri ile farklı analizlerinin yapılması Bursa Kentinin su ayak izinin azaltılmasına katkı sağlayabilecektir.

**Anahtar Kelimeler: Bursa, Su Kullanımı, Coğrafi Bilgi Sistemi**

### Investigation of the Amount of Potable and Utility Water Consumption in Bursa City with the Geographical Information System

#### ABSTRACT

Developing world conditions have been accompanied by an increase in factors such as industrialization, urbanization and population. In addition, migrations to cities wherein enhancing the work environment and comfort have been. Bursa City is one of the most important industrial cities in Turkey and the fourth most populous city in our country. The increase in population, of course, brings with it a number of environmental problems. The aims of this study are to examine the water utilization of Bursa Province by using Geographical Information System and to evaluate the environmental problems that may arise

*accordingly. In this study, water consumption of Bursa city between 1965 and 2015 was examined and according to 2015 year calculations, the water consumption of the districts is mapped with the Geographic Information System. It has been determined that the annual population growth rate in the province and districts of Bursa increased by 2.65%. It was determined that an increase of 89.57% of Potable and utility water consumption in Bursa City was consisted. The districts had high water usage were Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım but lower amount of water usages were in the districts of Harmancık, Büyükşehir and Keles. The amount of consisted wastewater in that districts showed a similar alteration. Increasing of population cause the presentation of the social services, the development of industrial branches, the increase in revenue level but it caused the collapsing the wide poor segments of populations in the cities, losing of agricultural land, uneven increases in land values, falling the quality of public services, remaining of water usages, wastewater and solid wastes amounts. The Geographical information system analyses of other water usage requirements such as agriculture and industry will contribute to reduce the water foot print of Bursa city.*

**Key words: Bursa, Water Consumption, Geographical Information System**

## 1. GİRİŞ

İnsanlığın tüm dünya üzerinde gün geçtikçe artan bir hızla sanayileşme çabaları ve kırsal alanlardan kentleşme sürecine girişi önceleri pek önem verilmemesine rağmen, son yıllarda insanlığı tehdit edecek şekilde ciddi boyutlarda çevre kirlenmesine yol açmıştır ve bu kirlenme hızla artmaktadır. Suyun, havanın, toprağın kirlenmesi verimsiz ve canlılara zararlı hale getirilmesi sonucunda öldürücü olan birçok hastalık artış gösterebilmektedir. Günümüzde birçok ülkede büyük kentler daha da büyüme sürecine girmiştir. Özellikle de gelişmekte olan ülkelerde nüfus gittikçe daha az sayıda büyük yerleşmede yığılmaktadır. Bu durum geniş yoksul kesimlerin kentlerde yığılmasına, tarımsal arazinin kaybına, arazi değerlerinin dengesiz ve aşırı artışlara, kamu hizmetlerinin kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir (Cacina ve ark., 2017). Dünya’da ve Ülkemiz’de yağış rejiminin küresel iklim değişikliği ve dönemsel su döngüsündeki dalgalanma nedeni ile değiştiği görülmektedir. Sanayileşme ve kentleşmenin yol açtığı ve yukarıda bahsettiğimiz çevre sorunları dışında gürültü, ses, trafik, şehirlerin ısıtılması vb. gibi faktörler de dolaylı yollardan yaşamı etkilemektedirler (Şakar, 2004). Şehirler tüketimin sıcak noktalarıdır. Birleşmiş Milletler sürdürülebilir gelişmenin hedeflerinden biri olarak sürdürülebilir şehirler ve toplumları belirlemiştir. Kentlerdeki direkt ve dolaylı tüketimin önlenmesi sürdürülebilirlik için en önemli anahtardır (Vanham, ve ark., 2017). Genel olarak doğrudan su tüketimi önlenebilirken, dolaylı tüketimleri önlemek daha zor olabilmektedir. Kent sakinlerinin mal ve hizmetleri için ihtiyacı olan su tüketimleri su ayak izi olarak tanımlanmaktadır (Hoekstra ve Mekonnen, 2012). Coğrafi bilgi sistemleri ve ilgili teknolojiler su kaynaklarının yönetilmesinde kullanılmaktadır (Ginther, 2007). Özellikle kent belediyelerinin su ihtiyaçlarının analizinin yapılması ile ilgili çalışmalar son derece etkili olmaktadır (Shandas, ve ark., 2003). Hidrolojik Bilgi Sistemi (HBS) su miktarı ve kalitesi ilgili konularda devletlerin çeşitli birimlerinin özel bilgi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. HBS, birincil ve ikincil veri ve araçları derleyerek, verileri ve bilgileri uzaysal ve zamansal olarak analiz etmekte ve görselleştirmektedir. Ayrıca hidrolojik modeller için dolaylı olarak veri tabanı da oluşturmaktadır. Böylelikle su ile ilgili planlama ve yönetim için altyapı gereksinimleri sağlanabilmektedir (Patil ve Gosain, 2013). Son yıllarda, hanelerdeki su tüketimleri ve en yakın su kaynağına olan mesafeleri hesaplanarak, su talebi erişim dengesi belirlenmeye çalışılmaktadır. Böylelikle güvenli içme ve kullanma suyu erişimi sağlanabilmektedir (Ntozini ve ark., 2015).

Bu çalışmada, Bursa Kenti İlçelerinin nüfus artışı incelenerek mevcut ve gelecekte olabilecek su sıkıntılarının bölgesel değişimini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 1965 ile 2015 yılları arasında 17 İlçenin nüfus ve kullanma suyu miktarlarının yıllık değişimleri incelenmiştir ve nedenleri değerlendirilmiştir. Ayrıca yapılan hesaplamalar Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritalandırılmıştır. Bu çalışma ülkemizde gelecekte olabilecek nüfus artışı, iklim değişikliği, kuraklık, sel ya da diğer doğal afetler nedeni ile olabilecek su sıkıntılarını karşı önlem alabilmek ve su kaynaklarını iyi yönetebilmek için bilgi sağlaması açısından önemlidir.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Bursa iline bağlı 17 ilçenin 1965-2015 yılları arasında yapılan nüfus sayımlarından elde edilen değerler TÜİK'ten alınmıştır (TÜİK, 2017). Su kullanım miktarları İller Bankası Yöntemine göre hesaplanmıştır (İLBANK, 2013).

İller bankası formülü aşağıdaki gibidir:

$$Q = \frac{N \times q \times 10^{-3}}{86400} \quad (2.1)$$

Q = Debi (m<sup>3</sup>/sn)

q = Birim debi (L/kişi.gün)

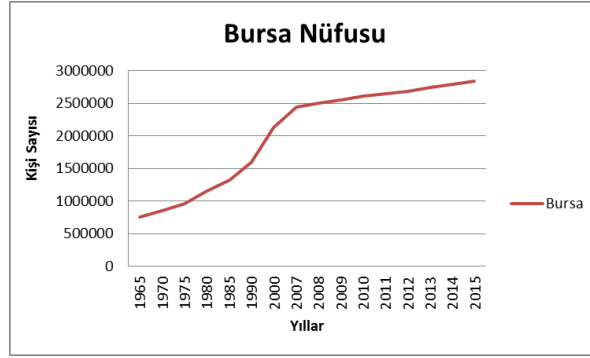
N = Nüfus (kişi)

Bursa kenti ilçelerinin nüfus ve su kullanım değerlerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritalandırılmasında ArcGIS 10.3.1 programı kullanılmıştır (ESRI, 2010).

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 3.1. Bursa Kenti İlçe Nüfus Değerleri

Türkiye'nin nüfus artış hızı ile Bursa ilinin nüfus artışı paralellik göstermektedir. Türkiye nüfusuna oranı %3,61'dir (TÜİK, 2017). 1965-2015 yılları arasında Bursa'nın ilçelere bağlı olarak nüfus değişimi incelenmiştir. Yıllara bağlı olarak nüfusta sürekli olarak artış gözlenmiştir. İl ve ilçe merkezlerindeki nüfus artış hızları köylere göre yüksektir. Bursa'nın il ve ilçe merkezlerinde yıllık nüfus artış hızı %2,65'tir. Şekil 1'de Bursa nüfusunun yıllara göre değişimleri görülmektedir. Bursa İlının nüfusu 1965 yılında 755504 kişi iken 2015 yılında bu sayı 2842547 kişiye kadar ulaşmıştır ve toplamda % 276,2 oranında bir artış meydana gelmiştir. 1990-2015 yılları arasında Bursa ilçelerindeki nüfus değişimi incelenmiş ve bazı ilçelerde yıllara bağlı olarak nüfus miktarında artış gözlemlenirken bazı ilçelerde ise nüfus miktarında azalma gözlemlenmiştir. Artış gözlemlenen ilçeler; Gemlik, Gürsu, İnegöl, Karacabey, Kestel, Mudanya, Nilüfer, Orhangazi, Osmangazi, Yıldırım'dır. En fazla artış gösteren ilçeler sırası ile Nilüfer, Yıldırım, Osmangazi'dir. Azalma gözlemlenen ilçeler ise; Büyükorhan, Harmancık, Keles, Orhaneli'dir. En çok azalma olan ilçe Orhaneli'dir. İznik, Yenişehir ve M. Kemalpaşa'da çok fazla artış ya da azalış gözlemlenmemiştir. 2015 verilerine göre en kalabalık ilçe Osmangazi, en düşük nüfuslu ilçe ise Harmancık olarak belirlenmiştir.



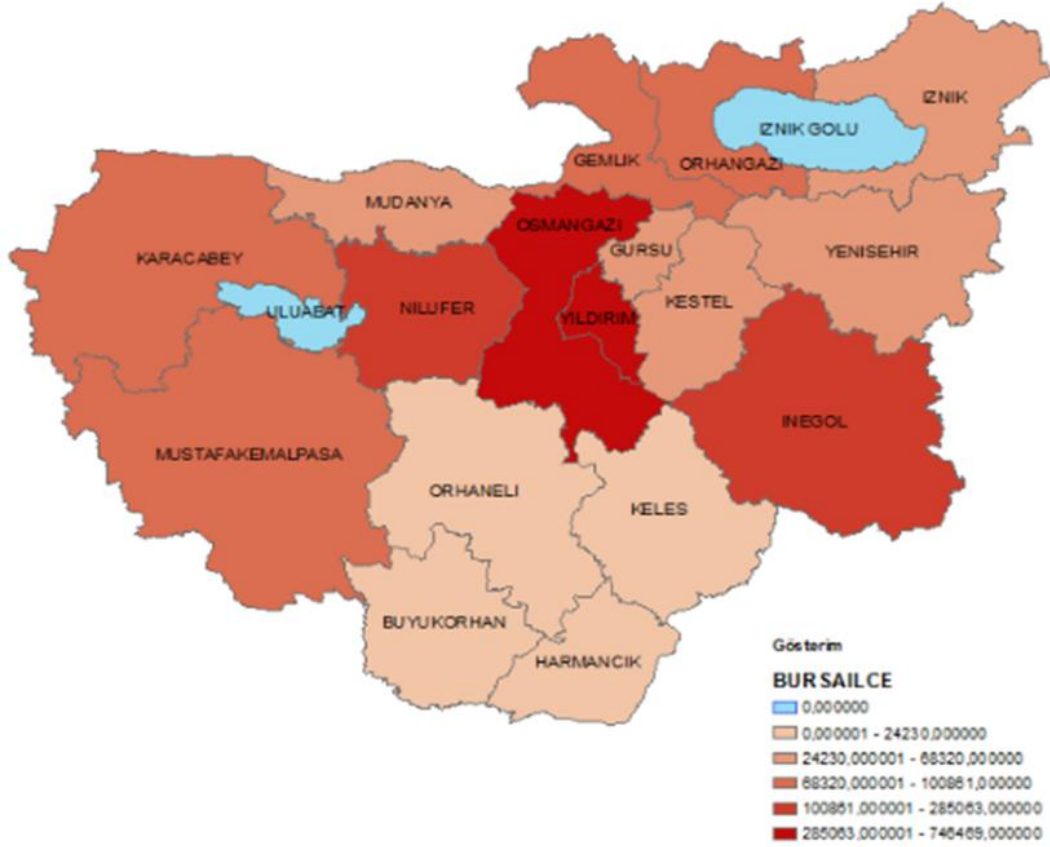
Şekil 1. Bursa nüfusunun yıllara göre değişimleri

Tablo 1’de 1965-2015 yılları arası Bursa İlçeleri nüfusları ve Şekil 2’de 2015 yılı Bursa İlçeleri nüfus dağılımları verilmiştir.

Tablo 1. 1965-2015 yılları arası Bursa İlçeleri nüfusları

İLÇELER	YILLAR															
	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Merkez	306.753	379.484	465.657	607.221	748.358											
Büyükorhan						19.591	16.667	14.199	13.542	13.244	12.743	12.256	11.969	11.913	11.396	10.774
Gemlik	33.886	34.796	39.679	48.106	57.308	78.193	88.472	98.085	98.770	99.234	100.927	101.590	101.257	101.389	103.390	105.484
Gürsu						18.681	28.087	50.039	52.948	55.155	57.942	60.884	64.144	68.872	74.827	79.540
Harmancık						12.149	10.017	8.340	8.156	7.994	7.894	7.532	7.352	7.091	6.873	6.574
İnegöl	76.908	80.778	88.005	97.812	106.372	126.214	186.558	208.314	213.100	215.375	221.116	225.472	229.812	236.168	242.232	249.091
İznik	31.105	34.104	35.959	37.479	39.873	41.942	44.770	44.514	44.524	44.756	44.314	44.010	43.425	43.287	42.727	42.467
Karacabey	57.455	58.466	61.334	65.915	65.509	72.898	76.887	79.115	79.224	78.824	79.229	79.736	79.757	80.527	80.594	80.573
Keles	20.218	20.956	22.296	22.453	22.125	21.675	18.613	15.959	15.468	15.242	14.641	14.327	13.876	13.639	13.124	12.773
Kestel						31.710	44.102	44.456	46.795	47.709	48.198	48.424	48.490	51.872	52.938	54.959
Mudanya	25.247	25.481	26.938	31.029	32.042	38.656	53.965	62.369	65.899	68.954	71.671	73.639	75.344	77.461	80.385	83.174
M.Kemalpaşa	81.268	84.216	88.234	92.586	96.830	100.410	101.531	102.000	102.171	101.800	101.412	100.727	99.994	99.999	99.651	99.781
Nilüfer						65.799	178.682	251.344	270.502	282.991	298.911	316.753	339.667	358.265	375.474	397.303
Orhaneli	47.681	51.687	53.122	55.905	59.005	30.015	30.449	24.798	24.072	23.992	23.530	23.099	22.470	22.175	21.563	20.371
Orhangazi	30.575	31.632	34.041	41.465	46.482	56.426	68.902	73.633	74.120	75.127	75.228	75.354	75.076	75.672	76.143	76.669
Osmangazi						510.902	642.337	736.034	753.217	765.728	778.526	789.575	792.219	802.620	813.262	826.742
Yenişehir	44.408	46.284	46.374	48.521	50.111	52.717	54.835	51.227	51.687	51.420	51.514	52.079	51.837	52.132	52.215	52.591
Yıldırım	755.504					325.159	480.266	575.450	593.768	603.100	617.699	626.669	631.482	637.888	640.746	643.681
<b>TOPLAM</b>	<b>755.504</b>	<b>847.884</b>	<b>961.639</b>	<b>1.148.492</b>	<b>1.324.015</b>	<b>1.603.137</b>	<b>2.125.140</b>	<b>2.439.876</b>	<b>2.507.963</b>	<b>2.550.645</b>	<b>2.605.495</b>	<b>2.652.126</b>	<b>2.688.171</b>	<b>2.740.970</b>	<b>2.787.539</b>	<b>2.842.547</b>

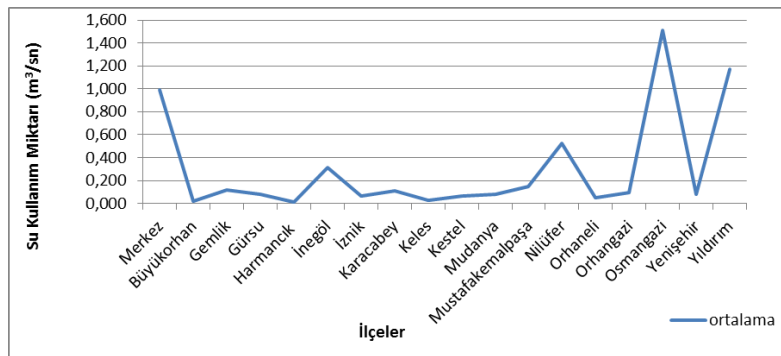
1990 yılında Marmara Bölgesi içindeki göç hareketlerinde büyük payın kentten kente göç kategorisine ait olduğu, 2000 yılında bu kategorinin yine egemen olmasına karşın, kentten kıra göçte büyük artış olduğu ve %6’dan %19’a çıktığı görülmektedir. Bunda büyük ölçüde sanayileşme hareketlerinin ve 1999 Depremi’nin payı olduğu düşünülebilir. Bursa’nın bazı ilçelerinin (Nilüfer, Gemlik, Gürsu, İnegöl, Osmangazi, Yıldırım, Karacabey, M. Kemalpaşa) İstanbul ile yoğunluklu ve muhtemelen devreli göç ilişkisinde olduğu, diğer ilçelerin ise çoğunlukla Bursa’nın güneyindeki illere göç verdiği görülmektedir (BŞSP, 2014). Türkiye genelinde ilçeler arası göç hacmi 1990-2000 döneminde %5 artarken Marmara Bölgesi’nde %300 artmıştır. Bu dönemde Bursa’dan çıkışlı göçlerin dörtte üçü yine Bursa ve çevre illerdeki ilçelerde sonlamıştır.



Şekil 2. 2015 yılı Bursa İlçeleri nüfus dağılımları

### 3.2. Bursa Kenti Su Kullanımı

Bursa Kentinin su ihtiyacı üç ana kaynak yardımıyla karşılanmaktadır. Bunlar sırasıyla; yüzeysel su kaynakları (Nilüfer, Doğanç, Gölbaşı Barajları), yeraltı su kaynakları ve pınarlardır (BUSKİ, 2018). 1965 ile 2015 yılları arasında 50 yıllık süre zarfında Bursa İli su kullanımı %175,9'luk bir artış ile 0,112 m<sup>3</sup>/s'den 0,309 m<sup>3</sup>/s'ye yükselmiştir. 1990-2015 yılları arasında su kullanımında %89,57 oranında bir artış meydana gelmiştir. Bu artıştaki en büyük paya sahip ilçeler; Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım'dır. Şekil 3'te Bursa Kenti su kullanım miktarları gösterilmiştir.



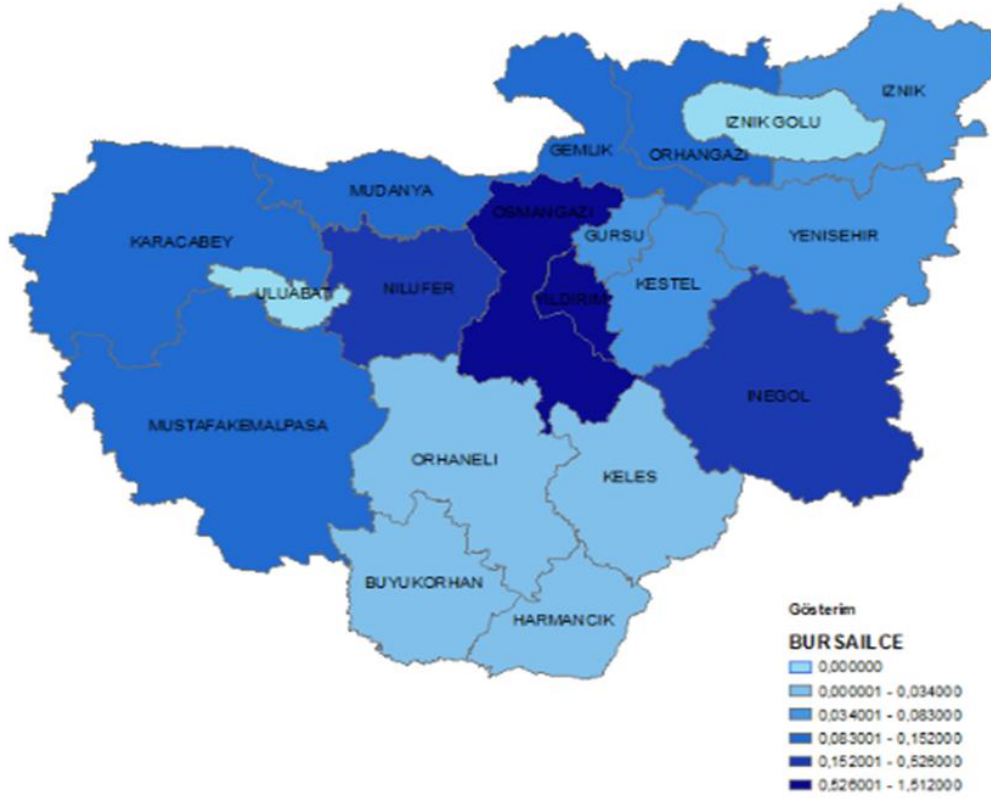
Şekil 3. Bursa İlçeleri Su Kullanım Miktarı(m<sup>3</sup>/s)

Su kullanım miktarı minimum olan ilçeler; Harmancık, Büyükorhan, Keles olarak belirlenmiştir. Tablo 2’de Bursa İlçeleri 1965-2015 yılları arası su kullanım miktarları ve Şekil 4’te 2015 yılı Bursa İlçeleri Su Kullanım Dağılımı verilmiştir.

Tablo 2. Bursa İlçeleri 1965-2015 Yılları Su Kullanım Miktarları (m<sup>3</sup>/s)

İlçeler	Yıllar															Ortalama	Minimum	Maksimum	Std Sapma	
	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014					2015
Merkez	0,568	0,703	0,943	1,230	1,516												0,992	0,568	1,516	0,3862
Büyükorhan						0,027	0,023	0,020	0,019	0,018	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016	0,015	0,019	0,015	0,027	0,0036
Gemlik	0,047	0,048	0,060	0,072	0,086	0,118	0,133	0,148	0,149	0,149	0,152	0,153	0,152	0,153	0,156	0,159	0,121	0,047	0,159	0,0425
Gürsu						0,026	0,039	0,075	0,080	0,083	0,087	0,092	0,097	0,104	0,113	0,120	0,083	0,026	0,120	0,0286
Harmancık						0,017	0,014	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,008	0,011	0,008	0,017	0,0025
İnegöl	0,116	0,122	0,132	0,147	0,160	0,190	0,345	0,386	0,395	0,399	0,409	0,418	0,426	0,437	0,449	0,461	0,312	0,116	0,461	0,1374
İznik	0,043	0,047	0,054	0,056	0,060	0,063	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,066	0,065	0,065	0,064	0,064	0,062	0,043	0,067	0,0075
Karacabey	0,086	0,088	0,092	0,099	0,099	0,110	0,116	0,119	0,119	0,119	0,119	0,120	0,120	0,121	0,121	0,121	0,111	0,086	0,121	0,0130
Keles	0,028	0,029	0,031	0,031	0,031	0,030	0,026	0,022	0,021	0,021	0,020	0,020	0,019	0,019	0,018	0,018	0,024	0,018	0,031	0,0051
Kestel						0,044	0,061	0,062	0,065	0,066	0,067	0,067	0,067	0,078	0,080	0,083	0,067	0,044	0,083	0,0106
Mudanya	0,035	0,035	0,037	0,043	0,045	0,058	0,081	0,094	0,099	0,104	0,108	0,111	0,113	0,117	0,121	0,125	0,083	0,035	0,125	0,0344
M.Kemalpaşa	0,122	0,127	0,133	0,139	0,146	0,151	0,153	0,153	0,154	0,153	0,153	0,152	0,150	0,150	0,150	0,150	0,146	0,026	0,096	0,0268
Nilüfer						0,099	0,331	0,465	0,501	0,524	0,554	0,587	0,629	0,663	0,695	0,736	0,526	0,099	0,736	0,1820
Orhaneli	0,072	0,078	0,080	0,084	0,089	0,042	0,042	0,034	0,033	0,033	0,033	0,032	0,031	0,031	0,030	0,028	0,048	0,028	0,089	0,0229
Orhangazi	0,042	0,044	0,047	0,062	0,070	0,085	0,104	0,111	0,112	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,114	0,115	0,092	0,042	0,115	0,0287
Osmangazi						1,035	1,301	1,491	1,526	1,551	1,577	1,599	1,605	1,626	1,647	1,675	1,512	1,035	1,675	0,1877
Yenişehir	0,067	0,070	0,070	0,073	0,075	0,079	0,083	0,077	0,078	0,077	0,078	0,078	0,078	0,078	0,079	0,079	0,076	0,067	0,083	0,0042
Yıldırım						0,602	0,973	1,166	1,203	1,222	1,251	1,269	1,279	1,292	1,298	1,304	1,169	0,602	1,304	0,2104
Ortalama	0,112	0,126	0,153	0,185	0,216	0,163	0,229	0,265	0,272	0,277	0,283	0,288	0,292	0,298	0,303	0,309				
Minimum	0,028	0,029	0,031	0,031	0,031	0,017	0,014	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,008				
Maksimum	0,568	0,703	0,943	1,230	1,516	1,035	1,301	1,491	1,526	1,551	1,577	1,599	1,605	1,626	1,647	1,675				
Std Sapma	0,1547	0,1939	0,2644	0,3484	0,4328	0,2624	0,3595	0,4226	0,4348	0,4425	0,4522	0,4599	0,4641	0,4707	0,4768	0,4844				

Kişi başına düşen su kullanımı, toplumun gelişmişlik seviyesiyle doğru orantılı olarak değişmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu oran oldukça yüksek olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde ise düşüktür. Türkiye'nin şu anda su stresi yaşayan bir ülke olduğu ve 1990'da 3 bin m<sup>3</sup> civarında olan kişi başına su miktarı, 2030-2040'lardan itibaren 700 m<sup>3</sup> kadar gerileyeceği belirlenmiştir. Su varlığına göre ülkeler sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1000 m<sup>3</sup>'ten az olan ülkeler "su fakiri", 2000 m<sup>3</sup>'den az olan ülkeler "su azlığı", 8000 - 10000 m<sup>3</sup>'ten fazla olan ülkeler ise "su zengini" olarak kabul edilmektedir. Bu değerlere göre Türkiye su fakiri bir ülke haline gelecektir (ÇŞB, 2018). Hacimsel açıdan en önemli su kullanıcılarından bir tanesi de kentsel kullanım olması sebebiyle kentsel alanda su kullanım verimliliğini artırılması son yıllarda en önemli konularındandır.



Şekil 4. Bursa İlçeleri Su Kullanım Dağılımı

#### 4. SONUÇ

Bursa Kenti'nin ilçelerine ait 1965-2015 yılları arasındaki nüfus değişimi incelendiğinde yıllara bağlı olarak % 276,2 oranında bir artış meydana geldiği görülmüştür. Eğitim ve iş nedeniyle gerçekleşen göçler bu artıştaki başlıca rolü oynamaktadır. Bursa'dan çıkışlı göçlerin dörtte üçünün yine Bursa ve çevre illerdeki ilçelerde sonlandığı görülmüştür. 1965 ile 2015 yılları arasında 50 yıl içerisinde Bursa İli su kullanımı % 175,9'luk, 1990-2015 yılları arasında su kullanımında % 89,57'lik bir artış meydana gelmiştir. Bu orandaki en büyük pay Nilüfer, Orhangazi ve Yıldırım ilçelerine aittir. Oluşan atıksu miktarı su kullanımına paralel bir değişim göstermektedir. Su kullanım miktarı minimum olan ilçeler; Harmancık, Büyükorhan, Keles olarak belirlenmiştir.

Bursa'nın nüfusunun artması bir yandan bazı sosyal hizmetlerin sunulmasına, sanayi dallarının gelişmesine, gelir düzeyinin artmasını sağlamıştır. Ancak, bir yandan da yoksul kesimlerin artmasına, tarımsal arazinin kaybına, arazi değerlerinde dengesiz ve aşırı artışlara, kamu hizmetlerinin kalitesinin düşmesine ve özellikle su kullanımının ve buna bağlı olarak atıksu miktarının artmasına, oluşan katı atık miktarının artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Ülkemizin ve Bursa'nın iklim değişikliği nedeniyle su kıtlığı ile karşılaşacağı bilinmektedir. Bu sorunlar nedeniyle Türkiye'nin enerji politikalarını, kentleşme stratejilerini ve tarımsal üretim yöntemlerini iklim değişikliği ve nüfus artışı ile uyumlu hale getirmesi gerekmektedir. Özellikle mevcut su kaynaklarının korunması ve geri kazanma teknolojileri ile atıksuların tekrar kullanılması son derece önemlidir. Kentsel gelişimin su talebi açısından değerlendirilmesi; kıtlık ve bolluk dönemlerine göre belediyelerin yıllık su bütçesini yapması; bütçenin kontrolü için arazi kullanım kararlarının gerçekleştirildiği inşaat ruhsatları ile



ilişkilendirilmesi, su tasarrufu sağlanması, su iletim hatlarına kayıp ve kaçakların önlenmesi yapılması gerekenlerin en önemlileridir. Daha sonraki çalışmalarda Tarım ve sanayi gibi diğer su kullanım taleplerinin de coğrafi bilgi sistemleri ile farklı analizlerinin yapılması Bursa Kentinin su ayak izinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

## 5. KAYNAKLAR

BŞSP, (2014). Bursa Büyükşehir Belediyesi Şehir Sağlık Profili, Aralık-2014. 31.07.2018: [https://www.researchgate.net/profile/Mete\\_Basar\\_Baypinar/publication/280546332\\_BURSA\\_SEHIR\\_SAGLIK\\_PROFILI\\_2014\\_Bursa\\_City\\_Health\\_Profile\\_2014/links/55b886af08aec0e5f4399976/BURSA-SEHIR-SAGLIK-PROFILI-2014-Bursa-City-Health-Profile-2014.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mete_Basar_Baypinar/publication/280546332_BURSA_SEHIR_SAGLIK_PROFILI_2014_Bursa_City_Health_Profile_2014/links/55b886af08aec0e5f4399976/BURSA-SEHIR-SAGLIK-PROFILI-2014-Bursa-City-Health-Profile-2014.pdf).

BUSKİ, (2018). Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi. 31. 07. 2018: <http://www.buski.gov.tr/tr/>.

Cacina, A., Yılmaz, K., Demirci, G. (2017). Bursa İli Nüfus ve Göç Yoğunluğunun Coğrafi Bilgi Sistemi İle İncelenmesi ve Olası Çevre Problemlerinin Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi, Lisans Tezi, 95 s.

ÇŞB, (2018). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su Raporu, 31.07.2018: <https://www.csb.gov.tr>.

ESRI, (2010). ArcGIS 10 Geographic Information Program.

Ginther, P. (2007). Use of GIS Growing in The Municipal Water, Wastewater Business, Water World, <https://www.waterworld.com/articles/print/volume-23/issue-4/editorial-feature/use-of-gis-growing-in-the-municipal-water-wastewater-business.html>.

Hoekstra, A.Y., Mekonnen, M.M. (2012). The water footprint of humanity. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 109 (9), 3232–3237.

İLBANK, (2013). İller Bankası A.Ş. “İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname”, 2013.

Ntozini, R., Marks, S. J., Mangwadu, G., Mbuya, M. N. N., Gerema, G., Mutasa, B., Julian, T. R., Schwab, K. J., Humphrey, J. H., Zungu, L. (2015). Using Geographic Information Systems and Spatial Analysis Methods to Assess Household Water Access and Sanitation Coverage in the SHINE Trial, Supplement Article, 61(7): 716-725.

Patil, N.S., Gosain, A.K. (2013). Geographical Information System (GIS) for Water Resources Management, IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, IC-RICE Conference Issue | Nov-2013, 417-422.

Shandas, V., Alberti, M., Gibson, J., Moddemeyer, S., Meijer-Irons, J. (2003). A GIS based Water Demand Analysis for Municipal Application, Proceeding of the International Conference on Geospatial Sciences, New Delhi, India, January 27-30. Available at <http://www.gisdevelopment.net/application/urban/overview/mi03027.htm>

Şakar, S. (2004). Küresel Çevre Ders Notları. Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü. İstanbul. 31.07.2018: <http://www.yildiz.edu.tr/~sakar/dersnotlari/K%FCreselcevre.pdf>.



TÜİK, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu Nüfus Bilgileri. 31.07.2018:  
[http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt\\_id=27&ust\\_id=109](http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt_id=27&ust_id=109).

Vanham, D., Gawlik, B.M., Bidoglio, G. (2017). Cities as hotspots of indirect water consumption: The case study of Hong Kong, Journal of Hydrology, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.12.004>