

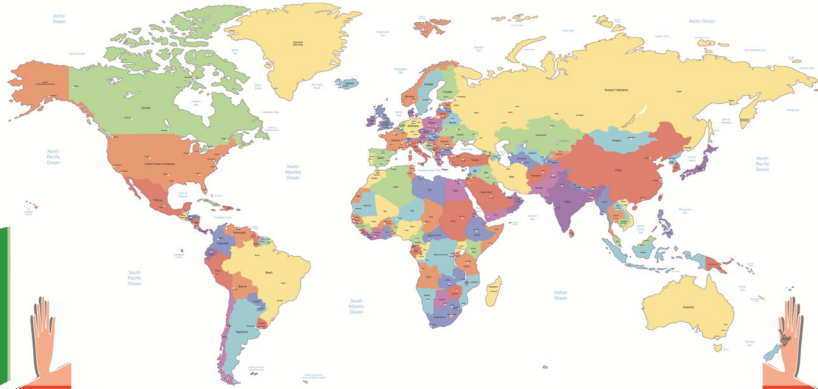


ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ



TUCAUM

VIII. COĞRAFYA SEMPOZYUMU



23 - 24 EKİM 2014

BİLDİRİLER KİTABI



URL: <http://tucaum.ankara.edu.tr> e-mail: tucaum@ankara.edu.tr

www.facebook.com/tucaum



@AU_TUCAUM



ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi
TÜCAUM

TÜCAUM

VIII. COĞRAFYA SEMPOZYUMU
23-24 EKİM 2014

BİLDİRİLER KİTABI

Ankara-2014

İÇİNDEKİLER

TAKDİM ve AÇILIŞ KONUŞMALARARI	
Takdim Prof. Dr. Ali ÖZÇAĞLAR	3
Territoriality, Sovereignty, Statehood and Contested Borders in the Contemporary Geopolitical Context Vladimir KOLOSOV	5
Does the 'Mediterranean' still exist? Maria PARADISO	7

I. SEKSİYON “JEOMORFOLOJİ VE PALEOCOĞRAFYA ARAŞTIRMALARI” Seksiyon Düzenleyicileri Prof. Dr. Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU, Prof. Dr. Uğur DOĞAN	
Akarsu Vadilerinde Dizi ve Havza Bazlı Yatak Eğimi Hesaplamaları Order and Basin Based Channel Slope Calculations in Stream Valleys Atilla Karataş, Deniz Ekinci	13
Yağışın Parmak İzi ve Paleoklimatoloji’de Kullanımı Precipitation's fingerprint and it's usage in paleoclimatology Mesut DEMİRCAN, Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU	23
Taşeli Platosunda (Anamur-Ermenek Arası) Jeomorfolojik Özelliklerin İnsan Faaliyetlerine Etkisi Geomorphological Characteristics Impact on Human Activities on Taşeli Plateau (Anamur-Ermenek Break) Muzaffer Siler, M. Taner Şengün	33
Karasu Nehri Vadisinin Morfotektonik Gelişiminde Tiltlenme Etkisi Tilting effect on the morpho-tectonic evolution of Karasu River valley Nurcan AVŞİN	45
Bahçeköy Fayı'nın (Kaf) Uludere Havzası'na (Göynük Çayı-Bingöl) Etkisinin Morfometrik Yöntemlerle Araştırılması The investigation of Bahçeköy Fault's (NAF) effect to Uludere Basin (Göynük River-Bingöl) with the morphometric methods Vedat AVCİ, Halil GÜNEK2	53

II. SEKSİYON “İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN FİZİKİ ORTAMLA ETKİLEŞİMİ” Seksiyon Düzenleyicisi Doç. Dr. Necla TÜRKÖĞLU	
1/100000 Ölçekli Çevre Düzeni Planlarının Kıyı Bölgelerine Yönelik Mekansal Gelişim Kararlarının Saptanması Determining Spatial Development Decisions of 1/100000 Scale Environmental Plans on Coastal Areas Emine Duygu KAHRAMAN, Mediha Burcu Sılaydın Aydın	65
Verçenik Dağı Buzulları (Rize) Verçenik Mountains glaciers (Rize Turkey) Gürcan Gürgen	73
Orta Karadeniz'deki Kuraklık Olaylarının Karakteristikleri Characteristics of drought events in the Middle Black Sea region Hurşit Yetmen	87
İklim değişikliği bağlamında İstanbul'un su yönetimi problemleri In the context of climate change, water management problems of Istanbul Hüseyin Turoğlu	97
Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları	109

İklim değışikliği bağlamında İstanbul'un su yönetimi problemleri

In the context of climate change, water management problems of Istanbul

Hüseyin Turoğlu*

¹ İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul

Öz: Küresel iklim değışikliğinin etkileri, İstanbul ve yakın çevresinde de giderek daha belirgin olarak hissedilmektedir. Bu çalışmada İstanbul ve yakın çevresinde gözlenen sıcaklık ve yağışın değışim özellikleri araştırılmıştır. İstanbul ve yakın çevresi için uzun süreli günlük sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak; uzun süreli yağış ve sıcaklık yönelim analizi, karşılaştırma amaçlı olarak farklı dönemlere ait Thornthwaite, De Martonne, Erinc, UNESCO kuraklık index ve iklim sınıflaması analizleri, yıllık ve mevsimlik yağış-sıcaklık dağılışı, şiddet ve frekans analizleri yapılmıştır. Sonuçlar; sıcaklık ve yağış iklim elemanlarındaki değışimin özellikle son 15 yıl içindeki belirgin eğilimini açıkça ortaya koymuştur. Sıcaklık ve yağış özelliklerindeki bu değışim; İstanbul için "Su Yönetimi" problemlerinin yakın gelecekte çok önemli bir sorun haline geleceğine işaret etmektedir. Bu konuda alınan tedbirlerin ise probleme çözüm üretmekte yeterli olmayacağı anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değışikliği, Sıcaklık-Yağış, Su yönetimi, Su kıtlığı, İstanbul

Abstract: The effects of global climate change are increasingly more felt in Istanbul and its close vicinity. In this study, changes on precipitation and temperature features observed over Istanbul city and its close vicinity was investigated. Long-term trend analysis of precipitation and temperature, Thornthwaite, De Martonne, Erinc, UNESCO aridity index and climate classification analysis, annual and seasonal precipitation and temperature distribution, severity and frequency analyses were performed by using long-term daily temperature and precipitation data sets observed in Istanbul and its vicinity. The results have obviously demonstrated the changes on trend of temperature and precipitation features in the last 15 years. This climatic changes indicates that Water Management problems will be the major issue in close future for Istanbul. The results of the analyses shows that the preventions to solve of problems won't be efficient.

Keywords: Climate change, Temperature-Precipitation, Water management, Water scarcity, Istanbul.

Giriş

2014 yılında İstanbul'a su sağlayan barajların doluluk oranlarında geçtiğimiz yıllara göre önemli derecede düşüşler meydana gelmiştir. Ağustos 2014 döneminde, İstanbul'un su rezervuarları olan bazı barajlarda hiç su kalmazken, bazı barajlar da ise sular çok büyük oranda çekilerek kuruma sınırına ulaşmıştır. 2013 yılı ocak ayı sonu itibariyle İstanbul barajlarının ortalama doluluk oranı % 70 ler seviyesindeyken, 2014 yılının aynı döneminde, barajların genel doluluk oranı % 35 ler seviyesine düşmüştür. 2014 yılının Ağustos ayı sonlarında ise İstanbul'a su sağlayan barajların doluluk oranları %16 lara düşmüştür (İSKİ, 2014a). Barajların doluluk oranlarının tehlikeli seviyelere düşmesi ile İstanbul'un Anadolu ve Avrupa yakasında bazı ilçe ve semtlerinde 8 ve 24 saatlik su kesintilerinin uygulanacağı basında ve diğer yayın organlarında duyurulmuştur (Cnnturk, 2014). Diğer taraftan yetkililer ve yetkili kurumlar İstanbul'un su sıkıntısı yaşamayacağını (Yüksel vd., 2004; Çodur vd., 2007; Saatçi, 2013; DSİ, 2014) ve hatta İstanbul'un suyunun 2071 yılına kadar garanti altına alındığını belirtmektedirler (Eroğlu, 2014a; Eroğlu, 2014b; Eroğlu, 2014c). Barajların doluluk oranlarındaki tehlikeli seviyelerinin kuraklık işaretlerine karşın, geleceğe yönelik su sıkıntısının olmayacağı ve 2071 yılına kadar İstanbul'un suyunun garanti altına alınmış olmasının beyanı; konunun coğrafî perspektifte araştırılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada; İstanbul ve çevresinin kuraklık tehlikesi ve iklim tipi değışikliğine ait genel eğilim araştırılmıştır.

* İletişim yazarı: H. Turoğlu, e-posta: turoğlu@istanbul.edu.tr

İstanbul'un su kaynakları, bu su kaynaklarının rezerv durumları ve değişim özelliklerine ait veriler İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ, 2014a-b) den temin edilmiştir. İstanbul'un su tüketiminde çok önemli rol oynayan nüfus özellikleri Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK, 2014) ten temin edilmiştir. Sıcaklık ve yağış analizleri için; Florya, Göztepe, Düzce ve Bartın Meteoroloji İstasyonlarının günlük yağış ve sıcaklık verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

İstanbul'un kuraklık tehlikesi ve iklim tipi değişikliğine ait genel eğilimi belirlemek amacıyla; Yağışlı dönem (Ekim-Nisan dönemi) ve sıcak dönem (Mayıs-Eylül dönemi) esas alınarak genel yağış ve sıcaklık eğilim grafiği, Yağışlı gün sayısı, yağış tipi ve yağış tiplerinin yıl içindeki sayısı ve dağılışı, Thornthwaite su dengesi, de Martone ve UNESCO (1979) kuraklık indis hesaplamaları, Erinç yağış etkinliği indis analizleri yapılmıştır.

2. Bulgular

Kontrol faktörleri, Su kullanıcıları ve Su niteliği; Su Yönetiminin temel unsurlarıdır. Su Yönetimindeki kontrol faktörlerini başta "İklim Değişikliği" olmak üzere, su kaynakları/rezervuarları, landuse, yönetsel stratejiler vb. konular oluşturmaktadır. Nüfus ana çatısı altında, yerleşmeler, tarım, sanayi, altyapının durumu ve doğal sistemler; Su kullanıcıları ya da tüketicileri unsurunu şekillendirir. Su niteliğini ise suyun miktarı ve kalitesi belirler. Bu genel perspektif içinde "Şehirselle Su Yönetimi"nin içeriğini; Tatlısu kaynakları Yönetimi, Atıksu Yönetimi, Su İletimi Yönetimi, AR-GE Yönetimi, İdari ve Hukuki yapılanma, uygulama ve sürdürülebilirlik gibi konular oluşturur. Eğer doğru teşhis ve kararlar alınmaz, sağlıklı planlamalar yapılmaz ve uygulanmaz ise "Su Kıtılığı", "Sel ve Taşkınlar", iki temel su yönetimi problemi olarak, insan yaşamında olumsuz etkileri ile hatta afetlere neden olarak yer alırlar.

Su sıkıntısını basit bir formül ile tanımlamak mümkündür. Temin edilen su, sarf edilen sudan az ise su sıkıntısı var demektir. Yerel su kaynakları, Taşınan sular, Geri dönüşümden kazanılan sular ile birlikte pahalı ve ekosistem problemlerine rağmen deniz suyu arıtımı ile kazanılan sular su teminindeki kaynaklardır. İnsanın ihtiyaçlarının karşılanması ve doğal yollarla meydana gelen su kayıpları su sarfiyatını oluşturur. Bu eşitlik, iklim ve insan etkileşimi üzerine tesis edilmiştir. Sıcaklık ve yağış iklim elemanlarına ait özelliklerdeki değişiklikler; Su kaynaklarının çeşitliliğini, Su kaynaklarının potansiyellerini, Su kaynaklarının devamlılıklarını, Buharlaşma ile su kayıplarını, Su kalitesi konularının ilişkisel etkileşimini belirler.

Yukarıdaki temel prensipler çerçevesinde İstanbul'un su rezervuarları, nüfus özellikleri ve günlük su tüketimi ana hatları ile irdelenmiştir. Daha sonra ise sıcaklık ve yağışın uzun yıllara ait günlük rasatları esas alınarak, bu verilerin su kaynakları üzerindeki etkileri açısından çıkarımlar yapma imkânı verecek analizleri yapılmıştır.

2.1. İstanbul'un su rezervuarları

İstanbul'un temel su kaynağı yüzeysel sulardır. Yer altı sularının katkısı göz ardı edilecek kadar azdır (İSKİ, 2011; İSKİ, 2014b). Yüzeysel suların kaynağı ise genel olarak yağmur şeklindeki yağışlardır. Kar şeklindeki yağışların genel anlamda su rezervuarlarına katkısı çok önemlidir. Ancak yıl içindeki kar yağışının İstanbul'un su ihtiyacını karşılamadaki katkısı yıldan yıla değişmekle birlikte genel anlamda düşük seviyelerdedir. Bu yüzden, yağmur şeklindeki yağışlar İstanbul'un su ihtiyacının karşılanmasında çok büyük öneme sahiptir. Yağmur şeklindeki yağışın su rezervuarlarına katkısı yağışın şiddeti ile ilişkilidir. Günlük 25 mm sağanak yağış sınırı olarak kabul edilmektedir (Gong vd., 2004; Qian vd., 2007). Günlük 25 mm den az yağışlar su rezervuarları için ideal yağış şiddeti olup, günlük 25 mm den az yağışlı gün sayısının fazlalığına dayanan yağış modeli su kaynaklarının kullanılabilir su potansiyelinin artmasına katkıda bulunur.

İstanbul'un su ihtiyacı barajlarda depolanan yağmur-kar erime suyu ve İstanbul dışındaki akarsu havzalarından taşınan sularla karşılanmaktadır (Çizelge 1). Taşınan suların kaynakları; batıda Istanca derelerinin suları ve doğuda ise Melen Çayı'dır. İSKİ verilerine göre 2014 yılı Ağustos ayı sonlarında

İstanbul'un su kaynaklarının doluluk oranları %16 lara düşmüştür (Çizelge 1) (İSKİ, 2014a; İSKİ, 2014b). Bu durum hem su sıkıntısının hem de su kalitesinin kötüleşmesinin tetiklenmesi anlamına gelmektedir.

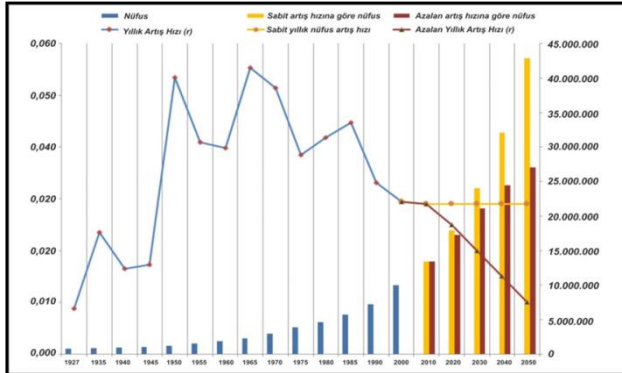
Çizelge 1. İstanbul'un su rezervuarları ve 24 Ağustos 2014 tarihli doluluk oranları.

Kaynağın Adı	Verimi (milyon m ³ /Yıl)	Max. Hacim (milyon m ³)	Doluluk oranları (24 Ağustos 2014)	
			Mevcut Hacim (milyon m ³)	Oran (%)
Elmalı I ve II Barajları	15	9,6	3,7	38,54
Terkos Barajı	142	162,3	66,0	40,67
Alibeyköy Barajı	36	34,1	4,5	13,20
Ömerli Barajı	220	235,4	36,4	15,46
Darlık Barajı	97	107,5	13,6	12,65
Büyükçekmece Barajı	100	148,9	12,1	8,13
Yeşilvadi Regülatörü	10			
Istranca Dereleri	75	6,2	1,2	19,35
Şile keson kuyuları	30			
Kazandere Barajı	100	17,5	2,2	12,57
Sazlıdere Barajı	55	88,7	5,5	6,20
Papuçdere Barajı	60	58,5	0,2	0,34
Yeşilçay Regülatörü	145			
Melen	268			
Genel Toplam	1353	868,7	145,4	16,74

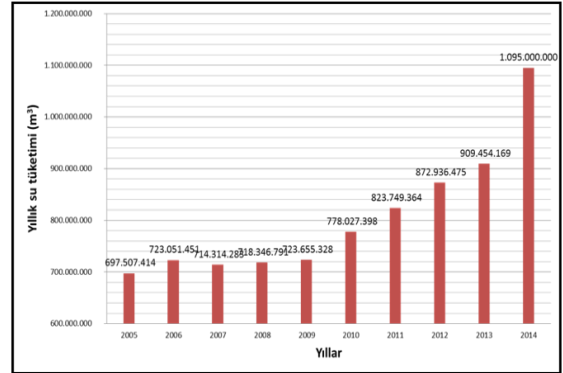
Kaynak: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ, 2014a; İSKİ, 2014b).

2.2. İstanbul'un nüfus özellikleri

TUİK (2014) verilerine göre; İstanbul'un nüfusu, bir önceki yıla göre %2,1 oranında artarak (305.727 kişi), 2013 yılında 14.160.467 ye ulaşmıştır. Yüzölçümü 5313 km² olan İstanbul ilinde km² ye 2665 kişi düşmektedir. Km² ye 2665 kişinin düştüğü nüfus yoğunluğu ile İstanbul, Dünya'nın en kalabalık nüfusu şehirlerinden biri durumundadır (TUİK, 2014; Nufusu, 20014). Geçmiş yıllardan günümüze, İstanbul'un nüfus değişim eğilimi daima artış yönünde olmuştur (Şekil 1). Geleceğe yönelik olarak yapılan nüfus projeksiyonlarında, hem sabit yıllık nüfus artış hızına ve hem de azalan yıllık artış hızına göre de İstanbul'un nüfusunun artmaya devam edeceği öngörülmektedir (Avcı, 2011). İstanbul'un günlük su tüketimi ile nüfus artış hızının paralellik göstermesi de çok dikkat çekicidir (Şekil 2). İstanbul'un 2013 yılında ortalama günlük su tüketimi 2,5 milyon m³ iken, 2014 yılında Ekim ayı itibarı ile ortalama günlük su tüketimi 3 milyon m³ e çıkmıştır.



Şekil 1. İstanbul'un nüfus gelişimi ve çeşitli varsayımlara göre gelecekteki nüfus artış grafiği (Avcı, 2011).



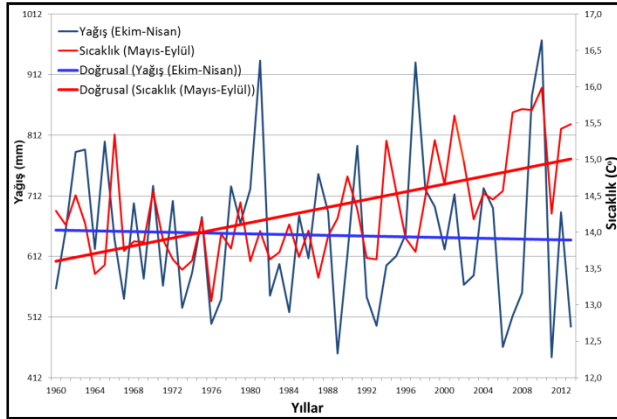
Şekil 2. İstanbul'un 10 yıllık su tüketimi değişim grafiği (Kaynak: İSKİ, 2011)

2.3. Sıcaklık ve yağışın genel eğilimi

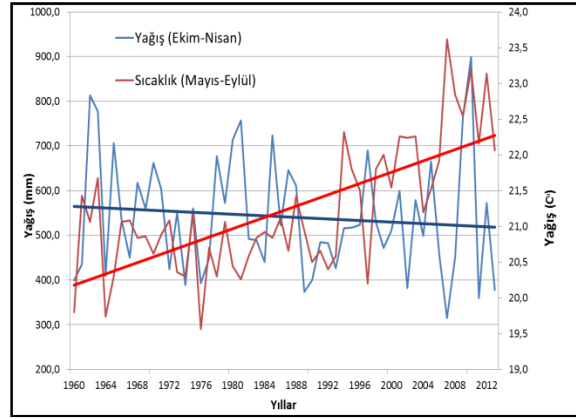
Kuraklık analizlerinde sıcaklık ve yağış ilişkisi esas alınır. Sıcaklık ve yağışın uzun yıllara ait istatistiksel eğilimi kuraklaşmadaki eğilimin de göstergesidir. Bu eğilimin belirlenmesinde sıklıkla yıllık toplam yağış miktarı ile yıllık ortalama sıcaklıklar kullanılmaktadır. Bu yaklaşım önemli yanlışlara neden olmaktadır. Zira yıllık toplam yağış miktarı; su kaynaklarının potansiyellerine katkıda bulunan

yağış miktarı anlamına gelmez. Yağışın şiddeti, frekansı ve yıl içindeki dağılışı çok önemlidir. Bu unsurlar dikkate alınarak uzun yıllar genel eğilimin belirlenmesinde Yağış için Ekim-Nisan (Yağışlı Dönem), sıcaklık için ise Mayıs-Eylül ayları (Sıcak Dönem) periyodları esas alınmıştır. Sıcaklık ve yağış eğilim belirlenmelerinde “Yağışlı Dönem” ve “Sıcak Dönem” tercihleri aynı zamanda iklim tipi değişimi hakkında da çıkarımlar yapmaya fırsat vermektedir.

İstanbul için uzun yıllar yağış ve sıcaklık eğilim belirlenmesi günlük yağış ve sıcaklık rasatlarının yılın “Yağışlı Dönem” ve “Sıcak Dönem” periyodları esas alınarak hesaplanmış ve grafikleri hazırlanmıştır. En uzun rasat süreleri dikkate alınarak Florya ve Göztepe Meteoroloji İstasyonlarının günlük toplam yağış ve günlük ortalama sıcaklık, rasat verileri kullanılmıştır (Şekil 3; Şekil 4). Melen Çayı, İstanbul’un çok önemli su kaynağı olup, 2071 yılına kadar İstanbul’un suyunun garantilenmesinin temel unsuru olarak kabul edilmektedir (Saatçi, 2013; DSİ, 2014; Eroğlu, 2014a; Eroğlu, 2014b; Eroğlu, 2014c). Bu yüzden Melen Çayı Havzası ve çevresinin uzun yıllar yağış ve sıcaklık özelliklerine ait fikir vermesi açısından, Düzce ve Bartın Meteoroloji İstasyonlarının da günlük yağış ve sıcaklık rasatları kullanılarak “Yağışlı Dönem” ve “Sıcak Dönem” periyodları için genel eğilim belirlenmeleri yapılmıştır (Şekil 5; Şekil 6).

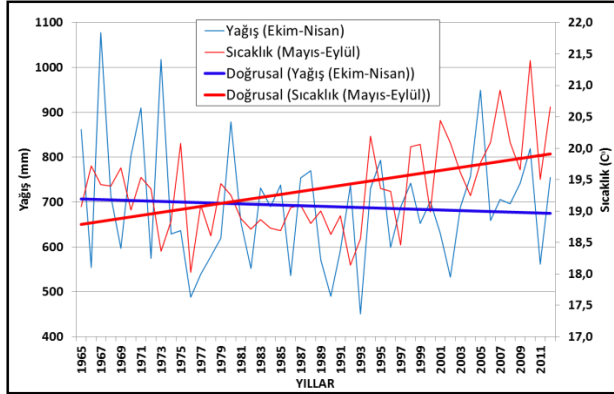


Şekil 3. Florya Meteoroloji istasyonu 1960-2013 yılları periyodu (54 yıllık) Ekim-Nisan dönemi toplam yağış ve Mayıs-Eylül dönemi ortalama sıcaklık değişim eğrisi.

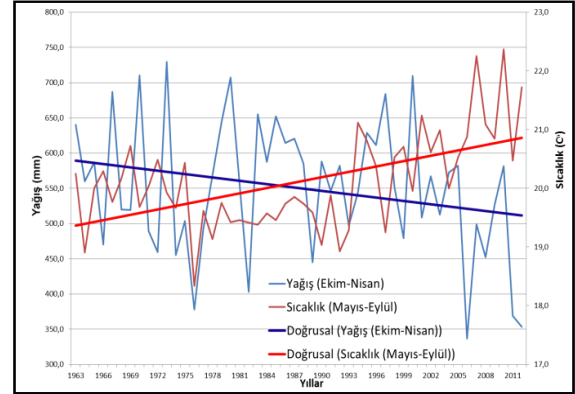


Şekil 4. Göztepe Meteoroloji istasyonu 1960-2013 yılları periyodu (54 yıllık) Ekim-Nisan dönemi toplam yağış ve Mayıs-Eylül dönemi ortalama sıcaklık değişim eğrisi.

Florya ve Göztepe Meteoroloji İstasyonlarının 54 yıllık günlük sıcaklık ve yağış verileri dikkate alınarak yapılan eğilim belirlenmesinde; yağışlı dönemdeki yıllık toplam yağış miktarlarının azalma, sıcak dönem içindeki ortalama sıcaklıklarının ise belirgin olarak artış eğilimi içinde olduğu görülmektedir (Şekil 3; Şekil 4). Bu genel eğilim; İstanbul’un su ihtiyacının karşılandığı yağışlı dönemde giderek daha az yağış alındığını, bir başka ifade ile İstanbul’un su kaynaklarının yağış ile beslenmesinin giderek azaldığına işaret etmektedir. Şüphesiz, sadece bu iki istasyon verileri tüm İstanbul su havzalarını temsil etmede yeterli değildir. Ancak, özellikle kuzeydeki ya da şehir dışındaki istasyonların yağış ve sıcaklık değerlerindeki farklılaşmalara rağmen, genel eğilimler benzerlik göstermektedir. Daha uzun süreli veri setlerine sahip bu iki istasyonun yağış ve sıcaklık verileri genel durumu yansıtmaları bakımından önemli çıkarımlar yapma fırsatı vermektedir. Aynı yaklaşımla, Bartın (1965-2012 yılları) ve Düzce (1963-2012 yılları) Meteoroloji İstasyonları yağış ve sıcaklık eğilimi belirlenmiştir (Şekil 5; Şekil 6). Her iki istasyonun verileri Florya ve Göztepe’deki durum ile uyumluluk göstermektedir. Yani; İstanbul’un suyunun %25 inin temin edildiği ve önemli yatırımlar yapılarak İstanbul’un suyunun 2071 yılına kadar garanti altına alındığı Melen Çayı ve Yeşilçay Regülatörü havzalarının bulunduğu bölgede de yağışlı dönem su teminine katkı sağlayacak faydalı yağışlar giderek azalmakta, sıcaklıklar da yükselmektedir.



Şekil 5. Bartın Meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları periyodu (47 yıllık) Ekim-Nisan dönemi toplam yağış ve Mayıs-Eylül dönemi ortalama sıcaklık değişim eğrisi.



Şekil 6. Düzce Meteoroloji istasyonu 1963-2012 yılları periyodu (50 yıllık) Ekim-Nisan dönemi toplam yağış ve Mayıs-Eylül dönemi ortalama sıcaklık değişim eğrisi.

2.4. 15 er yıllık periyodların analizi

1880-2011 yılları periyodunda, küresel ölçekte yaşanan en sıcak 10 yılın 9 u 2000 yılından sonrasında gerçekleşmiştir (NASA, 2012). Bu realite İstanbul için de araştırılmıştır. 1960-2013 yılları periyodunda en az yağışın olduğu ve en yüksek sıcaklıkların yaşandığı yıllar son 15 yıllık döneme denk gelmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. İstanbul'da son 54 yıllık sürede gözlemlenen ekstrem yağış ve sıcaklıklar (P: Yağış, T: Sıcaklık) (Turoğlu, 2014a).

Yıllar	Yağış (Yıllık)			Sıcaklık (Yıllık)		
	Ortalama	400 mm <P<500 mm	15.5 °C <T<16.0 °C	Ortalama	15.5 °C <T<16.0 °C	15.5 °C <T<16.0 °C
1960-2013	642.9 mm	5 yıl	2 yıl	14.3°C	6 yıl	-
1960-1974	683.7 mm	4 yıl	1 yıl	14.5 °C	8 yıl	-
1999-2013						
Florya						
Göztepe						

Florya ve Göztepe yağış ve sıcaklık değerlerinin 1960-2013 yılları içindeki değişim özelliklerini karşılaştırmalı olarak daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla 54 yıllık ve 15 er yıllık periyodlar için aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklıklar hesaplanmıştır (Çizelge 3; Çizelge 4). Her iki istasyon verilerinde; 1960-2013 yılları (54 yıl) ve 1960-1974 yılları (ilk 15 yıl) periyodları yağışlı dönem ortalama yağış miktarları birbirine çok yakın çıkarken, 1999-2013 yılları periyodunda (son 15 yıl) belirgin bir azalma dikkati çekmektedir. Yağışın aylık dağılışında her iki istasyon için üç period dikkat alındığında ise belirgin bir kararsızlık hakimdir. Her iki istasyonun son 15 yıla ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde ise ilk 15 yıla göre 1,44-1,6 °C 54 yıllık ortalamalara göre ise 1,1-1,2 °C artış görülmektedir. Yağışların yıl içindeki kararsızlığı sıcaklıklarda görülmez. Aksine, son 15 yıllık periyodun aylık ortalama sıcaklıkları belirgin olarak 54 yıllık ve ilk 15 yıllık dönemlerin aylık ortalama sıcaklıklarından, mevsim fark etmeksizin, daima daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3; Çizelge 4).

Çizelge 3. Florya'da sıcaklık ve yağışın 54 yıllık ve 15 er yıllık dağılışı (P: Yağış, T: Sıcaklık) (Turoğlu, 2014a).

Yıllar	Yağış (Yıllık)												Yıllık
	Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık	
P (mm)	79.1	69.2	59.3	49.9	29.0	29.3	21.0	24.6	33.7	73.9	79.8	93.3	563.0
	88.2	72.4	63.1	54.3	31.7	23.8	15.2	25.0	36.1	55.4	72.4	114.4	563.9
	80.1	94.7	59.3	47.5	20.8	29.2	12.9	24.6	41.1	73.5	70.9	85.3	559.9
T (°C)	5.7	5.7	7.5	11.7	16.6	21.3	23.8	23.7	20.1	15.9	11.7	8.0	12.7
	5.1	5.7	7.0	11.3	16.2	20.6	23.1	23.0	19.6	15.8	12.4	8.2	14.0
	6.0	6.0	8.5	12.4	17.6	22.3	25.4	25.3	21.1	16.4	12.0	8.1	15.1

Çizelge 4. Göztepe'de sıcaklık ve yağışın 54 yıllık ve 15 er yıllık dağılışı (P: Yağış, T: Sıcaklık) (Turoğlu, 2014a).

Yıllar	Yağış (Yıllık)												Yıllık
	Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık	
P (mm)	88.2	69.2	63.2	48.1	29.3	24.9	20.2	27.0	41.2	76.3	83.5	112.5	683.7
	92.9	71.4	67.5	52.3	30.7	19.6	10.4	20.7	50.7	66.4	74.0	130.7	687.4
	83.5	83.7	62.2	42.5	19.9	26.8	13.5	32.5	41.2	81.3	79.2	94.4	660.6
T (°C)	6.0	6.0	7.7	12.1	16.9	21.6	23.7	23.7	20.1	15.8	11.7	8.2	12.7
	5.3	6.0	7.2	11.7	16.5	20.9	23.2	23.1	19.6	15.6	12.2	8.3	14.1
	6.4	6.5	8.6	12.8	17.7	22.5	24.9	25.3	21.2	16.4	12.3	8.6	15.3

1960-1974 ve 1999-2013 yılları periyotları yağışlı gün sayıları ve sağanak yağışlı gün sayıları da incelenmiştir (Çizelge 5; Çizelge 6). Yağışlı gün sayısının son 15 yıllık period için hem yıllık ve hem de yağışlı dönemde azaldığı, sıcak dönemdeki yağışların arttığı, sağanak yağışlı günlerin hem yıllık toplamda ve hem de sıcak dönemde artış gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 5; Çizelge 6).

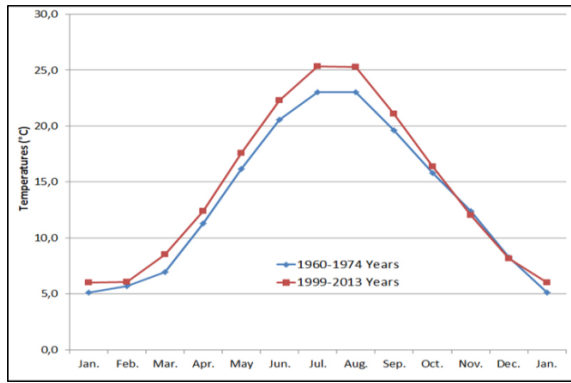
Çizelge 5. 15 er yıllık periyotların aylık yağışlı gün sayıları (F: Florya istasyonu, G: Göztepe istasyonu) (Turoğlu, 2014a).

İstasyon	Yıllar	Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık
F	1960-1974	259	230	210	167	131	79	47	59	98	161	207	266
	1999-2013	242	234	200	153	85	89	33	59	118	159	191	227
G	1960-1974	264	242	214	158	110	69	44	42	85	148	178	260
	1999-2013	250	231	193	159	91	93	44	61	120	169	168	238

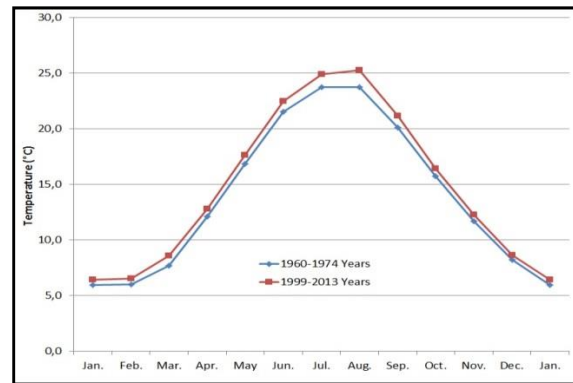
Çizelge 6. Florya istasyonu verilerine göre 15 er yıllık periyotlar için 25 mm den az ve fazla günlük yağışların yıl içindeki frekans dağılımları (Turoğlu, 2014a).

Periyot	P (mm/day)	Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1960-1974	P<25mm	257	225	208	162	130	77	46	56	95	155	199	255	1865
	25mm<P	2	5	2	5	1	2	1	3	3	6	8	11	49
1999-2013	P<25mm	238	228	198	151	83	83	31	57	115	145	183	217	1729
	25mm<P	4	6	2	2	2	6	2	2	3	14	8	10	61

1960-1974 yılları ve 1999-2013 yılları periyotları için aylık ortalama sıcaklıkların dağılışı dikkate alındığında; son 15 yıllık dönemde aylık ortalama sıcaklıkların yükseldiği, aylık ortalama sıcaklıklardaki artışın sıcak dönemde daha fazla olduğu ve yılın sıcak döneminin (yaz mevsimi) giderek daha uzun bir süre ile gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7; Şekil 8).



Şekil 7. 15 er yıllık periyotlar için Florya'da aylık ortalama sıcaklıkların yıl içindeki değişimleri (Turoğlu, 2014a)

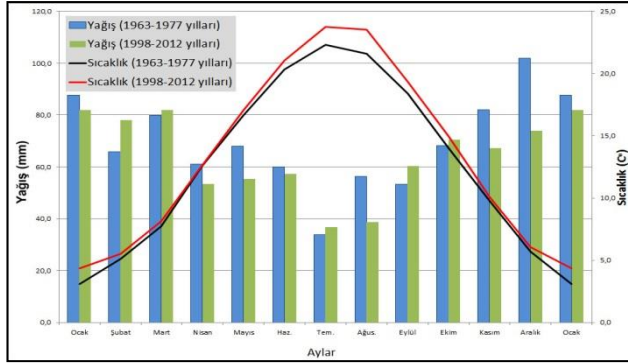


Şekil 8. 15 er yıllık periyotlar için Göztepe'de aylık ortalama sıcaklıkların yıl içindeki değişimleri (Turoğlu, 2014a)

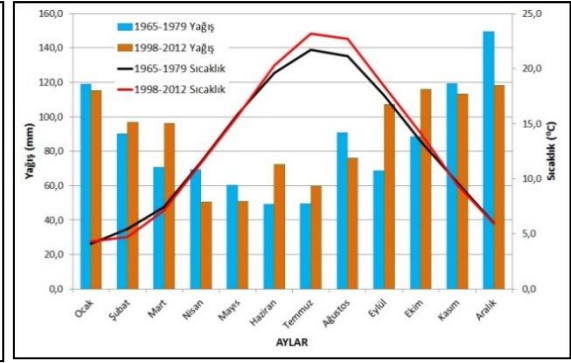
İstanbul için son 15 yılın yağış ve sıcaklık değerlerindeki bu değişikliklere karşın, Melen Çayı ve Yeşilçay Regülatörü havzalarının bulunduğu bölgelerdeki değişim olup olmadığı ya da ne yönde bir değişimin olduğu da araştırılmıştır. Düzce Meteoroloji istasyonu, 1963-2012 yılları periyodu, yağış ve sıcaklık verilerinin analiz sonuçları Florya ve Göztepe istasyonu sonuçları ile hemen tamamen örtüşmektedir (Şekil 9; Çizelge 7). Bu benzeşme; İstanbul için geçmişten günümüze yağış ve sıcaklıklardaki değişimin işaret ettiği çıkarımlar ve bu çıkarımlara dayandırılan geleceğe yönelik öngörülerin Düzce ve çevresi için de geçerli olduğunu ifade etmektedir.

Bartın Meteoroloji İstasyonu, 1965-2012 yılları periyodu, yağış ve sıcaklık verilerinin analiz sonuçları da (Şekil 10; Çizelge 8) hem İstanbul ve hem de Düzce için elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. Aynı yorumların, Bartın çevresi içinde geçerli olduğu kabul edilebilir. Ancak Çizelge 8 dikkatle incelendiğinde İstanbul ve Düzce'den farklı olarak, son 15 yıl (1998-2012 yılları) periyodu yıllık toplam yağış miktarında artış görülmektedir. Bu durum çok anlamlıdır. Zira hem İstanbul ve hem de Düzce için yapılan tüm analizlerde son 15 yıl için yıllık ortalama toplam yağış azalırken, Bartın'da artış olmuştur. Bu durum Bartın'da yağışların artacağını ve su yetersizliği-kuraklık beklenmemesi gerektiğini düşündürmektedir. Hatta birçok yayında bu durum ifade edilmektedir. Ancak bu yaklaşım son derece yanlış ve tehlikeli bir değerlendirmedir. Geleceğe yönelik bu tür iklimik öngörülerin yıllık

ortalamlar kadar mutlaka aylık ortalamalar ve bunların yıl içindeki dağılışı ile tür, şiddet, frekans özellikleri ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bartın bu konuda güzel bir örnektir. Son 15 yılda yıllık ortalama yağış miktarı artmaktadır (Çizelge 8). Ancak, yılın yağışlı dönem ve sıcak dönem periyodları dikkate alındığında; yağışlı dönem yıllık ortalama yağışlar belirgin olarak azalmaktadır (Şekil 5; Çizelge 8). Yıllık ortalama toplam yağış miktarını arttıran yağışlar sıcak dönem sağanak yağışları olup, bu yağışlar su kaynaklarını besleyen faydalı yağışlar olmayıp, sel ve taşkınlara neden olan, kurak-yarıkurak iklim tipinin karakteristik yağışları niteliğini taşımaktadır (Turoğlu, 2014b).



Şekil 9. Düzce Meteoroloji İstasyonu yağış ve sıcaklık verilerinin; 1963-1977, 1998-2012 dönemleri karşılaştırması.



Şekil 10. Bartın Meteoroloji İstasyonu yağış ve sıcaklık verilerinin; 1965-1979, 1998-2012 dönemleri karşılaştırması.

Çizelge 7. Düzce istasyonu 1963-2012 yılları, ilk ve son 15 er yıllık dönemlerin aylık yağış ve sıcaklık değerleri.

Periyod	Ocak	Şubat	Mar	Nisa	Mayı	Haz	Tem	Ağus	Eylül	Eki	Kası	Aralı	Yıllık
1963-2012 Yağış	87,1	71,2	74,4	60,2	60,4	56,7	43,5	51,8	50,2	79,1	83,0	95,5	813,1
1963-1977 Yağış	87,6	65,9	80,0	61,1	68,1	59,9	33,8	56,2	53,2	68,3	82,1	102,0	818,1
1998-2012 Yağış	81,9	78,0	81,9	53,4	55,3	57,4	36,8	38,7	60,4	70,4	67,3	73,9	755,5
1963-2012 Sıcaklık	3,7	5,1	7,7	12,3	16,6	20,5	22,6	22,2	18,6	14,3	9,4	5,9	13,2
1963-1977 Sıcaklık	3,1	5,1	7,7	12,6	16,6	20,3	22,3	21,6	18,4	14,0	9,8	5,7	13,1
1998-2012 Sıcaklık	4,4	5,5	8,1	12,6	17,1	21,1	23,7	23,5	19,4	14,9	10,1	6,1	13,9

Çizelge 8. Bartın istasyonu 1965-2012 yılları, ilk ve son 15 er yıllık dönemlerin aylık yağış ve sıcaklık değerleri.

Periyod	Ocak	Şubat	Mar	Nisa	Mayı	Haz	Tem	Ağus	Eylül	Ekim	Kası	Aralı	Yıllık
1965-2012 Yağış	112,6	85,3	75,7	59,5	51,6	68,8	61,2	79,6	85,6	108,5	116,8	132,1	1037,5
1965-1979 Yağış	119,0	90,3	70,7	69,4	60,3	49,3	49,5	90,8	68,5	88,4	119,4	149,4	1025,1
1998-2012 Yağış	115,2	96,8	96,2	50,5	50,9	72,2	59,8	76,2	107,4	116,0	113,3	118,3	1072,7
1965-2012 Sıcaklık	4,1	4,7	7,0	11,2	15,6	19,7	22,1	21,6	17,7	13,7	9,1	5,9	12,7
1965-1979 Sıcaklık	4,1	5,5	7,4	11,6	15,8	19,6	21,7	21,1	17,6	13,4	9,7	6,0	12,8
1998-2012 Sıcaklık	4,3	4,8	7,1	11,4	15,7	20,3	23,1	22,7	18,4	14,2	9,4	5,9	13,1

2.5. Kuraklık analizleri

Su Yönetiminin temel iki probleminden biri olan “Su Yetersizliği” araştırmalarında kuraklık analizleri geçmişten günümüze gelen genel eğilimi belirlemede güvenilir argümanlardan biridir. Bu konudaki genel perspektifin belirlenebilmesi amacıyla; Thornthwaite Su Bilançosu Analizi, UNESCO (1979) aylık kuraklık indis analizi, Erinç Yağış Etkinliği İndis analizi, de Martonne Kuraklık İndis analizleri kullanılmıştır. Bu analiz yöntemleri, İstanbul ve çevresindeki genel eğilimi belirleme amaçlı olarak, sadece Florya Meteoroloji İstasyonu günlük yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak uygulanmıştır. İstasyon sayısının artırılması ile elde edilecek sonuçların birlikte değerlendirilmesi şüphesiz ki daha detaylı sonuçlara ulaşılmasına fırsat verecektir.

Florya İstasyonu 1960-2013 yılları periyodu yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak, Thornthwaite iklim sınıflaması ve Thornthwaite su bilançoları hesaplanmıştır (Turoğlu, 2014a) (Çizelge 9). 1960-1974 ve 1999-2013 periyodlarına ait Thornthwaite yıllık su dengesi analizi sonuçları karşılaştırıldığında; son 15 yıllık dönemde, su yetersizliğinin hem aylık ve hem de yıllık olarak belirgin olarak artış gösterdiği, Potansiyel Evapotranspirasyon (PE) değerlerinin de son 15 yıllık dönemde artış gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 9). Hidroklimatolojik bilanço için evapotranspirasyon değeri özel öneme sahiptir. Thornthwaite'e göre (1948), temel prensip olarak; yağışın evapotranspirasyondan fazla olması halinde toprak suya doymun olup, bu durumda orada su fazlası vardır. Bir başka deyişle o yerin iklimi nemlidir. Yağışın evapotranspirasyondan az olması halinde ise su yetersizliği ortaya çıkar. Yani o yerin iklimi kuraktır. Yağış ve evapotranspirasyon arasındaki bu ilişki nemli ve kurak iklim tipleri arasındaki derecelenmeyi belirler. Çizelge 9 incelendiğinde tüm parametreler son 15 yıllık döneme ait ortalamaların; su yetersizliğinin arttığına ve kuraklığa doğru bir gidişe işaret etmektedir.

Çizelge 9. Florya istasyonu verilerine göre Thornthwaite yıllık su dengesi analizi (P: Yağış, WS: Su fazlası, SC: Biriken su değişimi, WD: Su yetersizliği, PE: Potansiyel Evapotranspirasyon).

Florya İstasyonu		Aylık												Yıllık (mm)
		Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık	
1960-1974 Yılları	P	88.2	72.4	63.1	54.3	31.7	23.8	15.2	25.0	36.1	55.4	72.4	114.4	563.9
	WS	100	100	100	100	49.62	0	0	0	0	0	36.97	100	-
	SC	0	0	0	0	-50.38	-49.62	0	0	0	0	35.97	64.03	-
	WD	0	0	0	0	0	44.19	124.9	105.5	54.17	5.38	0	0	334.2
	PE	10.05	11.82	19.81	43.03	82.08	117.6	140.1	130.5	90.27	60.78	36.43	19.40	761.9
1999-2013 Yılları	P	80.1	94.7	59.3	47.5	20.8	29.2	12.9	24.6	41.1	73.5	70.9	85.3	559.9
	WS	100	100	100	100	33.27	0	0	0	0	13.45	53.22	100	-
	SC	0	0	0	0	-	66.73	-33.27	0	0	0	13.45	39.77	46.78
	WD	0	0	0	0	0	75.7	99	124.2	56.23	0	0	0	403.1
	PE	10.4	10.4	22.53	44.4	87.53	138.1	159.	148.8	97.33	60.05	31.13	16.2	826.9

Kuraklık analizlerinden bir diğeri de UNESCO (1979) kuraklık indis hesaplamasıdır. UNESCO kuraklık indis hesaplaması (A_1) yıllık yağış (P) ve Potansiyel Evapotranspirasyon (PE) oranına ($A_1=P/PE$) dayanır (Maliva ve Missimer, 2012). Sıcak ve kurak iklim bölgelerinde yıllık yağış düşük, potansiyel evapotranspirasyon yüksektir. Dolayısıyla düşük (A_1) değerleri kuraklık derecesine işaret eder. Kuraklık indis değeri 0,20 ve daha az olan yerler “Kurak” iklim bölgeleri olarak tanımlanmıştır. Florya istasyonu verilerine göre UNESCO (1979) aylık kuraklık indis hesaplamaları (Çizelge 10) yapılmış olup, son 15 yıl periyodunda, yılın sıcak dönemi için kuraklık sınırı sonuçlarına ulaşılmıştır. 1960-1974 ve 1960-2013 periyodlarının aylık ve yıllık indis değerleri genel olarak birbirine çok yakın çıkarken, son 15 yıllık dönem, her iki periyod ile karşılaştırıldığında her ikisinden de kuraklık sınırına daha yakın indis değerleri ile dikkati çeker (Çizelge 10).

Çizelge 10. Farklı dönemlere ait, Florya İstasyonu verileri UNESCO (1979) aylık kuraklık indis değerleri.

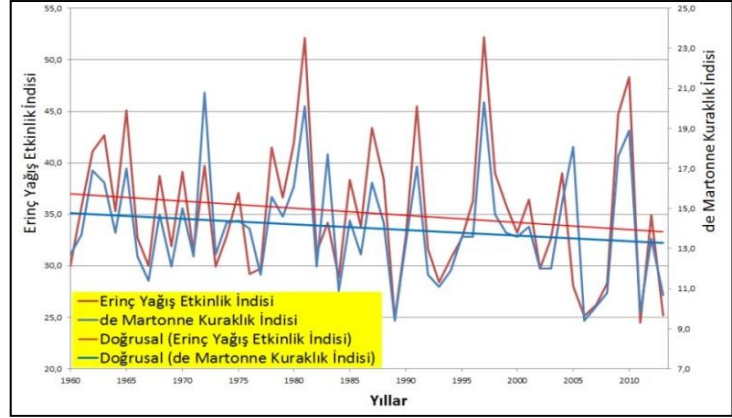
Yıllar	Aylar													Yıllık
	Ocak.	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	
1960-2013	7,05	6,17	2,83	1,13	0,35	0,24	0,14	0,18	0,36	1,23	2,45	5,20	7,05	0,72
1960-1974	8,77	6,12	3,19	1,26	0,39	0,20	0,11	0,19	0,40	0,91	1,99	5,90	8,77	0,74
1999-2013	7,70	9,11	2,63	1,07	0,24	0,21	0,08	0,17	0,42	1,22	2,28	5,26	7,70	0,68

İstanbul için 54 yıllık yağış ve sıcaklık değerlerinin “su yetersizliği” anlamındaki genel eğilimini diğer sonuçlar ile karşılaştırmak amacıyla de Martonne Kuraklık İndis hesaplaması (Turoğlu, 2014a) ve Erinç Yağış Etkinliği İndis hesaplamaları kullanılmıştır. Her iki indis sonuçlarının genel eğiliminde; uyumluluk ve su yetersizliğinin giderek arttığı açık şekilde görülmektedir. Ayrıca her iki indis sonuçları diğer indis sonuçları ile de örtüşmektedir (Çizelge 9; Çizelge 10; Şekil 11).

3. Tartışma

İstanbul'un su yönetimini idare eden yetkililer; su rezervuarlarını arttırma, geri dönüşüm su potansiyelini büyütme ve bir kaç 100 km uzaklıktaki akarsulardan İstanbul barajlarına su taşıma hedefli projeler ile bu sorunu çözmeyi planlamaktadırlar (Yüksel vd., 2004; Çodur vd., 2007; Saatçi, 2013; DSİ, 2014; Eroğlu, 2014a; Eroğlu, 2014b; Eroğlu, 2014c).

İstanbul'un; suyu bir kez kullanma lüksü olmadığı bu çalışmadaki analizlerden anlaşılmaktadır. Yürütülmekte olan "Arıtma Sistemleri" ile ilgili projeler doğru yatırımlar olup, desteklenerek tamamlanması İstanbul'un su probleminin azaltılması için önemli katkı sağlayacaktır. Bu açıdan, atık su yönetiminin başarısı İstanbul için önem taşımaktadır. Ancak mevcut imkânlar ve uygulamalar yeterli değildir. Hem geri dönüşüm su miktarı ve hem de kullanımının yaygınlaşması, olabilecek seviyelerin gerisindedir.



Şekil 11. Florya istasyonu de Martonne Yıllık Kuraklık İndisi (Turoğlu, 2014a) ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi eğilim grafiği.

İstanbul'un su ihtiyacını karşılama ve geleceğe yönelik su sıkıntısını çözüme stratejileri önemli sorunlara sahiptir. Bunlardan biri; güncel ve yakın-orta gelecekteki iklim koşulları itibarı ile uzak mesafelerden İstanbul'a taşınacak su bulunabilecek mi? Diğer sorun ise; İstanbul'a dağıtılan su barajlarda depolanmaktadır. Ortalama ve maksimum sıcaklıkların yükselmesi, yılın sıcak mevsiminin uzaması bu barajlardan buharlaşma ve yeraltına sızma ile su kayıplarının çok daha artması beklenen doğal bir gelişmedir. Yapılan analizler evaporasyonun her geçen yıl daha da şiddetlendiğini göstermektedir. Bu durum; barajlardan buharlaşma ile su kaybının giderek çok daha ciddi boyutlara ulaşacağını göstermektedir. Ayrıca, yine yapılan analizler; toprağın suya doygunluğunun yıl içindeki süresinin giderek kısaldığına işaret etmektedir. Bu yolla da barajlardan su kaybı her geçen sene daha da artacaktır. Dolayısıyla, hem İstanbul barajlarına su depolanması bir problemdir ve hem de depolanan suyun muhafazası ayrı bir problemdir. Zira barajlara taşınan su daha şehrsel dağıtıma girmeden doğal yollarla kayba uğrayacaktır. İstanbul'a su sağlayan derelerin akım özellikleri içinde aynı sorun geçerlidir.

İstanbul'un su yönetimi planlamalarında, sadece yıllık yağış miktarının dikkate alınması (İSKİ, 2011; İSKİ, 2014b) hatalı sonuçlar doğuracaktır. İstanbul'un nüfus özellikleri, plansız şehirleşme ve yetersiz altyapı özellikleri, sert ve geçirimsiz zeminlerin yaygınlığı nedeni ile yağışla gelen suyun yeraltı suyunu beslemesi, barajlarda toplanması, kullanım amaçlı depolanabilmesi her geçen yıl daha da zorlaşmaktadır. Zira yağış rejiminin ani sağanaklar şeklinde değişim göstermesi; yağışın olmasına rağmen bu yağıştan faydalanmayı engellemektedir. Çünkü sağanak yağışla gelen su; şehir selleri şeklindeki akış nedeni ile sızmaya, depolanmaya fırsat bulamadan denize ulaşmaktadır. İstatistiklere bakıldığında yağış görülecektir. Ancak bu; çoğunlukla depolanamayan bir yağış olacaktır. Dolayısıyla bu yağış miktarı dikkate alınarak su temini planlaması yapılması yanılığa fırsat verecektir.

Deniz suyunun artırılarak şehrsel ihtiyaçlar için kullanılması dünyada çok yaygındır (Tsiourtis 2004). Enerji gereksinimi, çevresel etkiler, yüksek maliyet gibi hesaba katılması gereken önemli hususlara rağmen, deniz suyundan, gerektiğinde acil ihtiyaçlara yönelik faydalanma alternatifi üzerinde tartışılabilir. Gelecekte, 100lerce km uzunluğundaki sutaşıma sistemleriyle taşınacak su bulunamayabilir. Oysa devamlılığı iklim koşullarına bağlı olmayan su kaynağı olması sebebi ile "Deniz

suyundan faydalanma” alternatifinin, İstanbul’un su yönetimi planlamasında en azından tartışılmasına-araştırılmasına yer verilebilir.

4. Sonuç

1960-2013 yılları periyodunda yıllık toplam yağış miktarlarında azalma, yıllık ortalama sıcaklıklarda ise artış çok dikkat çekicidir.

Yağış şekli ve yıl içindeki dağılışı değişmektedir.

Kuraklık indis değerleri Meteorolojik Kuraklık derecesinin giderek arttığını göstermektedir.

Buharlaştırma ile doğal yolla gerçekleşen su kayıplarının giderek daha da artış göstermesi beklenmelidir. Barajlarda depolanan suyun kullanım dışı kayıpları olarak önemsenmeli, hesaba katılmalıdır.

Su kaynaklarının verimlerinin düşmesi doğal gelişme olacaktır (Hidrolojik kuraklık).

Buharlaştırma şiddetinin artması, barajlardaki suyun kullanım dışı kayıplarını arttıracaktır.

Su kalitesinin kötüleşmesi kullanılabilir nitelikteki su miktarının azalması anlamına gelecektir.

Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık doğal sonucu olarak tarımsal kuraklık kaçınılmaz olacaktır.

Kuraklık küresel olup, İstanbul’un su sıkıntısı çözümünün taşıma suya dayandırılması tartışmalıdır.

Baraj alanında Melen Çayı’nın yıllık ortalama akımı 1599,42 hm³/yıdır. Bu suyun %67’si proje kapsamında İstanbul’a kanalize edilip, İstanbul’un su ihtiyacının karşılanması planlanmıştır. Bu akımın garantisi var mıdır? Bu miktardaki su transferinin Melen Çayı Havzası ekosistemi üzerindeki etkileri nelerdir? Bu soruların mutlak sağlıklı cevaplarının olması gerekmektedir.

Artırılmış su kullanımı daha fazla ön plana çıkarılmalıdır.

Temiz su ve atık su altyapı sistemlerinden kaynaklanan su kayıpları önlenmelidir.

Tasarruflu su kullanımı eğitimi önemsenmelidir.

Dezavantajlarına rağmen, deniz suyundan faydalanma alternatifi düşünülmeli, araştırılmalıdır.

5. Referanslar:

- Avcı, S. (2011) “İstanbul’un nüfus özellikleri ve afetlerden zarar görülebilirlik”. İçinde *İstanbul’un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu 04-05 Ekim 2010, Bildiriler kitabı*. ITO Yayınları, Akademik Yayınlar, 2011-13, İstanbul, 106-128.
- Cnntürk (2014) <http://www.cnnturk.com/haber/turkiye/istanbulda-13-ilcede-su-kesintisi>, (08.07.2014).
- Çodur, D.A., Patan, M., Uyaroğlu, N., Göktaş, O.C., Aydın, D. (2007) “İstanbul Water Basin Management and European Union Water Framework Directive”. İçinde *International Congress on River Basin Management, Basin Resources Protection*, 183-199.
- DSİ (2014) <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2014/03/06/melenbarajilesugarantialtinda> (06.03.2014).
- Eroğlu, V. (2014a) <http://www.milliyet.com.tr/2014-in-suyu-garanti-sonrasi/ekonomi/detay/1884458/default.htm> (19.05.2014).
- Eroğlu, V. (2014b) <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/26852263.asp> (20.7.2014).
- Eroğlu, V. (2014c) http://ihlassondakika.com/haber/Istanbulun-2011-yilina-kadar-su-sikintisi-yok_573275.html (22.08.2013).
- Gong, D., Shi, P., Wang, J. (2004) Daily Precipitation Changes in the Semi-Arid Region over Northern China. *Journal of Arid Environments*, 59, 771-784.
- İSKİ (2011) Stratejik Plan 2011-2015. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (http://www.iski.gov.tr/Web/UserFiles/File/faaliyetraporu/swf/stratejik_plan_2011_2015.swf, 30.09.2014).
- İSKİ (2014a) İstanbul Barajlarının Doluluk Oranları. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. (<http://www.iski.gov.tr/Web/barajdoluluk.aspx>, 24.08.2014).
- İSKİ (2014b) 2013 Yılı Faaliyet Raporu. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul. http://www.iski.gov.tr/Web/UserFiles/File/faaliyetraporu2008/faaliyet_raporu2013.pdf, 30.09.2014).
- Maliva, R. ve Missimer, T. (2012) “Aridity and Drought”. İçinde *Arid Lands Water Evaluation and Management, Environmental Science and Engineering*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 21-39.
- NASA, (2012) “NASA Finds 2011 Ninth-Warmest Year on Record” (<http://www.nasa.gov/topics/earth/features/2011-temps.html>, 20.08.2014)

- Nufusu (2014) İstanbul'un Nüfüsü. <http://www.nufusu.com/il/istanbul-nufusu>
- Qian, W., Fu, J., Yan, Z. (2007) "Decrease of Light Rain Events in Summer Associated with a Warming Environment in China during 1961-2005". *Geophysical Research Letters*, 34, Published Online. <http://dx.doi.org/10.1029/2007GL029631>, 15.09.2014)
- Saatçi, A. M. (2013) "Solving Water Problems of a Metropolis", *Journal of Water Resource and Protection*, 5/4A, 7-10.
- Thornthwaite, C.W. (1948) An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.
- Tsiourtis, N. X. (2004) "Desalination: The Cyprus Experience". *European Water*, 7(4), 39-45.
- TUİK (2014) Türkiye İstatistik Kurumu (<http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt> 15.10.2014)
- Turoğlu, H. (2013) "Possible Effects of Climate Change on Water Management in Istanbul". The Conference on Global Climate Change, 6-7 November 2013. Yıldız Technical University Auditorium, Istanbul.
- Turoğlu, H. (2014a) "Detection of Changes on Temperature and Precipitation Features in Istanbul (Turkey). *Atmospheric and Climate Sciences*, 4, 549-562.
- Turoğlu, H. (2014b) "İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları (Climate change and potential problems related to river basin management of the Bartın River). *Coğrafi Bilimler Dergisi (Turkish Journal of Geographical Sciences)*, Baskıda.
- Yüksel, E., Eroğlu, V., Sarıkaya, H.Z., Koyuncu, I. (2004) Current and Future Strategies for Water and Wastewater Management of Istanbul City. *Environmental Management*, 33, 186-195.

