

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN İZMİR
BARAJLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE
SONUÇLARI

Aysin AKIŞ

Şubat, 2007
İZMİR

**İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN İZMİR
BARAJLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE
SONUÇLARI**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Deniz Teknolojisi Anabilim Dalı

Kıyı Mühendisliği Bölümü

Aysın AKIŞ

Şubat, 2007

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Aysın AKIŞ tarafından Doç. Dr. Doğan YAŞAR yönetiminde hazırlanan “İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN İZMİR BARAJLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE SONUÇLARI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Doğan YAŞAR

Danışman

Prof. Dr. Yalçın ARISOY

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ayşe FİLİBELİ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışması sırasında büyük desteğini ve anlayışını gördüğüm danışmanım Doç. Dr. Doğan YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

İzmir'e içme suyu sağlayan kaynak ve verilerin derlenmesi aşamasında yardımlarını gördüğüm İzsu Genel Müdürlüğünden Candan DİPLİ ve Ekrem Özbay'a ve tez aşamasında göstermiş olduğu anlayış ve teşviklerinden dolayı İzsu Genel Müdürlüğü Yatırımlar Daire Başkanı Deniz GÜREL'e teşekkür ederim.

Ayrıca; İzmir Barajları konusunda vermiş olduğu bilgilerden ve yardımlarından dolayı DSİ II. Bölge Müdürlüğü'nden Seyit Çiftçi'ye teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca kendilerinden her zaman destek ve anlayış gördüğüm sevgili aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi 2005.KB.FEN.005 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında yapılmıştır.

Aysın AKIŞ

İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN İZMİR BARAJLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE SONUÇLARI

ÖZ

İklimler, gerek uzun ve gerekse kısa dönemler içerisinde, kurak ve yağışlı döngüler halinde değişim gösterirler. Bu döngülerden en kısa süreli, ortalama 20 - 22 yıl civarında olup, bu sürenin 7 ile 10 yılı yağışlı (bölgesel yağış ortalamalarının üzerinde) ve 7 ile 10 yılı da kurak (bölgesel yağış ortalamalarının altında) olarak geçmektedir. Kısa süreli iklimsel değişimlere neden olan faktörlerin başında ise Güneş Patlamaları, Kuzey Atlantik Onar Yıllık osilasyonları, Volkanizma gibi nedenler gelmekte ve söz konusu bu değişimler yağış rejimini doğrudan etkilemektedirler.

Barajlar ve iklimsel değişiklikler arasındaki ilişkiyi saptamak amacı ile, İzmir ve çevresinde bulunan barajlardaki yıllık ortalama su miktarları ile meteorolojik verilerden elde edilen yıllık ortalama yağış miktarları karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: barajlar, iklimsel değişiklikler, yağış

IMPACTS OF CLIMATE CHANGES ON İZMİR REGION DAMS AND THE RESULTS

ABSTRACT

In long and short terms, climate oscillates between intervals dominated by dry and wet cycles. The shortest of these cycles are 20-22 years in duration, where a 7-10 year interval consisting of wetter than the regional average is followed by a 7-10 year interval consisting of dryer than the regional average.

These climatic oscillations are reflected by several factors. Dams are one of the most important water reservoirs which reflects the dry and wet periods. In this study, the relationship between the climatic changes and the annual dam water reservoirs are investigated .

Key words: dams, climatic changes, wet and dry periods

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Suyun Önemi	1
1.2 Barajların Tarihi	1
1.2.1 Dünyadaki Barajların Tarihi	2
1.2.2 Türkiye’deki Barajların Tarihi.....	2
1.2.3 İzmir’in Su Tarihi	3
1.3 Çalışmanın Amaçları.....	4
BÖLÜM İKİ – BARAJLAR.....	5
2.1 İzmir ve Çevresindeki Barajlar.....	5
2.2 İzmir ve Çevresindeki Barajlarda Su Seviye Değişimleri.....	8
2.2.1 Barajlar ve Yağışlar	19
2.2.2 Yağışların Diğer Kaynaklara Olan Yansımaları	19
2.2.3 İzmir’e Su Sağlayan Kaynaklar.....	24

2.3 Türkiye’de ve İzmir’de Su	27
2.4 İzmir’deki Mevcut Su Abone Durumu.....	29
BÖLÜM ÜÇ – İKLİMSEL DEĞİŞİKLİKLER.....	32
3.1 Uzun Dönemdeki İklimsel Değişiklikler.....	32
3.2 Orta Dönemdeki İklimsel Değişiklikler	32
3.3 Kısa Dönemdeki İklimsel Değişiklikler	38
3.3.1 Kuzey Atlantik Salınımları	38
3.3.2 Güneş Patlamaları.....	38
3.3.3 Volkan patlamaları	41
3.3.4 Sera Gazı Etkisi	42
3.3.5 Meteorit Çarpmaları	43
BÖLÜM DÖRT – KURAK VE YAĞIŞLI DÖNEMLER	44
4.1 Kuraklık.....	44
4.2 Yakın Tarihte Önemli İklimsel Değişiklikler ve Sonuçları.....	45
4.3 Türkiye’de 1990’lı yıllarda oluşan Kurak Dönemin nedenleri ve Sonuçları .	48
4.4 İklimsel Tahminler	48
BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR.....	49
KAYNAKLAR	51

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Suyun Önemi

Dünyadaki ülkelerin en önemli doğal kaynağı tartışmasız sudur. Hiçbir doğal kaynak, yeraltı ve yerüstü sularından daha önemli olamaz. Yaşamın kaynağı olan suyun kaynağı ise, yağıştır. Ancak yağış miktarları, gerek kısa ve gerekse uzun dönemler içerisinde güneş enerjisinde olan değişiklikler ya da volkanizma gibi değişik doğa olayları nedeniyle değişim gösterirler. Yağışlarda meydana gelen bu değişimler, hidroloji ve su kaynakları için çok önemlidir. Belli bir su havzasında zaman içinde meydana gelen hidrolojik artışlar ya da azalışlar, yukarıda sözü edilen doğa olayları ile çok yakın ilişki içindedir.

Söz konusu değişikliklere, İzmir, Çiğli meteoroloji istasyonundan alınan ve 1962-2002 yılları arasındaki dönemi kapsayan yıllık ortalama yağış miktarlarındaki değişimler örnek verilebilir (Şekil 2.11). Bu verilere göre; 1960'lı, 1980'li ve 2000'li yıllar yağışlı, 1970'li ve özellikle 1990'lı yıllar çok kurak geçmiştir. Diğer bir deyişle yaklaşık her 20 yıllık bir sürecin on yılı yağışlı diğer on yılı ise kurak geçmektedir.

Dünya nüfusunun her 45 yılda bir ikiye katlanması nedeniyle, dünyadaki su ihtiyacı da giderek artmaktadır. Ülkemizde de, yağışlı dönemlerde çok sorun teşkil etmeyen bu durum kurak dönemlerde kendini iyice hissettirir ve sürekli su sıkıntısına neden olur.

1.2 Barajların tarihi

Barajlar eskiden taşkınlarından korunmak, içme ve kullanma suyu elde etmek amaçlarına hizmet etmek için yapılırdı. 1900'lü yıllardan sonra bunlara ek olarak elektrik enerjisi elde etmek için de tasarlanmaya başlanmışlardır. Barajlar genellikle içme, kullanma, endüstri ve sulama suyu sağlamada, hidroelektrik enerji üretimi,

taşkınların kontrolü, akarsu ulaşımı, balıkçılığın geliştirilmesi ve canlıların korunması gibi farklı avantajlar sağlarlar. Ancak yeterli fizibilite çalışmaları yapılmadan inşa edilen barajlar ekoloji için, dolayısı ile canlılar için son derece tehlikeli sonuçların ortaya çıkmasına da neden olabilir (Ağralıoğlu, 2004).

1.2.1 Dünyadaki Barajların Tarihi

Dünyanın ilk barajının, kalıntıları Ürdün'de bulunan M.Ö. IV binde inşa edildiği sanılan Jawa barajı olduğu düşünülmektedir (Öziş,1983). M.Ö. 2950–2750 yılları arasında yapılan Nil üzerindeki Sedde-el-kefere barajı aynı zamanda içme suyu sistemine ait ilk kalıntı sayılmaktadır (Garbrecht, 1985). Indus havzasındaki su yapılarının M.Ö. 2750 ve Huang-ho havzasındaki su yapılarının M.Ö. 2200 yıllarına uzandığı bilinmektedir. Mezopotamya'da M.Ö. 3000 yıllarında yapılan su yapılarına rastlanmış olup, M.Ö. 1700'lerden kalma Hammurabi Kanunlarında su hakları ile ilgili maddelerin olduğu tespit edilmiştir.

Anadolu'da VI. yüzyılda yapıldığı sanılan Mardin yakınlarındaki Dora barajı dünyada belgelenmiş en eski kemer barajdır. Ayrıca, Amasya yakınlarındaki Löstüğün toprak barajı (Osmanlı ya da Bizans eseri olduğu sanılmaktadır), Van yakınlarındaki Faruk Bendi (muhtemelen Urartu eseri), Anadolu'da bulunan önemli tarihi barajlar arasındadır (Dinçergök, 1995).

1.2.2 Türkiye'deki Barajların Tarihi

Türkiye Cumhuriyeti döneminde ise, ilk defa 1936 yılında, kemerli bir beton ağırlık barajı niteliğinde olan Çubuklu I Barajı işletmeye açılmış ve bu barajı daha sonra 1948 yılında Porsuk I, 1955 yılında açılan Elmalı II ve 1956 yılında Sarıyar barajları takip etmiştir (Öziş ve Alsan 1990). Halen Türkiye'de 555 adet baraj bulunmakta ve 210 tane de yapımı planlanan baraj bulunmaktadır. Bunlardan 201 adedi büyük su işleri kapsamında olup toplam hacimleri 139.5 km³ civarındadır (DSİ).

1.2.3 İzmir'in Su Tarihi

Yurdumuzun diğer birçok yerleşiminde olduğu gibi İzmir'de de yüzyıllarca su problemi yaşanmıştır. Kimi zaman yeni kaynaklardan kente su dağıtılmış, su yolları yenilenmişse de sıkıntı kısa süre sonra yeniden başlamıştır. İzmir'in binlerce yıllık geçmişinde kentin su ihtiyacını karşılamak üzere inşa edilmiş olan uzun mesafeden su getirme sistemlerinin geçgisi, 19. yüzyıl sonunda Alman Arkeoloji Enstitüsünün çalışmaları doğrultusunda, Georg Weber tarafından yapılmış olup, 1899 yılında Enstitünün yayınladığı çalışmada (Öziş ve diğerleri, 1999).

Bu su yollarının başlıcaları;

—İzmir'in doğusundan Nif dağının güney yamaçlarında, Arapderenin en üst kesimlerindeki Karapınarın sularını Kadifekale'ye (Pegus dağı) ileten, Melez çayını taşborulu ters sifonla geçen antik Karapınar yolu,

—İzmir'in güneyinden Kısıkköy yakınındaki Akpınar'ın sularını, Bayramyeri yakınında, eskiden değirmenlerin bulunduğu kesimin yakınındaki, Zeus Akraios tapınağına ileten antik "Akpınar yolu,

—İzmir'in Güneydoğusundan, Buca'nın doğusundaki Kanlıgöl Kaynaklar yöresi sularını, Melez çayını yüksek su kemeriyle aşarak, Kadifekale'nin doğu eteklerinden dolaşarak ileten antik ve daha sonraki dönemlerde de kısmen yararlanılmış olan "Buca su yolları",

—İzmir'in güneyinden, Kozagaç yöresi pınar sularını, Melez çayını yüksek su kemeriyle aşarak ileten, muhtemelen Osmanlı döneminde "Osmanağa su yolu" olarak da yararlanılmış olunan "Kozagaç su yolu",

—İzmir'in güneydoğusundan, Şirinyer yakınında kaynayan pınar sularını, Melez çayını yüksek su kemeriyle aşarak ileten Osmanlı dönemi "Vezir su yolu",

—İzmir’in doğusundan, Tepecik’in kuzey yamaçlarından kaynaklan, mutemelen antik dönemde de yararlanılmış olan suları ileten, “Kapancıoğlu su yolu” hatlarıdır.

Günümüzde, İzmir şehrinin içme suyunun %65 civarı kuyulardan ve geri kalan %35’lik bir kısmı da barajlardan sağlanmaktadır (İzsu Genel Müdürlüğü).

1.3 Çalışmanın Amacı

Çalışmanın ana hedefleri:

- a) İzmir ve çevresindeki barajların iklimsel değişikler ile ilişkisinin araştırılması,
- b) Volkanizma gibi diğer doğa olaylarının çok kısa sürelerde yağışları nasıl etkilendiğinin saptanması,
- c) Önümüzdeki yıllar için yağış tahminlerinin yapılması,
- d) Ve önümüzdeki muhtemel kurak dönemlerde İzmir ilinin karşılaşılabileceği su sorunlarını gidermek için gerekli önerilerin nedenleri ile birlikte öngörülmesidir.

BÖLÜM İKİ

BARAJLAR

2.1 İzmir ve Çevresindeki Barajlar

İzmir’de yapımı bitmiş ve faaliyette olan barajlar; Güzelhisar Barajı, Balçova Barajı, Ürkmez Barajı, Kestel Barajı, Seferihisar Barajı ve Tahtalı Barajı’dır. Manisa’da ise; Sevişler Barajı, Avşar Barajı, Demirköprü Barajı ve Gölmarara Barajı bulunmaktadır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 İzmir ve çevresindeki barajlar ve özellikleri

Barajın Adı	Barajın Bulunduğu Şehir	Barajın Yeri	Amacı	İşletmeye Başladığı Yıl	Normal Su Kotunda Göl Hacmi
Kestel	İZMİR	Bergama	Sulama	1989	37,4 hm ³
Balçova	İZMİR	Balçova	İçme, kullanma ve sulama	1980	7,8 hm ³
Güzelhisar	İZMİR	Aliağa	İçme ve endüstri suyu	1982	155,4 hm ³
Ürkmez	İZMİR	Seferihisar	Sulama ve içme suyu	1990	7 hm ³
Seferihisar	İZMİR	Seferihisar	Sulama	1994	29,1 hm ³
Tahtalı	İZMİR	Gümüldür	İçme ve sulama	1996	306,5 hm ³
Alaçatı	İZMİR	Çeşme	İçme suyu	1997	16,5 hm ³
Kavakdere	İZMİR	Seferihisar	Sulama	2006	13,88 hm ³
Demirköprü	MANİSA	Salihli	Enerji, sulama ve taşkın	1960	1022,3 hm ³
Marmaragölü	MANİSA	Gölmarara	Sulama ve taşkın	1944	320 hm ³
Avşar Barajı	MANİSA	Alaşehir	Sulama ve taşkın	1977	84 hm ³
Sevişler Barajı	MANİSA	Soma	Sanayi ve sulama	1982	120,5 hm ³

- **Güzelhisar barajı:**

İzmir Aliağa’da bulunmakta olan baraj, sulama suyu amaçlı inşa edilmiştir. 14.207 m uzunluğunda 1400 mm isale hattı ile Petkim sahasına iletilen su, kurumun arıtma tesislerinde kullanılmaktadır. 1981 yılında işletmeye açılmıştır. Yağış alanı 450 km² olup, yıllık ortalama su 109 hm³, çekilen su miktarı ise 83 hm³’tür. Gövde hacmi 3,1 hm³, aktif göl hacmi 145 hm³, toplam göl hacmi 158 hm³’tür.

- **Balçova Barajı:**

İzmir Balçova'da bulunmaktadır. İçme ve kullanma suyu amaçlı olarak inşa edilmiştir. 1983 yılında işletmeye açılmıştır. Yağış alanı 33 km² olup, yıllık ortalama su 14 hm³, çekilen su miktarı ise 12 hm³'tür. Gövde hacmi 1 hm³, aktif göl hacmi 7,9 hm³, toplam göl hacmi 8,1 hm³'tür.

- **Ürkmez Barajı:**

İzmir Seferihisar'da bulunmaktadır. Sulama suyu amaçlı inşa edilmiştir. 1993 yılında işletmeye açılmıştır. Yağış alanı 30,8 km² olup, yıllık ortalama su 7,03 hm³, çekilen su miktarı ise 4,04 hm³'tür. Gövde hacmi 0,99 hm³, aktif göl hacmi 8,1 hm³, toplam göl hacmi 7 hm³'tür. Sulama şebekesi alçak basınçlı borulu sistem olarak inşa edilmiş, şebeke damlama sulamasına dönüştürülmesi proje çalışmaları devam etmektedir.

- **Kestel Barajı:**

İzmir Bergama'da bulunmaktadır. Sulama suyu amaçlı inşa edilmiştir ve 1989 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 1,04 hm³, normal su kotunda göl hacmi 37,4 hm³ olup, sulama alanı 3716 ha'dır.

- **Seferihisar Barajı:**

İzmir ili Seferihisar ilçesi sınırları içersindedir. Sulama suyu amaçlı inşa edilmiştir. 1994 yılında işletmeye açılmıştır. Seferihisar barajından alınan su ile net 1200 ha arazi sulanacaktır. Yağış alanı 41 km² olup, yıllık ortalama su 12,1 hm³, çekilen su miktarı ise; 10,3 hm³'tür. Gövde hacmi 1,5 hm³, toplam göl hacmi 28,1 hm³'tür.

- **Tahtalı Barajı:**

İzmir ili Gümüldür ilçesi sınırları içersindedir. İçme ve sulama suyu amaçlı kullanılmaktadır. 1997 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 3,4 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 306,5 hm³'tür.

- **Alaçatı Barajı:**

İzmir ili Çeşme ilçesi sınırları içersindedir. İçme suyu amaçlı kullanılmaktadır. 1997 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 0,3 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 16,5 hm³'tür.

- **Demirköprü Barajı:**

Manisa ili Salihli ilçesi sınırları içersindedir. Enerji elde edilmektedir. Ayrıca; sulama ve taşkın amaçlı kullanılmaktadır. 1960 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 4,3 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 45,7 hm³'tür. Sulama alanı 99 220 ha'dır.

- **Marmara Gölü:**

Manisa ili Gölarmara ilçesi sınırları içersindedir. Sulama ve taşkın amaçlı kullanılmaktadır. 1944 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 7,2 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 320 hm³'tür. Sulama alanı 76.423 ha'dır.

- **Avşar Barajı:**

Manisa ili Alaşehir ilçesi sınırları içersindedir. Sulama ve taşkın amaçlı kullanılmaktadır. 1977 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 3,5 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 84 hm³'tür. Sulama alanı 13.500 ha'dır.

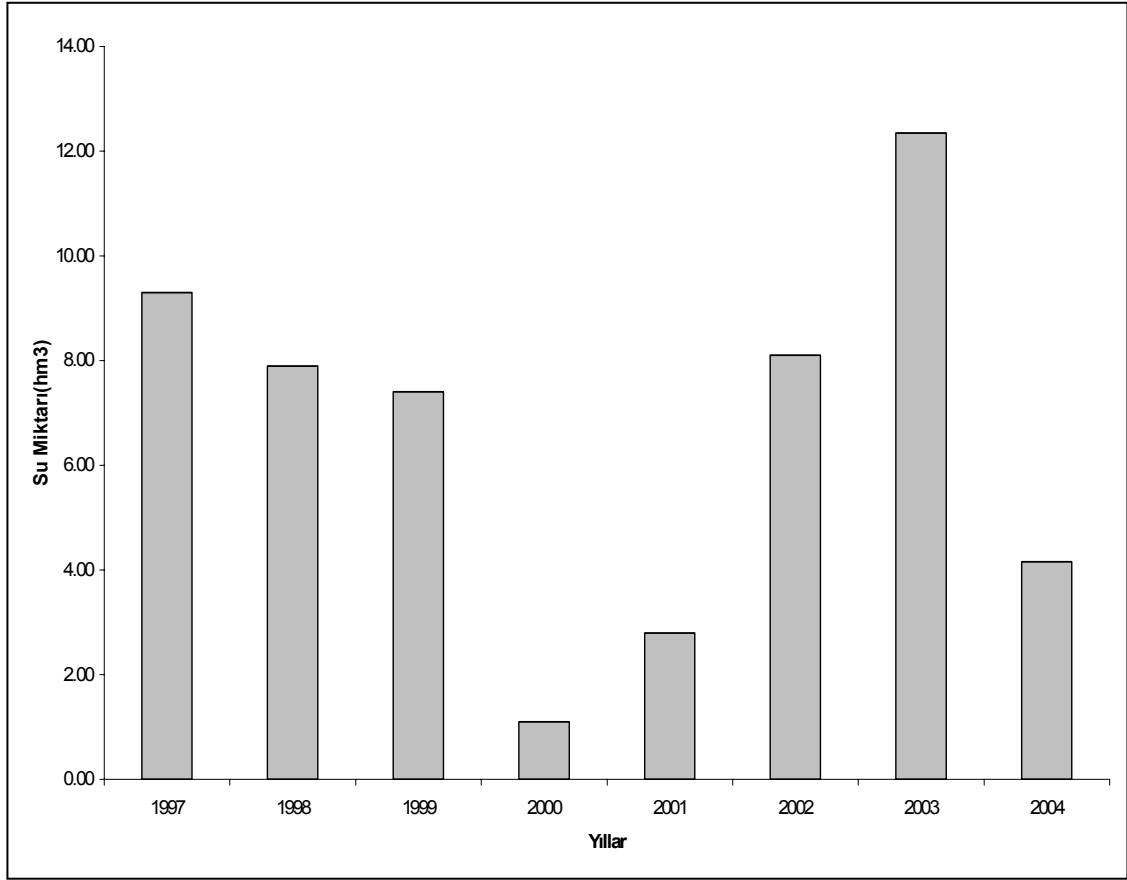
- **Sevişler Barajı:**

Manisa ili Alaşehir ilçesi sınırları içersindedir. Sanayi ve sulama amaçlı kullanılmaktadır. 1982 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde hacmi 4,6 hm³'tür. Normal su kotunda hacmi 120,5 hm³'tür. Sulama alanı 3.100 ha'dır.

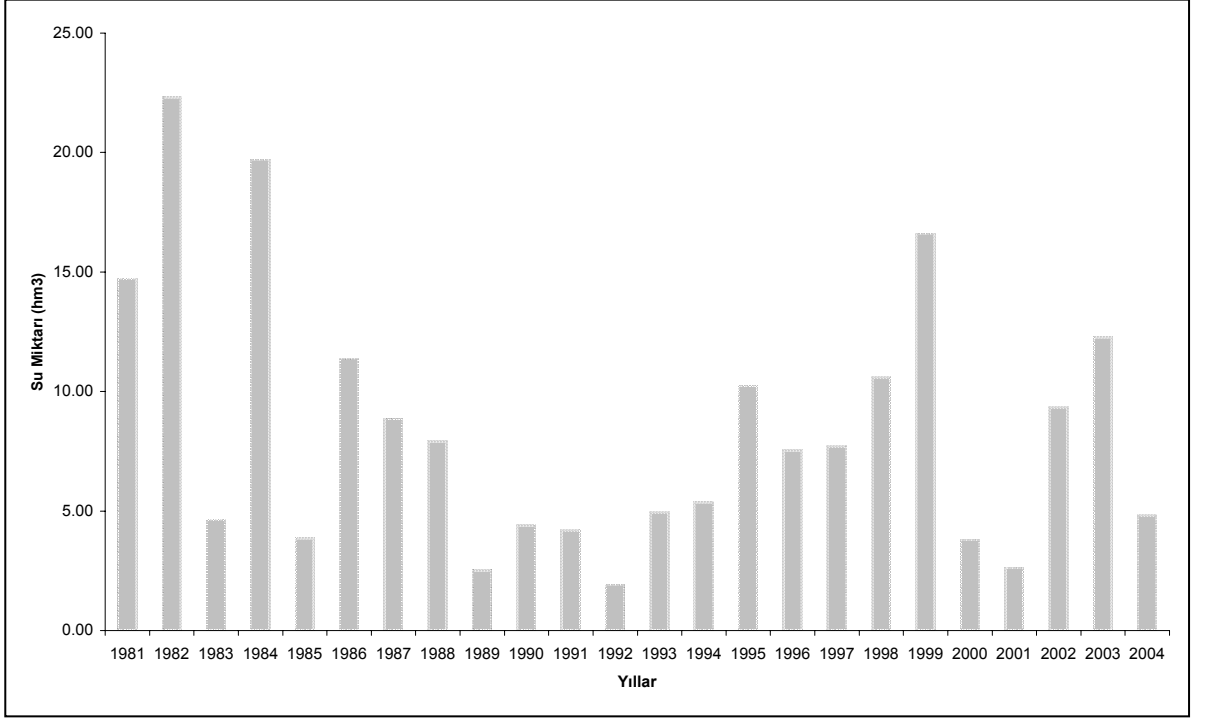
Söz konusu barajlardan İzmir içme suyu sağlayan Tahtalı ve Balçova barajları vardır. Bunlardan Balçova barajı çok küçük olup 7,8 hm³ olup içme suyunda çok az bir öneme sahip olmasına karşın, Tahtalı Barajı 306,5 hm³ olan hacmi ile İzmir'in su ihtiyacını karşılayan ana baraj özelliğini taşımaktadır.

2.2 İzmir ve Çevresindeki Barajlardaki Su Seviyesi Değişimleri

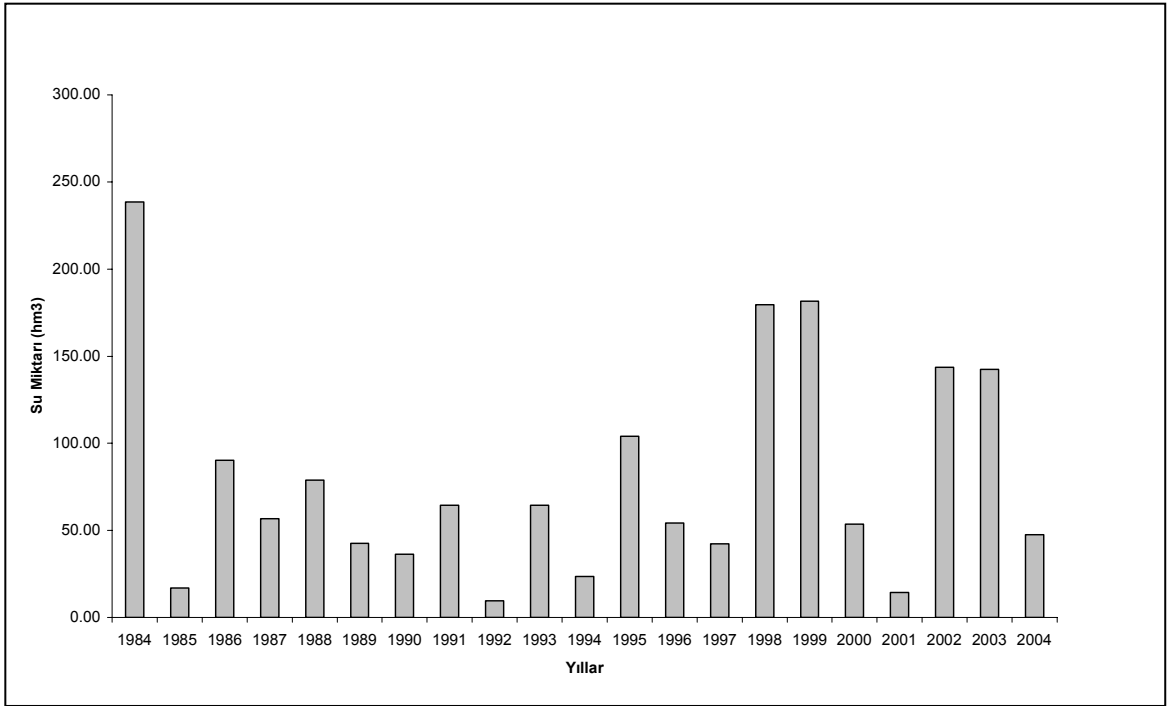
İzmir ve çevresindeki barajların yıllar içinde su seviye değişimleri incelendiğinde (Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5, Şekil 2.6, Şekil 2.7, Şekil 2.8, Şekil 2.9, Şekil 2.10), özellikle Balçova barajının, 1983 yılında, 1989, 1990, 1991 ve 1992 yıllarında ve 2000 yılında baraj seviyesinin düştüğü görülmektedir. Manisa Gölü barajında da 1983, 1985, 1989, 1990, 1991, 1992 ve 2001 yıllarında baraj seviyesinin düştüğü, 1981, 1986, 1987, 1998, 2002 yıllarında ise baraj su seviyesinin yükseldiği görülmektedir.



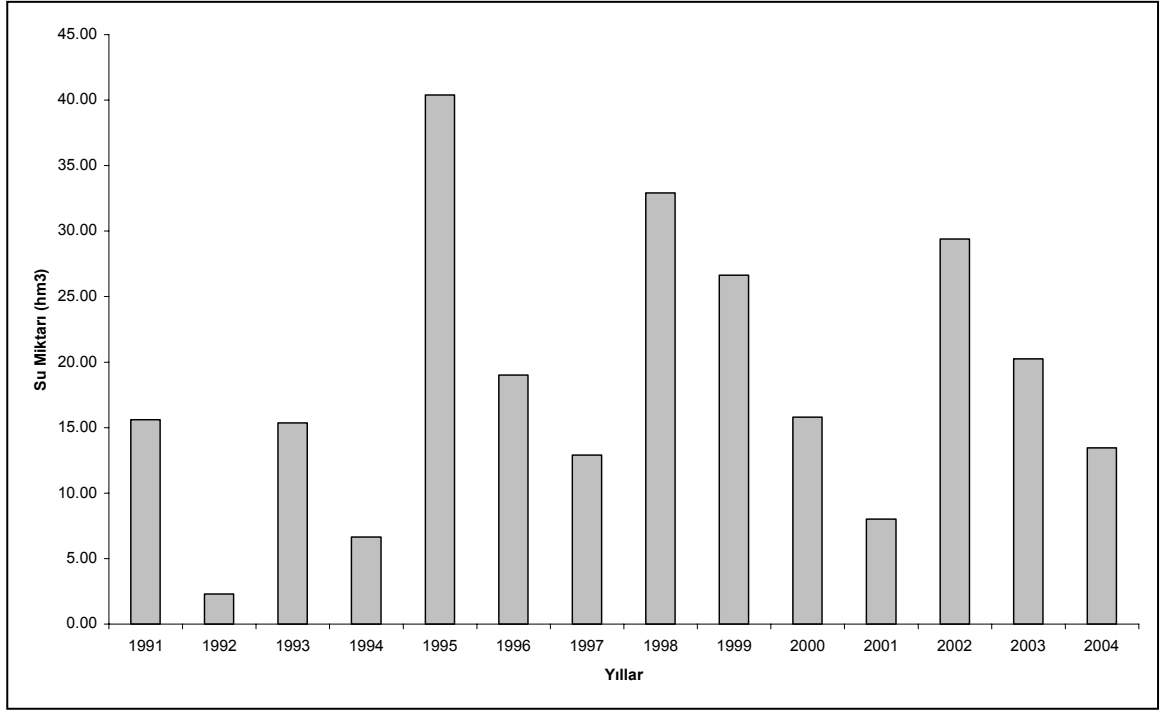
Şekil 2.1 İzmir Alaçatı Barajına 1997-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



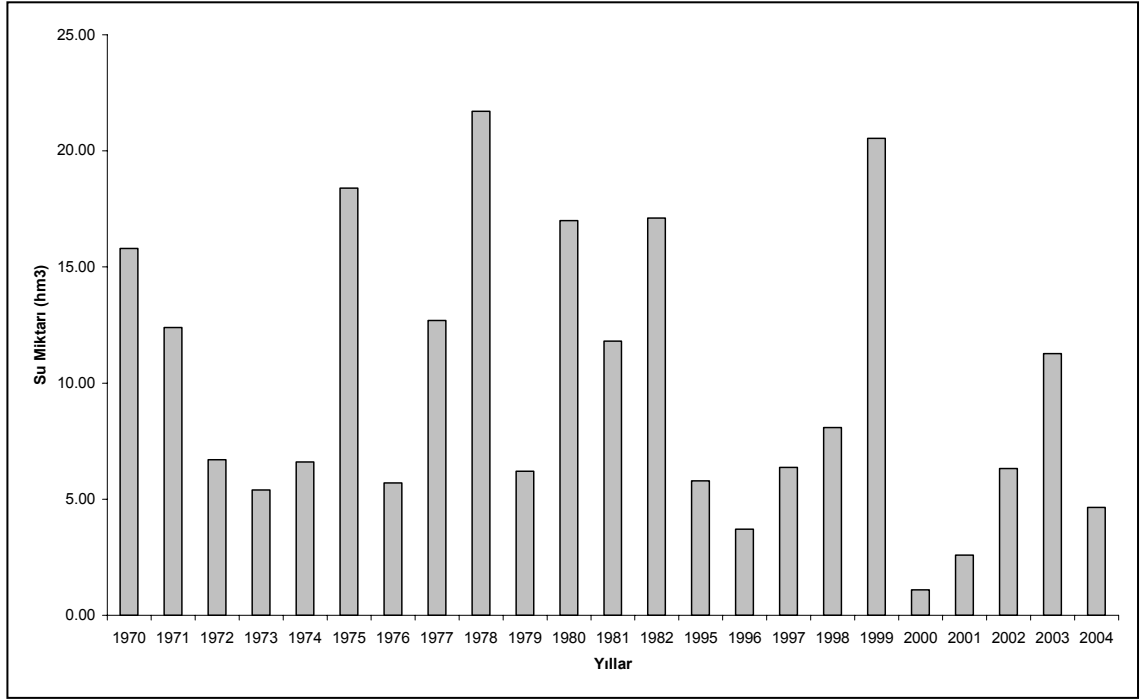
Şekil 2.2 İzmir Balçova Barajına 1981-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü)



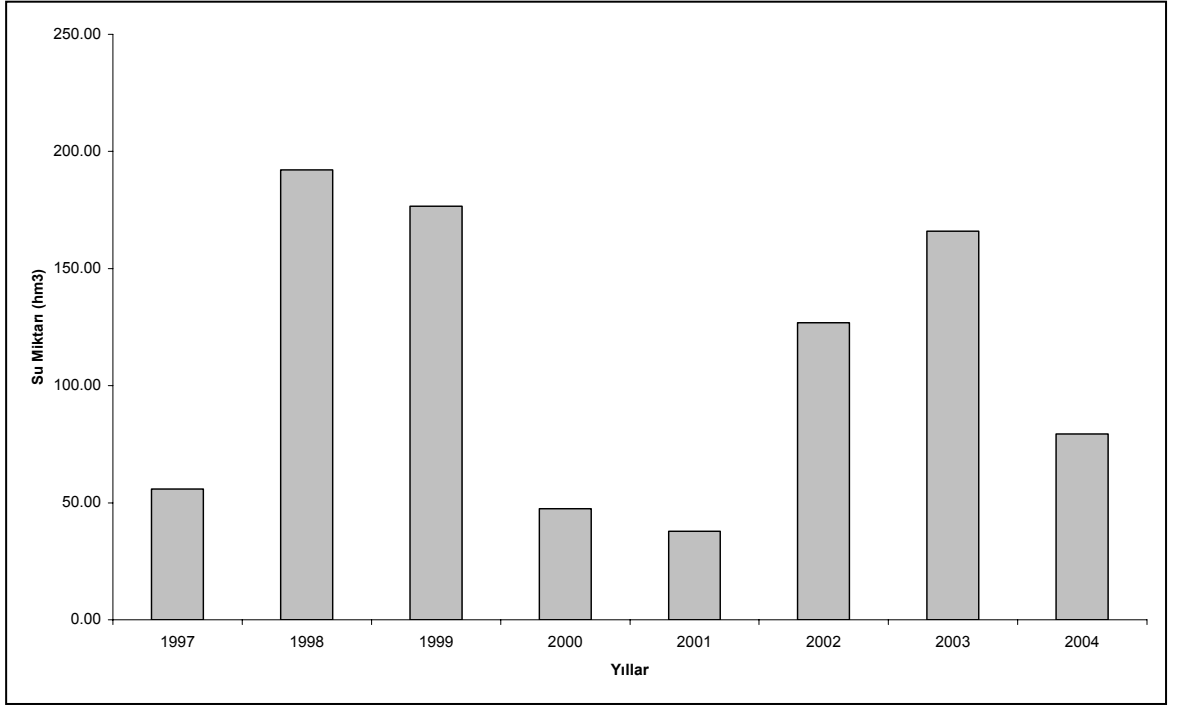
Şekil 2.3 Güzelhisar Barajına 1984-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



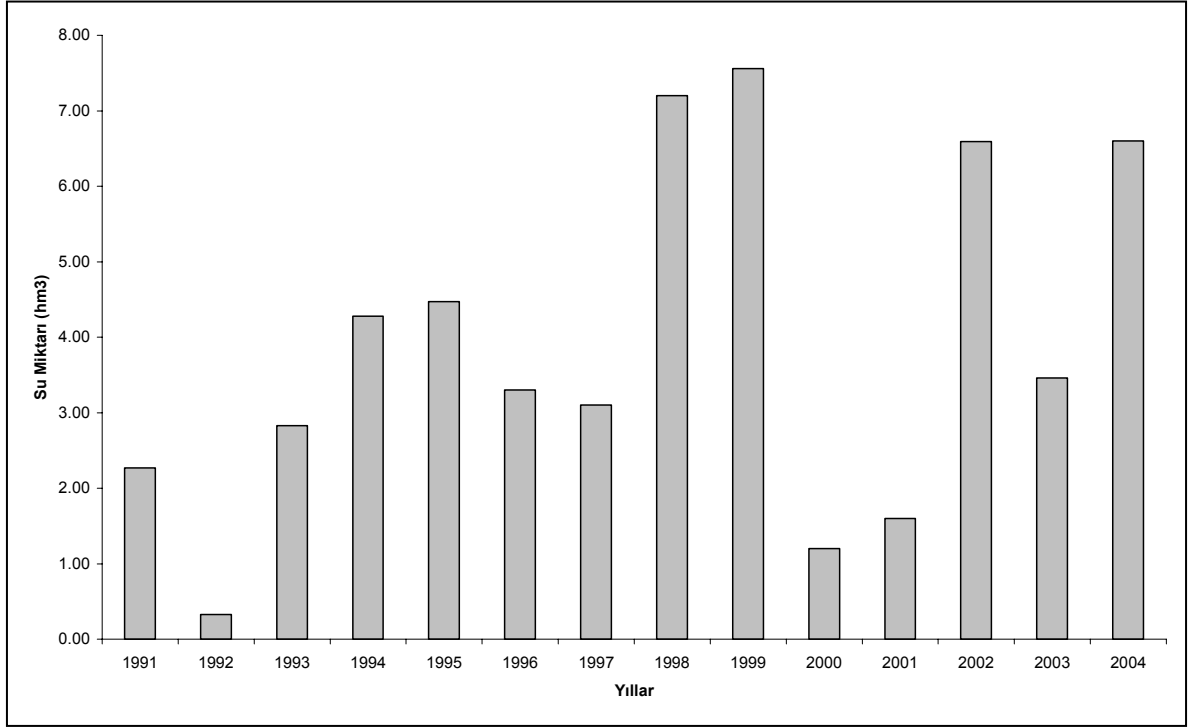
Şekil 2.4 İzmir Kestel Barajına 1991-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



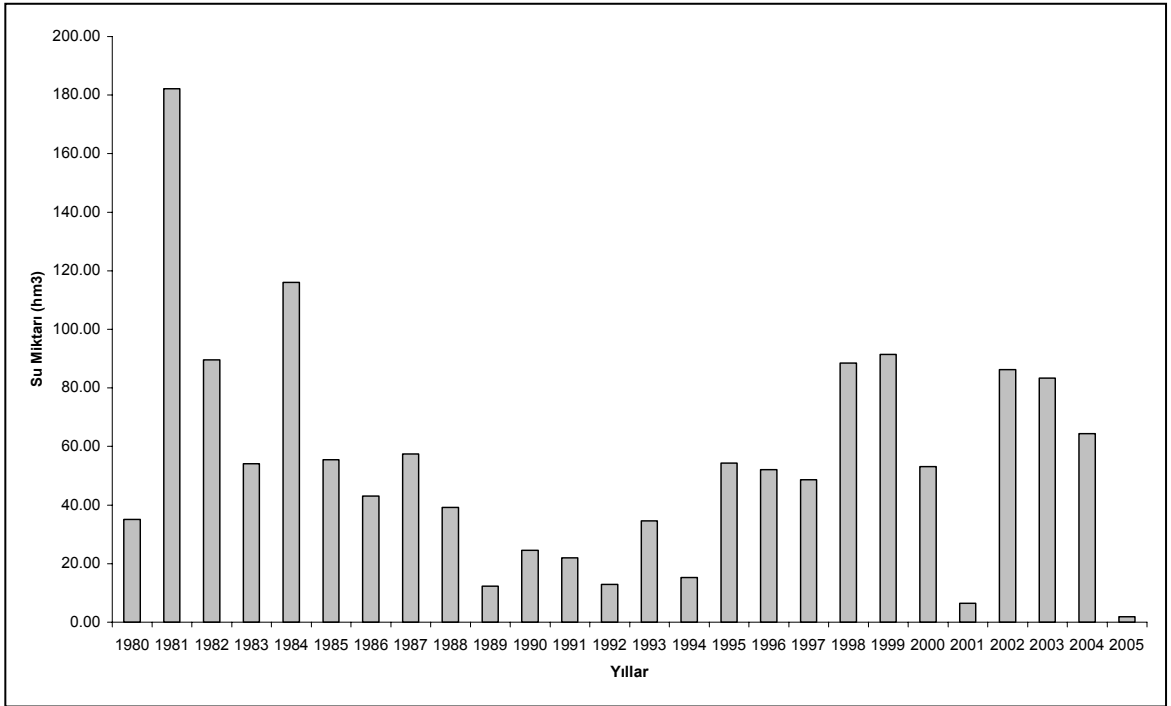
Şekil 2.5 İzmir Seferihisar Barajına 1970-1982, 1995-2004 yıllarında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



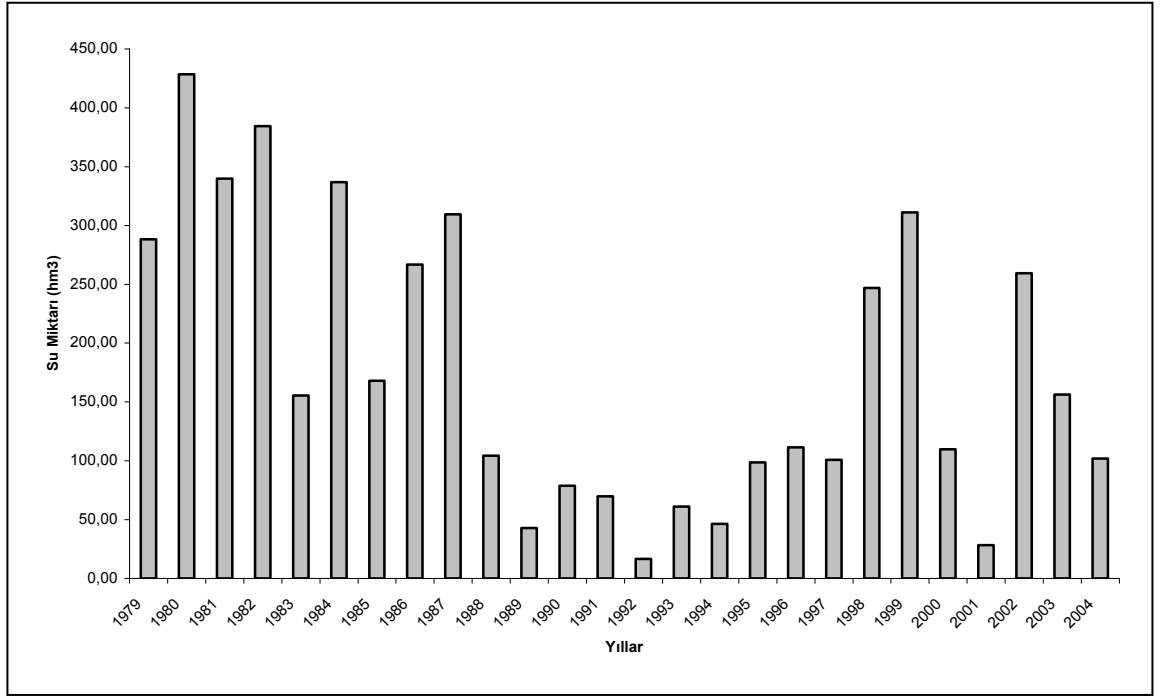
Şekil 2.6 İzmir Tahtalı Barajına 1997-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



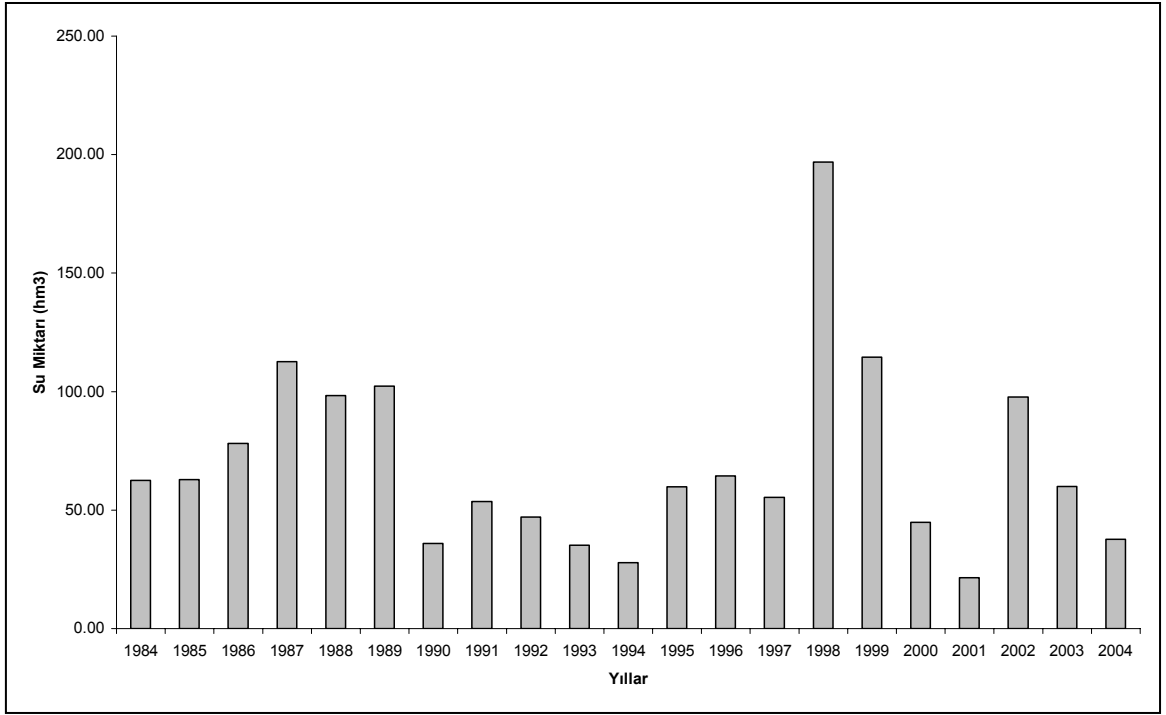
Şekil 2.7 İzmir Ürkmez Barajına 1991-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



Şekil .2.8.Manisa Avşar Barajına 1980-2004 yılları arasında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II.Bölge Müdürlüğü).



Şekil.2.9 Manisa Gölü-Marmara Barajına 1979-2004 yıllarında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü)



Şekil 2.10 Manisa Sevişler Barajına 1994-2004 yıllarında gelen suların yıllık ortalaması (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).

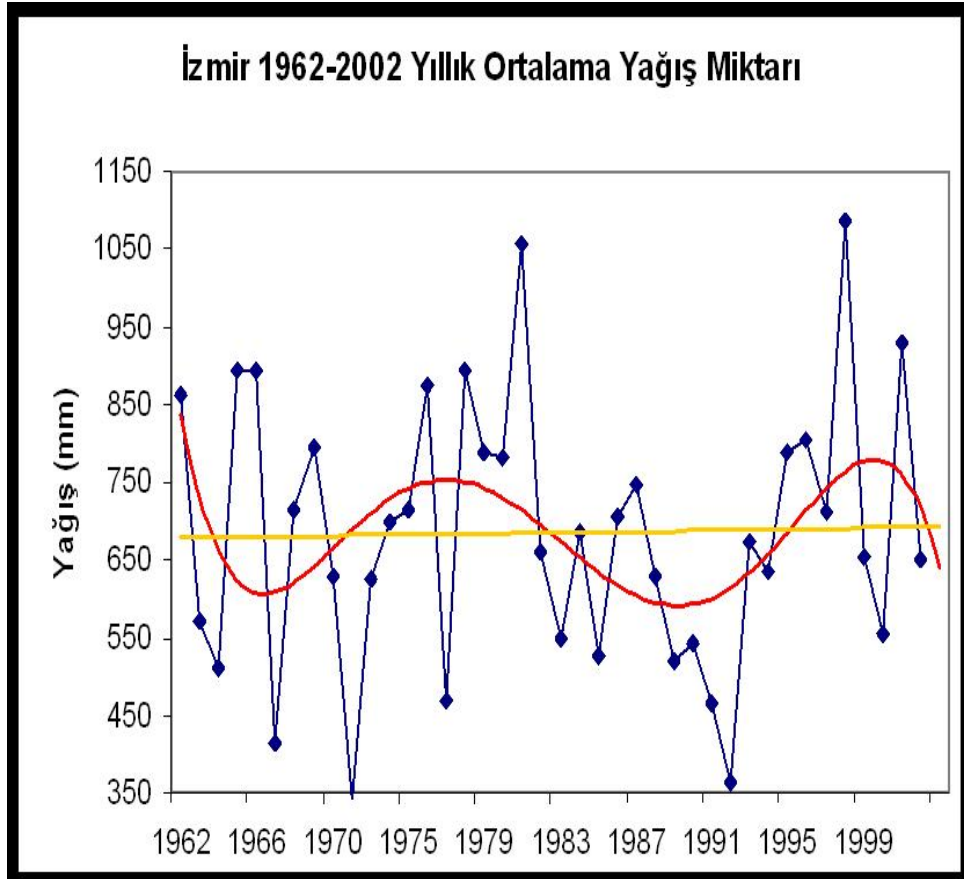
2.2.1 Barajlar ve Yağışlar

Türkiye uzun yıllık ortalama yağışı 643 mm civarındadır. İzmir’de ise yıllık ortalama yağış miktarı 626 mm’dir (DSİ, 2006). Sahel’de ve Subtropikal kuşak yağışlarında 1960’lı yıllarda başlayan ani azalma, 1970’li yıllarla birlikte Türkiye’de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970’li yılların başı ile 1990’lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri etkilenmiştir (Türkeş,1996).

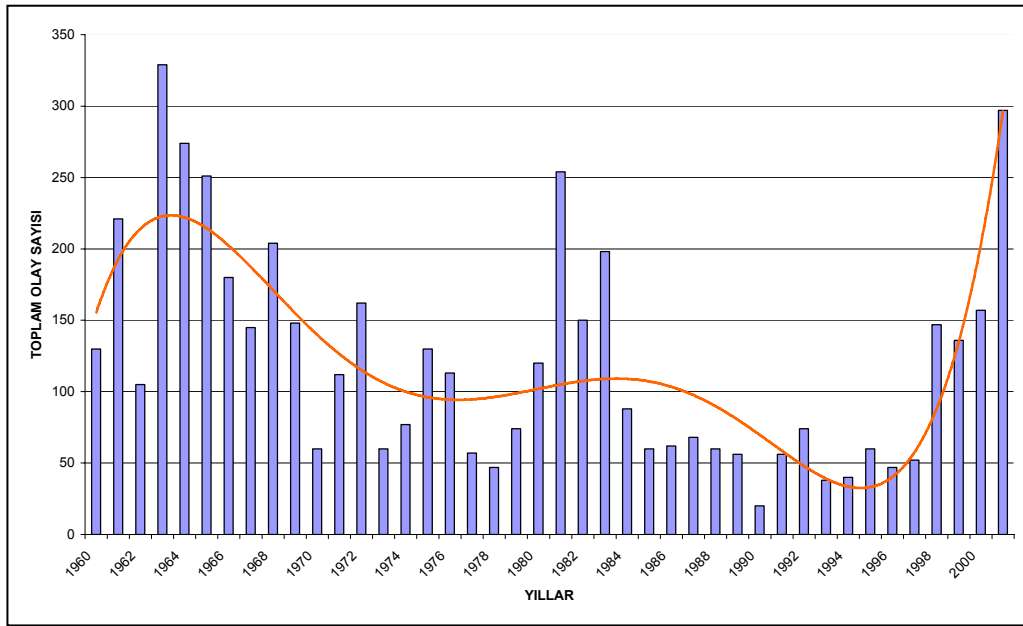
2.2.2 Yağışların Diğer Kaynaklara Olan Yansımaları

İzmir’in 1962 ile 2002 yılları arasındaki yıllık yağış miktarına bakıldığında (Şekil.2.11); 1963–1964 yıllarında, 1972 yılında, 1982–1983 yıllarında 1989–1990–1991–1992 yıllarında ve 2000 yılında normalin altında yağış aldığı görülmektedir. Yağışlardaki bu azalış İzmir’deki barajlara da yansımış, bu yıllarda baraj su seviyeleri düşmüştür.

Türkiye’nin 1960-2002 yılları arasındaki olağan üstü hava olaylarına bakıldığında (Şekil 2.12); 1960, 1980 ve 2000’li yıllarda sayının arttığını 1970 ve özellikle 1990 yıllarında ise olağan üstü hava olaylarının fazla olmadığı görülmektedir.

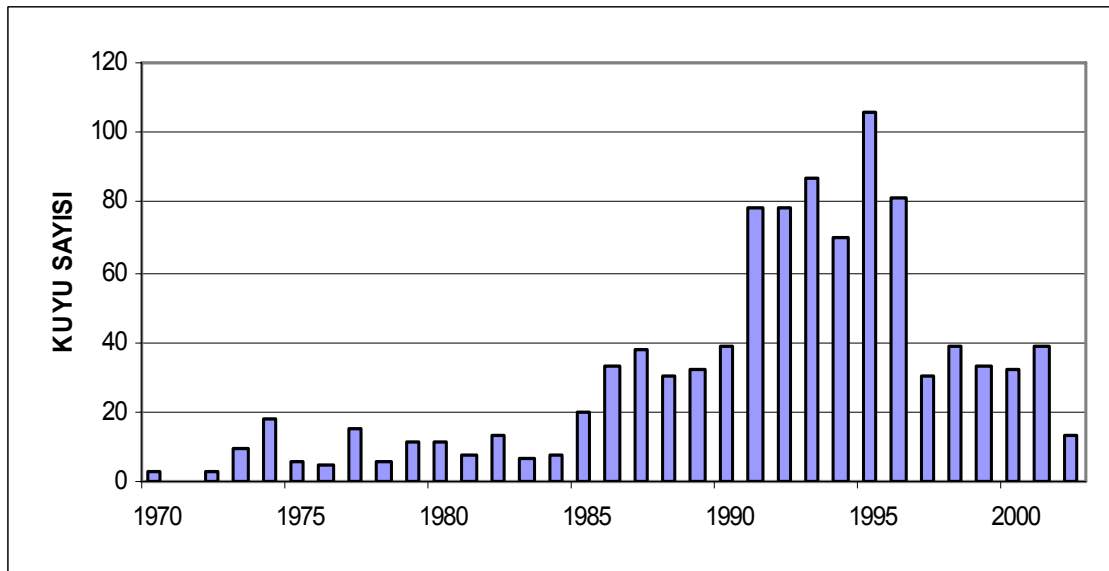


Şekil 2.11 İzmir 1962 ile 2002 yılları arasındaki yıllık yağış miktarı.



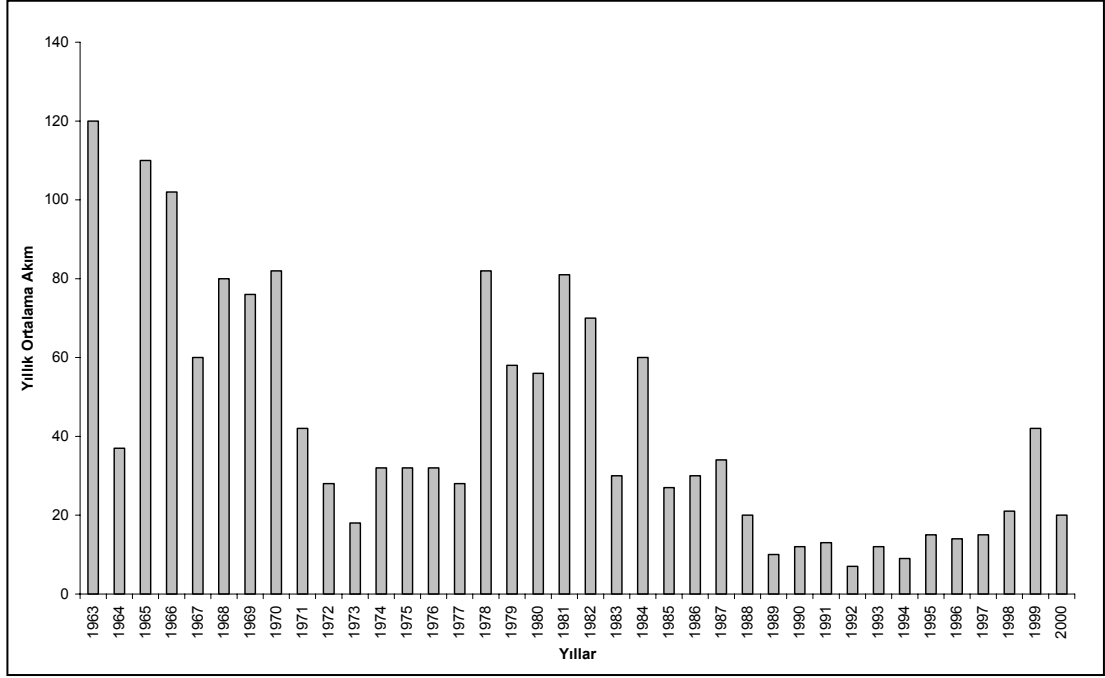
Şekil 2.12 1960-2002 yılları arası olağan üstü hava olayları toplam sayısı

İller Bankası 3. Bölge Müdürlüğü tarafından açılan kuyu adetlerine bakıldığında, 1990'lı yıllardaki kuraklığın etkisi ile yıllık 200'lere kadar çıkan içme suyu kuyularının, yağışlı dönemin başlaması ile 1990'lı yılların sonunda azalarak 30'lara düştüğü görülmektedir (Şekil 2.13).



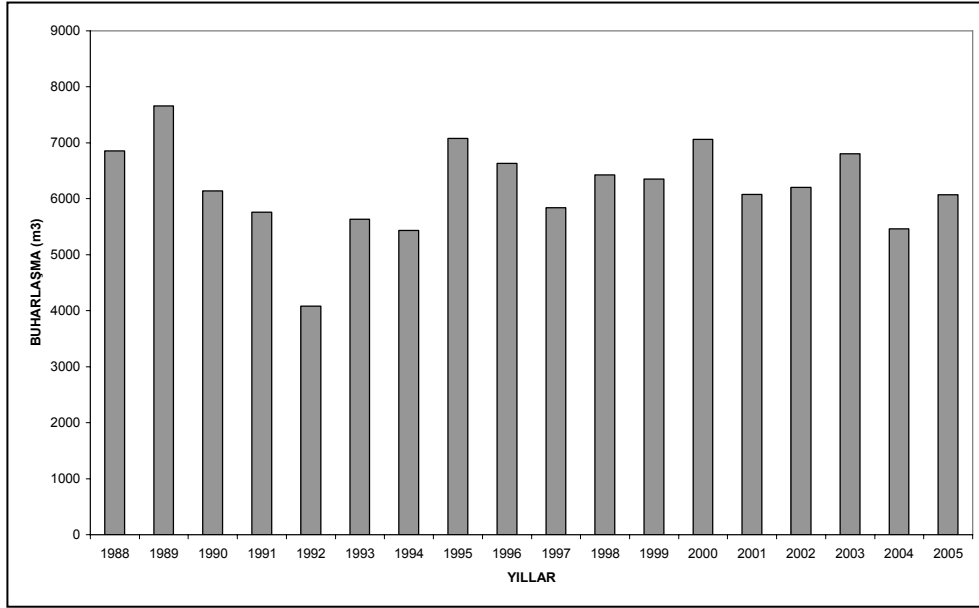
Şekil 2.13 1970-2002 yılları arasındaki Ege Bölgesinde açılan kuyu adetleri (İller Bankası III. Bölge Müdürlüğü).

1963-2000 yılları arasındaki Gediz nehri uzun yıllık akım ortalamasına bakıldığında (Şekil 2.14); akımın, yağışlı ve kurak dönemlere paralel olarak, 1970 ve 1990'lı yıllarda azaldığı görülmekte, 1960 ve 1980'li yıllarda ise arttığı görülmektedir.

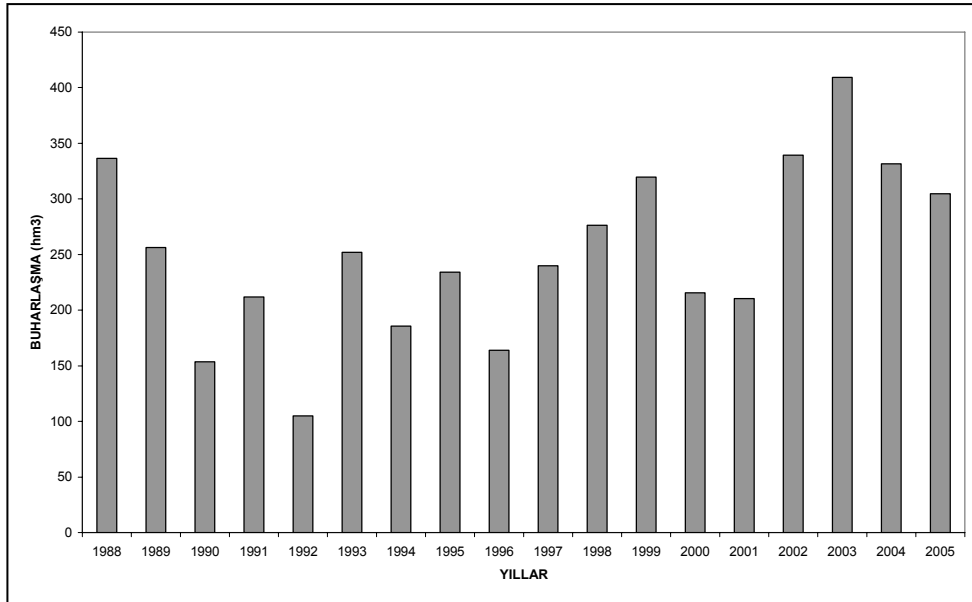


Şekil 2.14 Gediz Nehri Manisa Köprüsü Uzun Yıllık Akım Ortalaması

1988-2005 yıllarındaki Güzelhisar Barajı yıllık buharlaşma miktarları ile 1988- 2005 yıllarındaki Balçova Barajı buharlaşma miktarlarına bakıldığında da, söz konusu değişimlerin, özellikle Pinatubo yanardağının patladığı ve dünya ortalama sıcaklığın 0.5 derece düştüğü 1992'li yıllarda, az olduğu görülmektedir. Diğer yıllarda ise buharlaşmada çok ciddi farklılıklar gözlenmemektedir (Şekil 2.15, Şekil 2.16).



Şekil 2.15 1988–2005 Yılları Arasındaki Güzelhisar Barajı Buharlaşma Miktarı (hm³) (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).



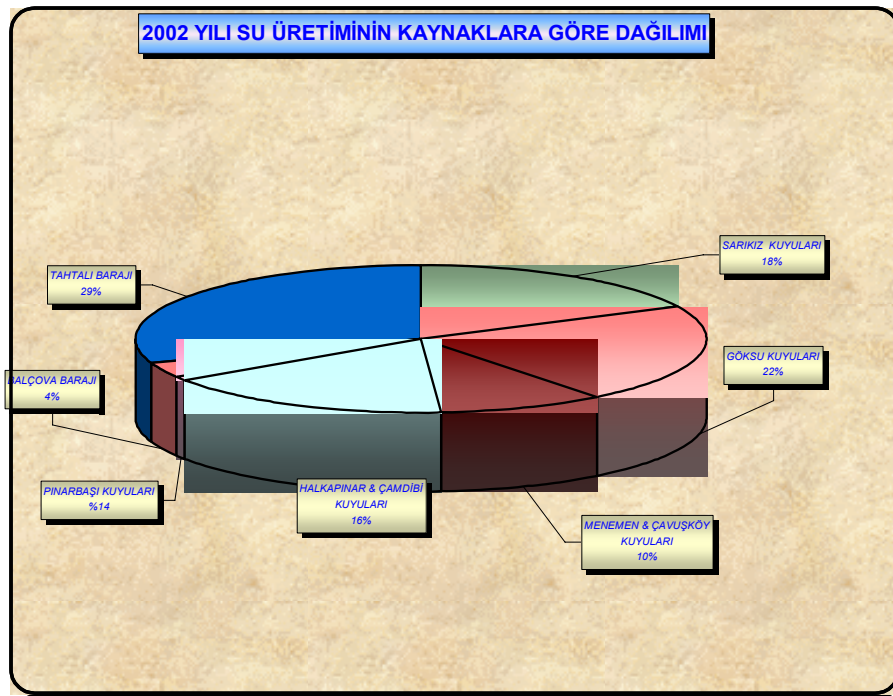
Şekil 2.16 1988–2005 Yılları Arasındaki Balçova Barajı Buharlaşma Miktarı (hm³) (DSİ II. Bölge Müdürlüğü).

Şekillerden de görüldüğü gibi, ortalama onar yıllık salınımlar halinde iklimler, kurak ve yağışlı döngüler halinde değişim göstermektedirler. Bunun sonucunda kurak dönemlerde barajlarda doluluk oranları azalmakta, içme suyu amaçlı açılan kuyu sayıları da artmaktadır. Ayrıca bu dönemlerde, buharlaşma oranının sıcaklığa göre değişim gösterdiği görülmektedir.

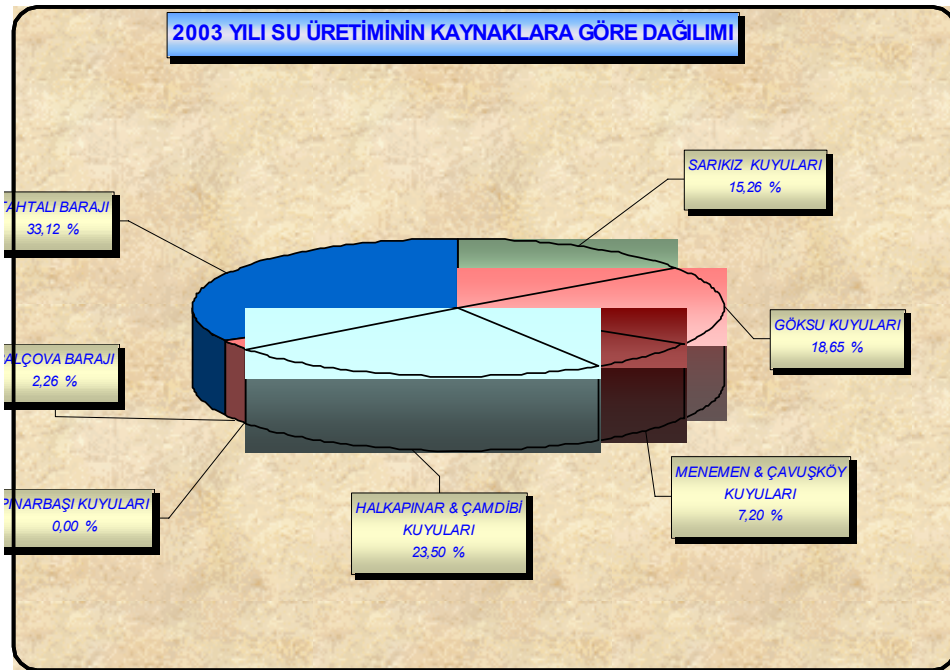
2.2.3 İzmir'e Su Sağlayan Kaynaklar

İzmir şehrinin su ihtiyacı Kuzey ve Güney kaynakları ile beslenmektedir. Kuzey Kaynakları Çavuşköy, Göksu, Sarıkız, Pınarbaşı, Halkapınar, Menemen Acil derin kuyularından oluşur ve bu bölgelerde toplam 97 adet kuyu bulunur. Güney kaynaklarını ise Tahtalı ve Balçova Barajları oluşturmaktadır. Tahtalı Barajı'ndan Gaziemir, Buca, Eskiizmir, Hatay, Karabağlar, Yeşilyurt, Üçkuyular'a ve Halkapınar bölgesine, Balçova Barajı'ndan ise Balçova ve çevresine su verilmektedir. Sarıkız ve Göksu Derinkuyuları'ndan Çiğli, Karşıyaka, Bayraklı, Bornova, Çamdibi, Mersinli ve Altındağ bölgelerinin, Menemen ve Çavuşköy Derinkuyuları'ndan Alsancak bölgesinin, Halkapınar Derin Kuyuları'ndan Gültepe, Yenişehir, Kale, Konak, Mithatpaşa alt grup, Narlıdere ve Güzelbahçe bölgelerinin ve Pınarbaşı Derinkuyuları'ndan da Pınarbaşı bölgesinin içme suyu ihtiyacı karşılanmaktadır.

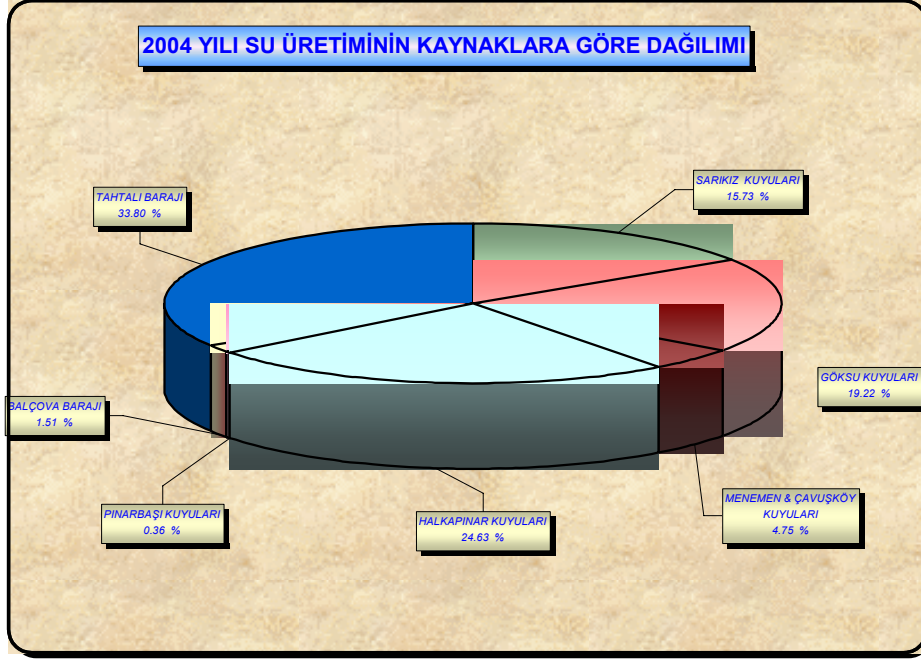
Yıllara göre İzmir'e içme suyu sağlayan kaynaklar değerlendirildiğinde, ortalama olarak %35'inin barajlardan, %65'inin de kuyulardan sağlanıldığı görülmektedir (Şekil 2.17, Şekil 2.18, Şekil 2.19, Şekil 2.20). Ancak bu oran zaman zaman az da olsa değişim göstermektedir. İzmir'e 2002 yılında %33 oranında yer üstü kaynaklarından, %66 oranında ise yeraltı kaynaklarından su sağlanmış ancak 2003 yılında yer üstü kaynaklarından sağlanan su miktarı %35,38 oranına yükselmiş ve %64,62 oranında ise yeraltı kaynaklarından sağlanmıştır. 2004 yılında İzmir içme suyunun, %35,31'ini yerüstü kaynakları, %64,69'ünü ise yeraltı kaynakları oluşturmuştur. 2005 yılında; yerüstü kaynakları olarak bilinen barajlardan %36,57, %63,63 ise yeraltı kaynaklarından İzmir şehrine su sağlanmıştır.



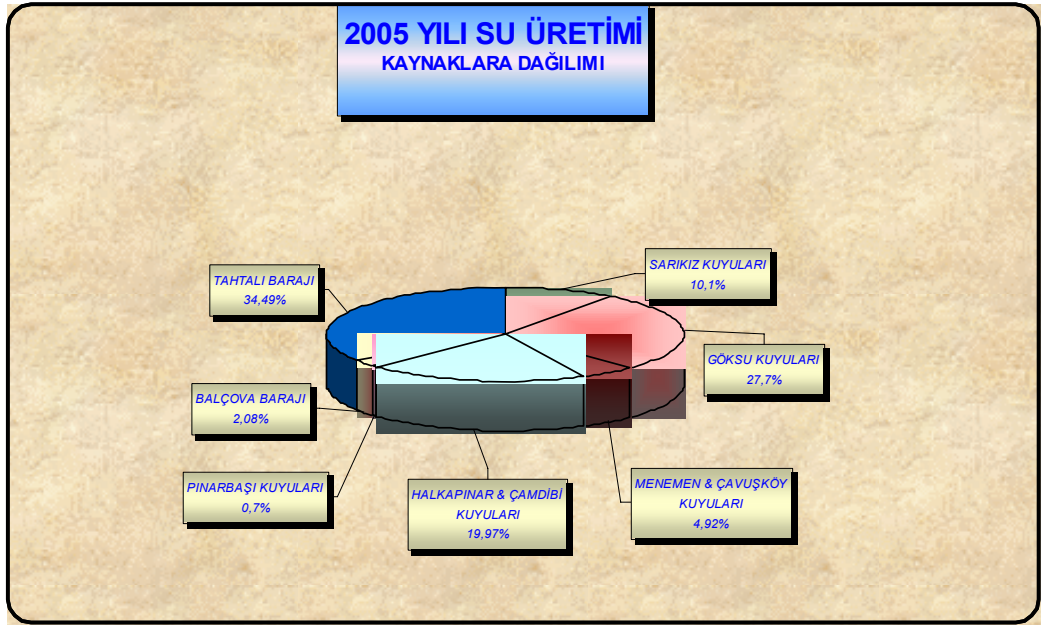
Şekil 2.17 2002 yılında İzmir'e su sağlayan kaynakların dağılımı (Veriler İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır).



Şekil 2.18 2003 yılında İzmir'e su sağlayan kaynakların dağılımı (Veriler İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır)



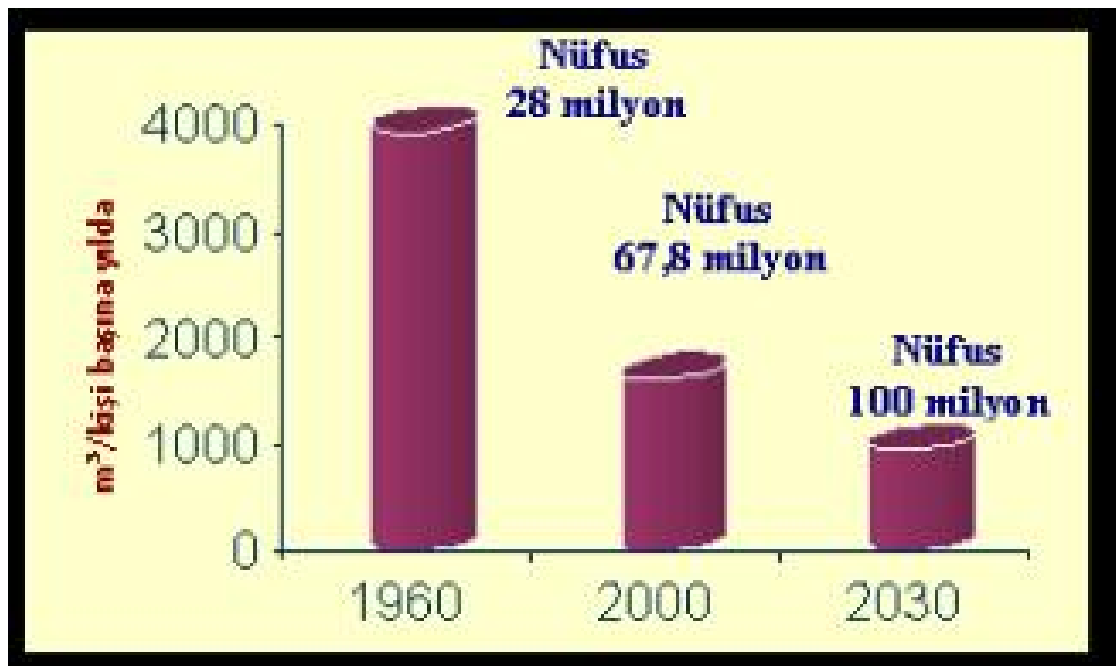
Şekil 2.19 2004 yılında İzmir'e su sağlayan kaynakların dağılımı (Veriler İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır)



Şekil 2.20 2005 yılında İzmir'e su sağlayan kaynakların dağılımı (Veriler İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır)

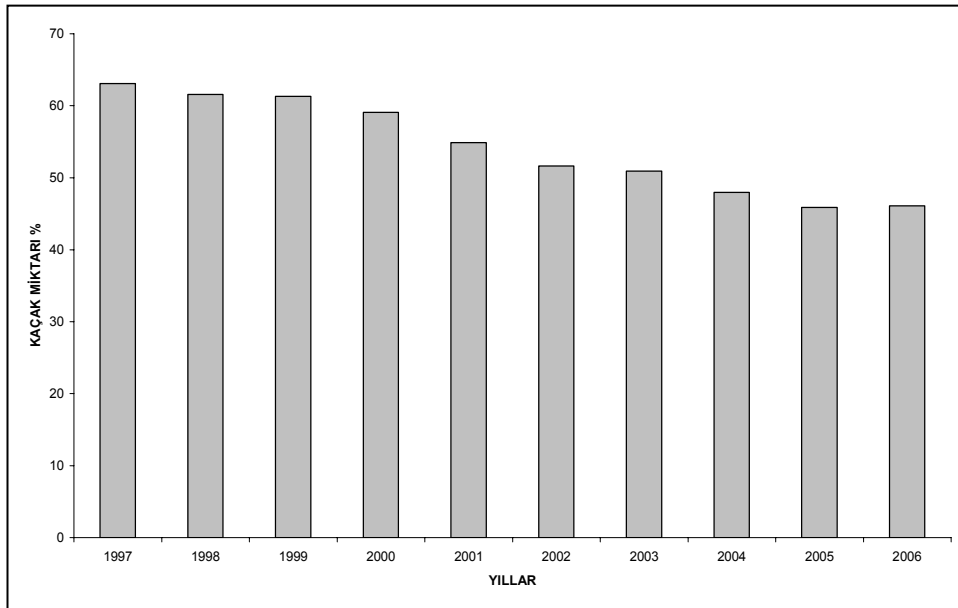
2.3 Türkiye’de ve İzmir’de Su

Dünyadaki ülkelerin en önemli doğal kaynağı tartışmasız sudur. Hiçbir doğal kaynak yeraltı ve yerüstü sularından daha önemli olamaz. Literatürde, yıllık kişi başına kullanılabilir su miktarı 8 bin metreküpün üzerinde olan ülkeler su zengini ülke olarak tanımlanır. Yıllık kişi başına kullanılabilir su miktarı 2 bin metreküpten az olan ülkeler su yetersizliği yaşayan ülkeler grubunda değerlendirilir. Yıllık kişi başına kullanılabilir su miktarı bin metreküpten az olan ülkeler de su fakiri ülke kabul edilir. Türkiye su zengini bir ülke değildir. Türkiye’de kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı, yağışlara bağlı olarak 1500 m^3 - 2000 m^3 civarında değişir. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1000 m^3 /yıl civarına düşebileceği belirtilmektedir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21 2030 yılında Türkiye’de kişi başına düşecek su miktarı (DİE)

İzmir kişi başına kullanımı için çekile su miktarı içme suyu 100 lt/gündür (İzsu Genel Müdürlüğü). Ancak bunun yalnızca 50 litresi kullanılır. Yani, İzmir’de kaçak oranı ise % 50 civarındadır (Şekil2.22). Bu değer çok yüksektir, gelişmiş ülkelerde kaçak oranı % 10 civarındadır.



Şekil 2.22 İzmir 1997- 2006 yılları arasındaki su kayıpları (İzsu Genel Müdürlüğü).

İzmir’de ki kaçak dağılımı; % 35’i fiziksel kaçak

%10’u sayaçtan gelebilecek okuma hatası

%5’i kaçak kullanım, park sulama vb. şeklinde

olduğu düşünülmektedir. Fiziksel kaçakların azaltılması için;

- Zonlama
- Hidrolik balans
- Bölge ızalasyonu
- Sürekli ölçüm
- Kaçak arama
- Scada ve matematik model kullanımı
- Boru yenileme konularında çalışmalar İzsu tarafından yürütülmektedir.

2001 yılı Mayıs ayında işletmeye başlanan Scada sistemi (Veri Tabanlı Su Kontrol Sistemi) ile; İzmir metropol alan içindeki İzmir dışındaki su üretim kaynakları (98 adet derinkuyu , 2 adet baraj) ile bu suyun kente iletimini sağlayan 64 adet pompa istasyonu, 63 adet depo ve ana dağıtım hatları üzerindeki ana su dağıtım ağı 24 saat boyunca izlenerek gerekli müdahaleler yapılmaktadır (İzsu Genel Müdürlüğü).

2.4 İzmir'deki Mevcut Su Abone Durumu

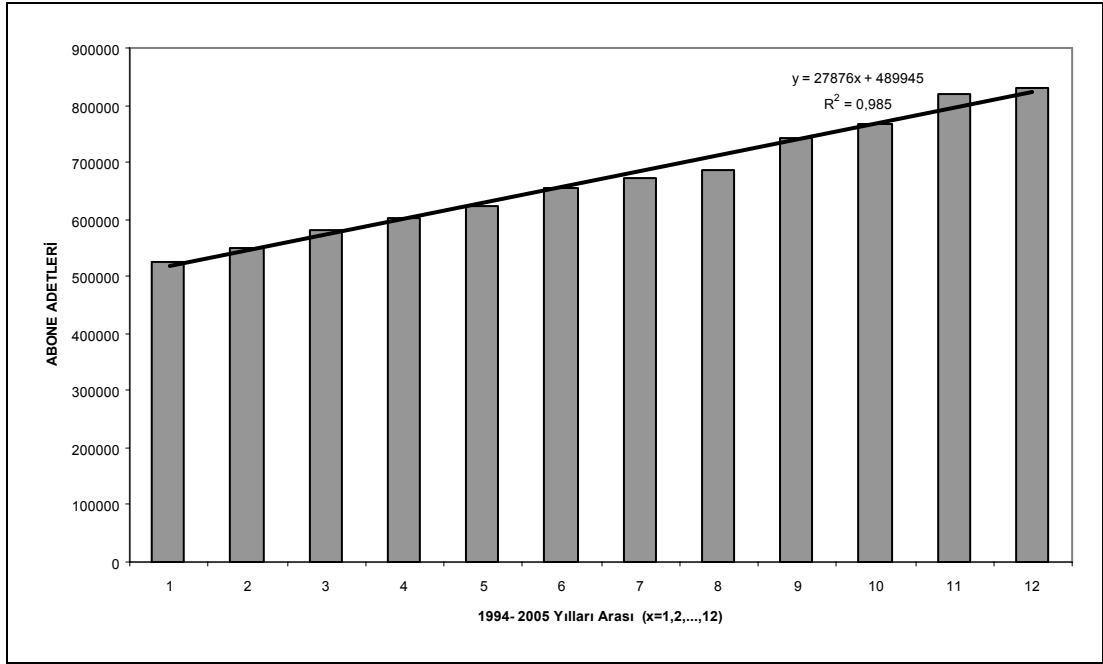
İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulan Tablo 2.2'ye bakıldığında 1994 yılında 525 405 adet olan abone sayısının 2005 yılında 831 514 adete çıktığını görülmektedir. Zaman serilerinde işlem kolaylığı olması için 1994 yılı $x=1$ olarak kabul edildi. Diğer yıllar $x=1,2,3,\dots,12$ değerleri uygulanarak grafik (Şekil 2.23) oluşturuldu.

Tablo 2.2 İzmir'deki Mevcut Su Abone Durumu (İzsu Genel Müdürlüğü).

YILLAR	X	ABONE SAYISI
1994	1	525405
1995	2	550745
1996	3	580362
1997	4	604069
1998	5	624325
1999	6	653258
2000	7	671758
2001	8	685740
2002	9	741317
2003	10	765446
2004	11	819711
2005	12	831514

İzsu Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle yapılan grafikte (Şekil 2.21) İzmir'deki mevcut abone sayısının doğrusal bir şekilde arttığını görülmektedir. İstatiklere göre 2030 yılında abone sayısının artan nüfusla birlikte 1.521.357 adet civarı olacağı beklenmektedir.

Kişi başına 100 lt/ gün su verilen ve 3,5 milyon civarı olan İzmir'deki nüfusun, 2030 yılında 7,5 milyon kişi olacağı ve bugünkü şartlara göre 750 milyon lt/gün içme suyunun verilmesi gerektiği hesaplanmaktadır. Ancak kaçak oranının hala % 50' lerde olduğunu düşünülürse ve buna çözüm getirilmezse, bugün tüm İzmir için kaynaklardan çekilen su miktarı kadarının bu yıllarda boşa gideceğini söylenebilir. Tiplerine göre su sarfiyatları da Tablo 2.3 görülmektedir.



Şekil 2.23 1994 ile 2005 yıllarında İzmir mevcut abone adetleri.(İzsü Genel Müdürlüğü).

Tablo. 2.3 2001,2003,2004 ve 2005 yıllarındaki tiplerine göre su sarfiyatı(m³) (İzsu Genel Müdürlüğü)

YILLAR	KONUT KONUT	KONUT DIŐI	BLD. PARKI	RESMİ DAİRE	KDV SİZ ABONE	SANAYİ	ÖZEL OKUL VE HST.	RES. OKUL VE HST.	TURİSTİK TESİS	FİRİN HAMAM
2001	78953702	6334673	2966276	4708312	168804	228581	145771	3053138	403870	460166
2003	79646281	5908087	5360488	4880178	145087	1090324	120058	3658175	283320	478101
2004	83293916	6360886	4572419	4494179	107422	292867	179888	3259469	271646	491120
2005	88962959	6858628	4990828	4792834	156746	2113872	239490	4021706	309887	514919

BÖLÜM ÜÇ

İKLİMSEL DEĞİŞİKLİKLER

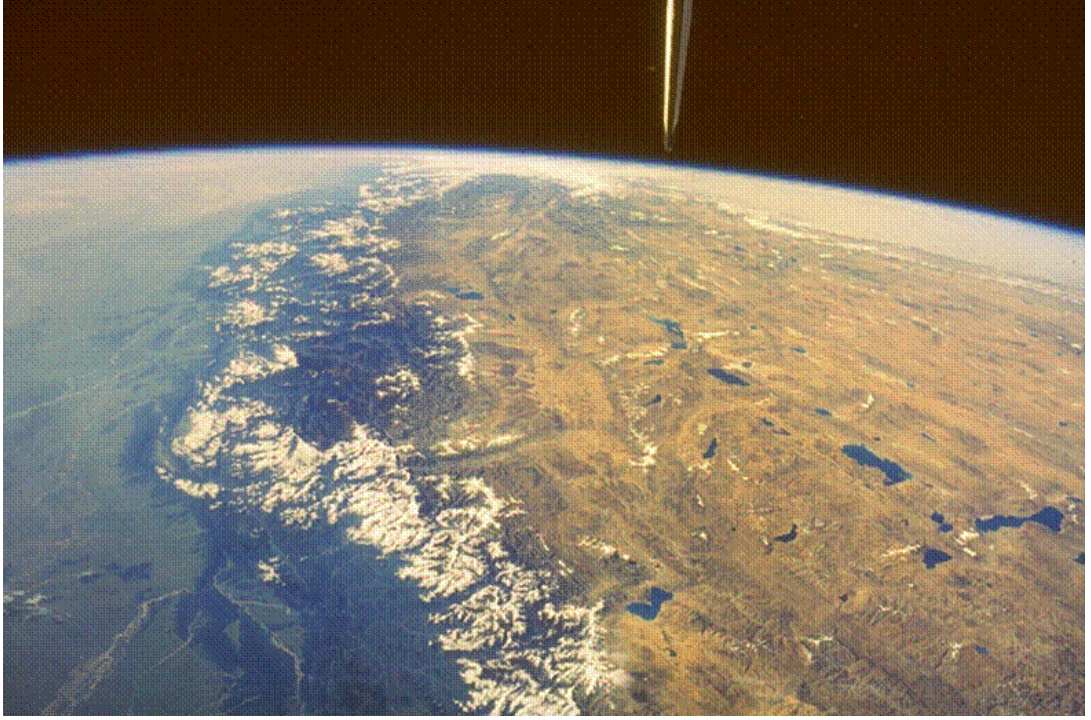
Dünya oluştuğu günden beri sürekli olarak iklimsel değişimler yaşar. İklimsel değişimleri zamansal boyutlarda, Uzun Dönemler (milyon yıl), Orta Dönemler (bin yıl) ve Kısa Dönemler (On yıl) olarak 3 ana bölüme ayrılabilir (Yaşar, 1998).

3.1 Uzun Dönemdeki İklimsel Değişikliklerin Nedeni: Levha Tektoniği

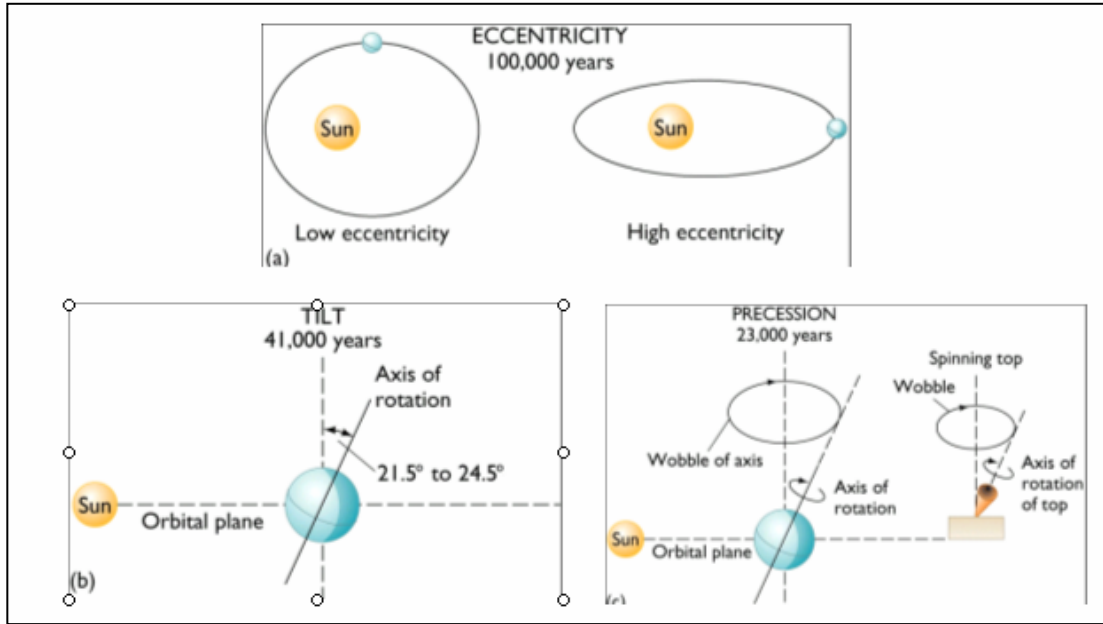
Çok uzun dönemlerde iklimleri değiştirme özellikleri vardır. Bu dönemler milyon veya milyonlarca yılda etkili olurlar. Tibet'in çölleşmesi bu tür değişikliğe güzel bir örnektir. Günümüzden 40 milyon yıl önce Hindistan ve Tibet levhalarının çarpışmaları sonucu oluşan Himalaya dağları, Tibet'e okyanustan gelen yağış bulutlarını engelleyerek bir zamanlar çok zengin fauna ve floranın olduğu Tibet'i çöl haline getirmiştir (Şekil 3.1) .

3.2 Orta Dönemdeki İklimsel Değişiklikler: Dünyanın Güneş ve kendi eksenini etrafındaki değişiklikler

Orta dönem olarak tanımlayabileceğimiz iklimsel değişimler ise, dünyanın güneş etrafındaki dönüş parametreleri ile ilgilidir (Şekil 3.2). Son yüzyılda deniz seviyesi ile ilgili araştırmalar, deniz seviyelerinin sürekli değişim gösterdiğini bunun nedeninin de iklimlerin düzenli olmadığını, zaman zaman dünyanın ısındığı, zaman zaman da soğuduğu göstermiştir (Yaşar, 1996). İleriye dönük tahminlerin yapılabilmesi için Kuvaterner dönemine odaklanmış ve son 500 000 yılda su seviyelerinin 5 defa ~100 metre dolaylarına düştüğünü zaman zaman da günümüz seviyesinin üzerine çıktığı fauna, flora ve delta hareketleri üzerine yapılan çalışmalarla belgelenmiştir. Son dönemlerde oluşan en büyük deniz seviyesi alçılması ise günümüzden ~18 000 yıl önce başlayan yükselme ile son bulan ve

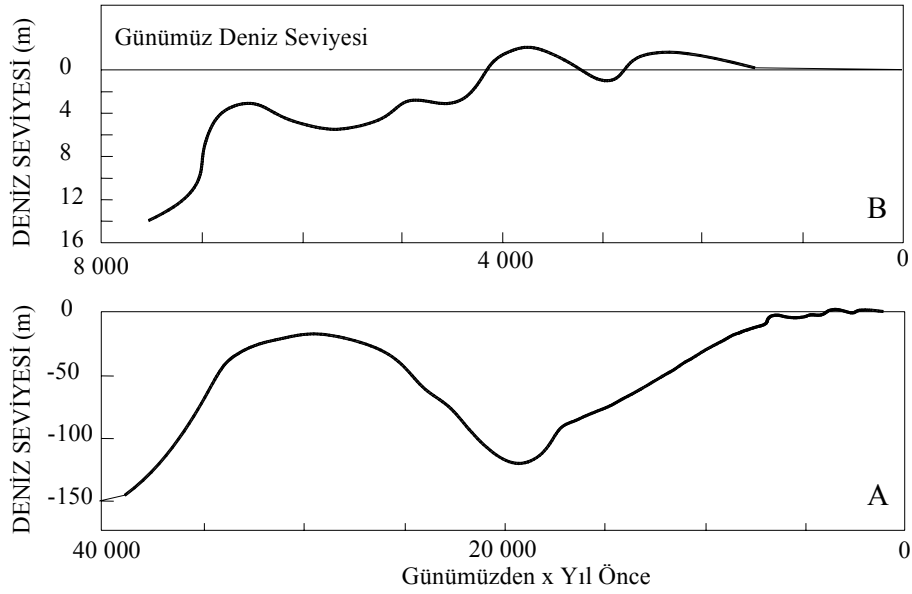


Şekil 3.1 Günümüzden 40 milyon yıl önce Hindistan ve Asya plakalarının çarpışması nedeniyle Himalaya Dağlarının oluşumu ve Tibet'in çölleşmesi

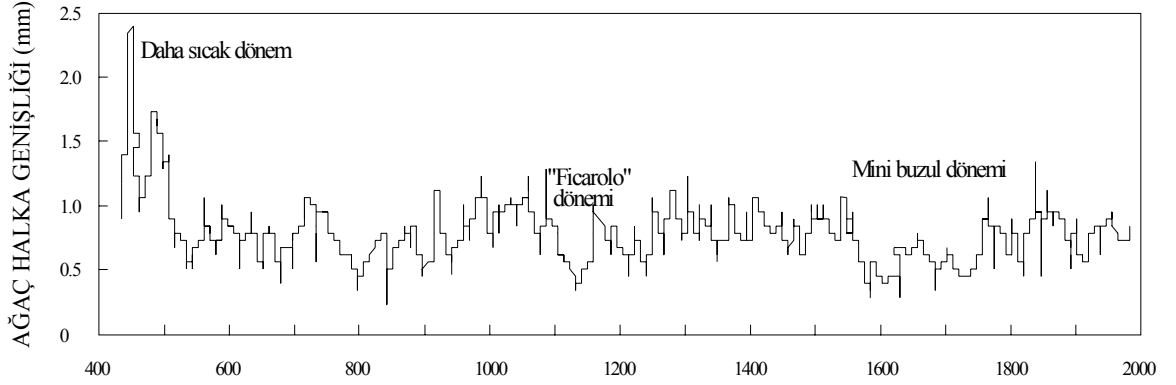


Şekil 3.2 Dünyanın orbital parametreleri a) Eksentrik, b) Tilt Açısı, c) Presizyon
<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/ct1/clisci100k.html>

deniz seviyesinin ~120 metre düştüğü dönemdir. Buna örnek olarak Midilli, Sakız, Gökçada, Bozcaada gibi Anadolu ile aralarında ~120 metreden daha az su seviyesi olan adaların Anadolunun batı uzantısı olarak anakaraya bağlanmaları gösterilebilir (Yaşar, 1994). Bu düşüş yeniden yükselme ile son bulmuş ve deniz seviyesi ~11 000 yıl öncesine kadar yılda ~2.5 cm ve daha sonra ~ 6000 yıl öncesine kadar ~1 cm/yıl olarak artışına devam etmiş ve günümüzde daha yavaş olarak, aradaki küçük alçalmalara karşın, artışına devam etmektedir (Şekil 3.3). Son yüzyılın ilk yarısında gelgit-ölçer verilerine dayanılarak yapılan bir çalışma günümüzdeki deniz seviyesi yükselmesinin ~1.1mm/yıl olarak belirlemiştir. Büyük buzul ve buzul arası (major glacial and interglacial periods) dönemler olarak adlandırılan bu deniz seviyesi dalgalanmaları süresince, küçük buzul ve buzul arası (mini glacial and interglacial periods) olarak isimlendirilen dönemlerin çok fazla olarak bulunması deniz seviyesinin sürekli değiştiğinin bir göstergesidir. Buna örnek olarak da 1600'lı yıllarda başlayan ve 1850'li yıllara kadar devam eden "mini buzul dönemi" gösterilebilir.



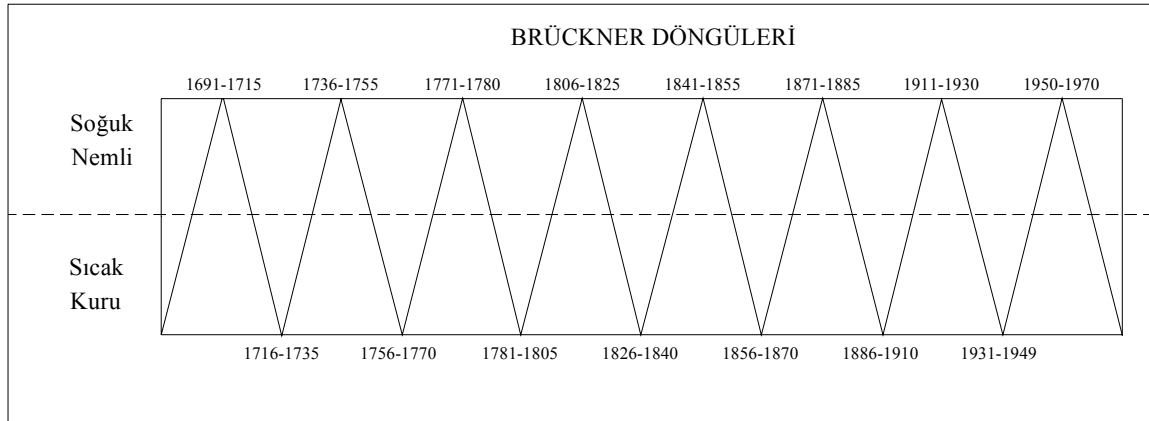
Şekil 3.3 Son 40 000 yıldaki (A) ve daha detaylı olarak son 8 000 yıldaki (B) deniz seviyesi değişimleri (Hansom, 1988).



Şekil 3.4 Ağaç halka genişlikleri üzerine milattan sonra 400 yılından başlayarak günümüze kadar yapılan şematik diyagram (Bartholin, 1984).

Alp dağlarındaki Fernau buzullarında yapılan araştırmalar, son 3000 yılda beş defa soğuk ve nemli iklimin dünyayı etkilediğini göstermektedir. Bu dönemler; 1400–1300 MÖ, 900–300 MÖ, 450–750 MÖ, 1150–1300 MS, 1550–1850 MS olarak belirlenmiştir. Son dönemlerdeki iklimsel değişiklikleri ortaya koyabilmek için, ağaç halkalarının genişliği üzerine yapılan araştırmalar da bu döngülerinin geçerliliğini ortaya koymuş ve dünyadaki iklimin sürekli bir değişim içinde olduğunu göstermiştir (Şekil 3.4).

Daha kısa dönemlerdeki iklimsel değişiklikler ise; 1890 yılında Brückner (1890) tarafından meteorolojik verilerin desteğinde ortaya atılan "Brückner döngüleri" ile açıklanabilmektedir. Kuzey yarımkürede oluşan iklimsel değişiklikler, Brückner döngüleri olarak adlandırılan ve 10 ile 35 yıllık dönemleri kapsayan sıcak/kuru ve soğuk/nemli periyotlarda çok daha detaylı olarak görülmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 1691-1970 yılları arasındaki meteorolojik verilerden faydalanılarak yapılan Brückner döngülerinin şematik diyagramı (Marabini ve Veggiani, 1993).

Nehirlerin oluşturduğu kıyı şeridinin oluşumunu daha detaylı olarak açıklayabilen Brückner Döngülerinde, nemli ve soğuk olan dönemlerde, nehirler ortama daha çok sediman getirmekte ve kıyı şeridini beslemektedirler (Brückner, 1890). Sıcak ve kuru dönemlerde ise; nehirlerin denizel ortama getirdikleri sediman miktarlarında azalma olmakta ve deltaların gerilemesine veya duraksamalarına neden olmaktadır. Günümüzde kuzey yarımküredeki deltaların gelişimlerini açıklayabilen bu döngülerin geçerliliğini İtalya'daki Po Deltası üzerinde yapılan çalışmalarda belirlenmiştir.

Amerika'nın kuzeydoğusunda 1930 ve 1970 yılları arasında yapılan bir çalışma ise; buradaki yıllık deniz seviyesi yükseliminin $\sim 3\text{mm/yıl}$ olduğunu (kimi araştırmacılara göre 1.1 mm ile 3.3 mm arası değişir) ve bu yükselmenin normal deniz seviyesi hareketinin yanısıra tektonik çökme ile de ilgili olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde ülkemiz doğusundaki Van Gölü'nde ve bu gölün batısında yer alan Nemrut krater gölünde, çok hızlı bir yükselme gözlenmektedir. Ancak bu yükselmelerin asıl nedeninin tektonik nedenlerle mi yoksa meteorolojik nedenlerle mi olduğu henüz detaylı araştırmalar yapılmadığı için kesinlik kazanmamıştır.

Deniz seviyesinin yükselme nedeni olarak bir diğer faktör olarak da atmosferdeki CO_2 oranının artması sonucu sera (greenhouse) oluşumuna bağlanmaktadır. Sera etkisi nedeni ile hava sıcaklığının çok artması sonucu kutuplardaki buzulların daha çabuk erimesinin deniz seviyesini yükselttiği son yıllarda ortaya atılan önemli

tezlerden biridir. Yapılan araştırmalar atmosferdeki CO₂ miktarının yüzyılımızın başından beri ~%25 oranında arttığını göstermektedir. Son 220 000 yıllık deniz seviyesi değişimleri incelendiğinde atmosferdeki CO₂ miktarının buzul arası dönemlerdeki oranının buzul dönemlerine göre %50 daha fazla olduğu buzullarda yapılan sondajlardan elde edilen verilerle saptanmıştır.

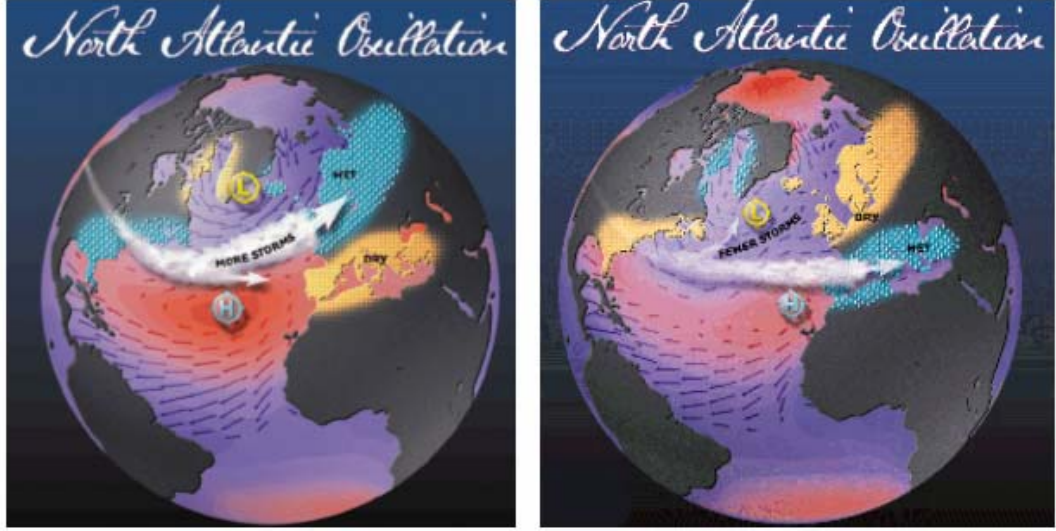
3.3 Kısa Dönemdeki İklimsel Değişiklikler: Kuzey Atlantik Onar Yıl Salınımları, Güneş Patlamaları, Volkanizma, Akıntı Sistemleri

3.3.1 Kuzey Atlantik Onar Yıllık Salınımları

Son yüzyılda, iklimsel değişimler ile ilgili yapılan çalışmalarda oldukça önem kazanan Kuzey Atlantik Salınımları, İzlanda'dan Azor adalarına kadar olan bölgedeki basınç merkezlerinin düzenli olarak yer değiştirmesi nedeni ile olmaktadır (Visbeck ve diğ., 1998, Uppenbrink, 1999). Yaklaşık onar yıllık dönemlerde, Afrika'nın batısında yer alan yüksek basınç merkezi ile Kuzey Atlantik'te İzlanda civarında bulunan alçak basınç merkezinin konumlarının değişmesi sonucu oluşan bu salınım sonucunda özellikle Avrupa'da yağış miktarlarında ciddi farklılıklar gözlenir. Örneğin, yüksek basınç merkezinin Batı Afrika'dan uzaklaşması ve alçak basınç merkezinin de kuzeye doğru kayması sonucu ülkemizdeki yağış miktarları azalmakta, bunun tersi olarak da, yüksek basınç merkezinin Batı Afrika'ya yanaşması ve alçak basınç merkezinin güneye kayması sonucunda da ülkemizdeki yağış miktarları artmaktadır (Şekil 3.6).

3.3.2 Güneş Patlamaları

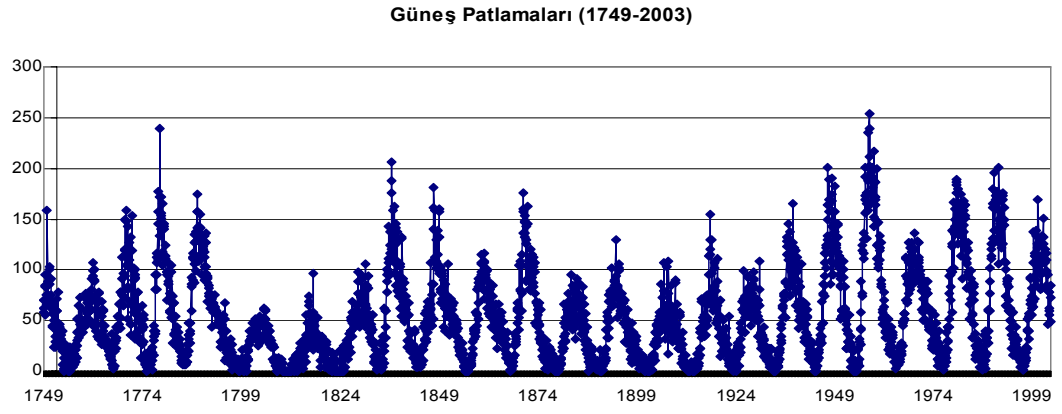
Güneş, dünyanın ana enerji kaynağıdır. Önceki yıllarda düzenli bir enerji kaynağı olarak düşünölen güneşin enerjisinin, son yıllarda teknolojinin artması birlikte yapılan duyarlı ölçümler sonucu değişken olduğu saptanmıştır. Bu değişimlerin, ortalama 11 yıllık çevrimler içinde % 0.2 ye kadar göstermiştir (Şekil 3.7). Bu süreç içerisinde zaman zaman bu değerin % 0.5 lere çıktığı da görölmüştür. Atmosfer



Pozitiv NAO indeksi: Güney Avrupa ve Karadeniz soğuk ve kurak

Negatif NAO indeksi. Güney Avrupa ve Karadeniz are warm and wet

Şekil 3.6 Kuzey Atlantik Salınımı (<http://www.realclimate.org/index.php?p=23>)



Şekil 3.7 Güneşte 1749 ve 2003 yılları arasında oluşan patlamaların yıllık toplam sayıları
(http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/sun/activity/solar_cycle.html)

bilimciler, güneş sabitinde gözlenen bu miktardaki değişimlerin bile iklim değişiklikleri için yeterli olduğunu söylemektedirler. Bitkilerin büyümesinin güneşin 11 yıllık leke ve 22 yıllık manyetik aktivite çevrimleriyle ilişkili olduğu gövdelerindeki halkalardan belirlenmektedir. Geçmiş 300 yıl göz önüne alınarak güneş aktivitesinin uzun dönemli değişimlerine bakıldığında; 70-80 yıllık bir aktivite periyodundan söz edilebilmektedir. Teleskop kullanılarak güneş leke gözlemlerinin yapıldığı 17. ve 18. yüzyıllarda güneş lekelerinin çok az görüldüğü kayıtlara geçirilmiştir. Bu dönemde Avrupa da küçük buzul çağı yaşanmıştır. Bu durum, güneş-iklim etkileşmesine işaret eden iyi bir örnektir. Öte yandan proton olayları sırasında, çok fazla sayıda enerji yüklü parçacık atmosferin orta katmanlarına kadar ulaşmaktadır. Bu parçacıklar, atmosferin bu katmanlarında moleküler iyonizasyona yol açmaktadırlar. Bunun sonucu ortaya çıkan yeni kimyasal bileşikler de, atmosferdeki ozon miktarını azaltabilmektedir. Böylece yaşamımız için çok zararlı olan mor ötesi ışınım yeryüzüne artan oranda ulaşmaktadır. Güneşte meydana gelen 1982 yılındaki proton olayında ozon yoğunluğu geçici olarak % 70 oranında azalmıştır.

3.3.3 Volkan Patlamaları

Bunlar, dünyanın yaşamı için çok önemli aktivitelerin başında gelir. Literatürde termostat gazı olarak da tanımlanan Sülfür gazının, %70'inin ana kaynağı volkanlardır. Sülfür gazı, güneşten gelen enerjiyi yansıtıken, yeryüzünden yansıyan enerjiyi de doğrudan atmosfere bırakır. Sera gazı (Greenhouse), olarak bilinen ve dünyada sıcaklığın artmasına neden olan CO₂ ise; güneşten gelen enerjiyi doğrudan yeryüzüne iletir ve yeryüzünden yansıyan enerjinin de atmosferden çıkışına izin vermez. Özetle, hava sıcaklığının arttığı, yani atmosferdeki CO₂ gazının arttığı dönemlerde devreye Sülfür gazı girerek sıcaklığı azaltır.

Volkanların patlamalarının az olduğu dönemlerde ise denizel canlılar devreye girer. Denizlerdeki popülasyonu kontrol eden en önemli faktör birincil üretimdir. Birincil üretim, ortamın sıcaklığı ile besleyici elementlerin azlığına ya da çokluğuna göre azalır ya da artar. Hava sıcaklığının artması sonucu denizlerdeki özellikle

plankton populasyonlarında artışa neden olur. Bu planktonlar, DMS kısaca Sülfür dediğimiz gazı üretirler. Plankton sayısı arttıkça, üretilen sülfür gazı da o oranda artar. Bu artış atmosferdeki sülfür gazı oranının artmasına güneşin yeryüzüne ilettiği enerjinin azalmasına kadar devam eder. Güneş enerjisinin azalması ile birlikte birincil üretim azalır ve plankton sayısındaki düşmeyle birlikte ortamdaki sülfür gazı da azalarak hava sıcaklığının yeniden artmasına neden olur. Bu döngü, atmosferdeki gazların sürekli olarak kontrol edilmesini sağlar. Bunların dışında, metan gibi diğer gazlar da bu döngüde önemli rol oynar. Bu nedenle sülfür gazına “termostat gazı” da denir.

3.3.4 Sera Gazı Etkisi

Deniz seviyesinin yükselme nedeni olarak bir diğer faktör olarak da, atmosferdeki CO₂ oranının artması sonucu sera (greenhouse) oluşumuna bağlanmaktadır. Sera etkisi nedeni ile hava sıcaklığının çok artması sonucu kutuplardaki buzulların daha çabuk erimesinin, deniz seviyesini yükselttiği son yıllarda ortaya atılan önemli tezlerden biridir. Yapılan araştırmalar atmosferdeki CO₂ miktarının yüzyılımızın başından beri ~%25 oranında arttığını göstermektedir. Son 220 000 yıllık deniz seviyesi değişimleri incelendiğinde atmosferdeki CO₂ miktarının buzul arası dönemlerdeki oranının buzul dönemlerine göre %50 daha fazla olduğu buzullarda yapılan sondajlardan elde edilen verilerle saptanmıştır (Lorius ve diğ., 1990).

Günümüzde genel yükselme eğiliminde olan deniz seviyeleri doğal şartlardan dolayı son yüzyılda ~15 cm dolaylarında yükselmiş ve önümüzdeki 50 yıl içinde de ~30 cm daha yükseleceği tahmin edilmekte ve hatta bazı araştırmacılar tarafından bu yükselmenin 2100'lü yıllarda 95 cm'ye kadar çıkacağı belirtilmektedir (Warrick ve diğ., 1996).

3.3.5 Meteorit Çarpmaları

Eğer; yeryüzüne çok büyük boyutlarda meteor çarparsa aynı volkanizmaya benzer bir etki yaratır. Çarptığı yerden kalkan toz duman, dünyaya gelen güneş enerjisini engellemesi sonucu üretimlerin düşmesine yani kuraklığa neden olur.

BÖLÜM DÖRT

KURAK VE YAĞIŞLI DÖNEMLER

4.1 Kuraklık

Kuraklık; doğadaki suyun yetersizliği, yağışların kaydedilen normal seviyelerinin altına düşmesi ve anormal kuru havanın uzun süre devam etmesi sonucu hidrolojik dengenin bozulması ve bundan dolayı su teminindeki azalma sebebiyle arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi olarak tanımlanabilir (BMÇMS,1997). Kuraklığın başlangıcının ve bitişinin belirsiz olması, kümülatif olarak artması, aynı anda birden fazla kaynağa etkimesinden dolayı diğer afet olaylarından farklıdır.

Literatürde kuraklığın birçok çeşidi olmasına rağmen belirgin olarak 4 çeşit kuraklık vardır (Wilhite ve Glantz, 1987). Bunlar; tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık, meteorolojik kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklıktır

- **Meteorolojik kuraklık:**

Uzun bir zaman içinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanır.

- **Tarımsal kuraklık**

Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanır.

- **Hidrolojik kuraklık**

Yeraltı su kaynakları, yüzey suları veya yağış periyotlarının etkisi ile ilişkilidir. Meteorolojik kuraklığın uzaması durumunda hidrolojik kuraklıktan söz edilir.

- **Sosyo-ekonomik kuraklık**

Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir (NDMC,1995). Yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkar.

Su kaynaklarının küresel ısınma ile iklim değişikliğine uğrayacağı bir gerçektir. Bu etkinin tesirlerini ve sonuçlarını şimdiden kestirmek mümkün değildir. Bugün için su kaynaklarının dünyanın bazı yerlerinde gelecek 50 yıl içinde yetersiz kalacağı hesaplanmaktadır. Yurdumuz için kişi başına düşecek su miktarındaki azalış oranı % 40 civarında olacağı hesaplanmıştır. Bu değer oldukça yüksek bir orandır. Türkiye yarı kurak bir iklim kuşağında yer alması nedeniyle iklim değişikliğinin giderek daha fazla etkisi altında kalacağı kolayca anlaşılır. Küresel iklim değişikliği sonucu ortaya çıkması beklenen bu olumsuzluklara yönelik olarak önlemlerin şimdiden alınması zorunlu hale gelmiştir. Meteoroloji, hidroloji ve tarımsal meteoroloji bilimi ile uğraşan araştırmacılar, iklimin, dünyanın neresinde, ne kadar değişeceğini modeller kullanmak sureti ile tahmin etmeye, su kaynaklarının bu iklim değişiminden etkilenme potansiyellerini belirlemeye ve iklimdeki olası değişikliklerin tarım ve ormanlara, arazi kullanımına olası etkilerini belirlemeye çalışmaktadır (Şaylan, 1995).

İklimler, her dönemi kendi içinde irdelenmesi gereken doğa olaylarıdır. Bu döngülerden en büyüğü, 500 milyon yılda bir olanıdır. İyi çalışılan bir diğer döngü, 100 000 yılda bir olanıdır. Yine bunların içlerinde 41 000 yılda bir, 23 000 yılda bir olan döngüler vardır. Bunların herbirinin kendi içinde soğuk ve sıcak dönemler vardır (Şekil 4.1).

4.2 Yakın Tarihte Önemli İklimsel Değişiklikler ve Sonuçları

Buzul dönemlerinde; güneşten gelen enerjinin azalması nedeni ile kutuplara yağın karların erimesi azalır ve kutuplardan daha düşük enlemlere doğru buzullar büyür.

Buzularası dönemlerde; güneşten dünyaya gelen ortalama enerji miktarı 1368 W civarındadır. Ancak; buzul dönemlerinde bu ortalama enerji miktarı 1364 W'a kadar düşer. Bu nedenle; özellikle kutup bölgeleri başta olmak üzere sıcaklığın azalması nedeni ile buzullardaki erime miktarı da azalır. Buzulların artması ile birlikte, Kuzey Avrupa buzlar altında kalır ve insanların yaşam alanları azalmaya başlar. Buzulların artmasına paralel olarak nehirlerin debileri düşer ve üretim de azalmaya başlar. Aynı zamanda, sıcaklığın düşmesi, var olan üretimin de verimliliğini ve kalitesini düşürür. Bu olay, dünyada ortalama her 100 000 yılda bir "major" olarak gerçekleşir. Ancak, bu süreç içerisinde de zaman zaman "mini buzul" dönemi diye tanımladığımız dönemlere gireriz. Türklerin Göçü, Dor istilaları, Moğollar, Haçlı savaşları, Viking'lerin güneye inmesi bu nedenle olmuştur (Yaşar, 2004).

Buzularası Dönemlerde; halen içinde bulunduğumuz dönemdir. Bu dönemlerde güneşten daha fazla enerji alınır ve sonuçta buzullar eriyerek deniz seviyelerini yükseltir. Sıcaklık artışı nedeni ile üretim kalitesi ve verimlilik artar.



Şekil 4.1 Ege Denizi su seviyesinin Son Buzul dönemi (18 000 yıl önce) ve günceldeki durumu (Yaşar, 1994)

4.3 Türkiye’de 1990’lı yıllarda oluşan Kurak Dönemin nedenleri ve Sonuçları

Türkiye’nin son yıllarda yaşadığı en ciddi kuraklık dönemi, Bölüm 3’te verildiği gibi 1990’lı yıllardır. Gerçekte bu dönem, doğal olarak bir kurak dönemdir ancak bu dönemin sonlarına doğru 1991 yılında, Pinatubo yanardağının patlaması sonucu dünyamız 2.5 yıl kadar daha kuraklığa teslim olmuştur. Yaklaşık 7 km³ civarında bir malzemenin püskürtüldüğü bu patlamayı takip eden 2.5 yıl süresince dünyadaki sıcaklık ortalama 0.5 C° düşmüş ve yağış miktarları da %50’den fazla azalmıştır. Ve sonuçta, Türkiye, yağış miktarının çok azalması sonucu, hidroelektrik santral barajlarındaki su seviyeleri çok düşmesi nedeni ile elektrik üretimleri durmuş ve ilk kez Bulgaristan’dan elektrik satın almak zorunda kalmıştır. Ayrıca; yalnızca Ege Bölgesi’nde bu dönemde sulama amaçlı olarak yaklaşık 17 000 kuyu açılmıştır (Anonim).

4.4 İklimsel Tahminler

İleriye dönük iklimsel tahminlerin yapılabilmesi için oşinografik verilerin yanı sıra güneşte oluşan patlamaların sayıları ve bunların konumları önem oldukça önem kazanmıştır. Çok kısa dönemlerde, oşinografik verilere dayanarak özellikle “El Nino” gibi güçlü fırtınalar 8-10 ay öncesinden tahmin edilebilmekte ve başta tarım olmak üzere diğer konularda önlemler alınabilir duruma gelmiştir. Ancak; uzun dönemlerdeki tahminler için oşinografik verilerin yanı sıra ileriye dönük olarak güneşte oluşan patlamaların sayıları ve konumları kullanılmaya başlanmıştır. Bu tahminlere göre, güneşteki patlamaların önümüzdeki yıllarda azalacağı ve dünyanın özellikle 2025’li yıllardan sonra ciddi bir kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı tüm bilim dünyasında kabul gören bir tezdır (Yaşar, 2004).

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR

Dünya nüfusunun her 45 yılda %100 artışına paralel olarak, insanoğlunun su ihtiyacı da giderek artmaktadır. Suyun ana kaynağının, yağışlar olması ve bu yağışların düzenli olmaması nedeni ile ve özellikle volkanizma gibi iklimleri çok çabuk etkileyebilen doğal olaylar sonucu yağış miktarlarının çok düşmesi ülkeleri çok zor duruma düşürebilmektedir. Barajlardaki su miktarlarının iklimsel değişiklikler ile ilişkilerini araştırmak için yapılan bu çalışma sonucu;

Güzelhisar ve Tahtalı gibi büyük sayılabilecek barajlardaki yıllık ortalama su miktarlarının, 1970’li ve 1990 yıllarda düşük olduğu, 1980 ve 2000’li yıllarda ise yüksek olduğu gözlenmiştir. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre de 1970 ve 1990’lı yıllarda az olan yağışların, 1980 ve 2000’li yıllarda belirgin bir şekilde arttığı ve bu azalış ile artışların barajların doluluk oranlarına yansıdığı açıkça görülmüştür.

İller Bankası III. Bölge Müdürlüğü verilerine göre 1990’lı yıllarda, özellikle Pinatubo yanardağının patlamasından sonra, içme suyu kuyularına çok ihtiyaç duyulmuş ve Ege Bölgesindeki içme suyu kuyularında yaklaşık 4 katlık bir artış gözlenmiştir. Aynı dönemde sulama amaçlı olarak açılan kuyu sayısı, kesin olarak bilinmemekle birlikte 17 000’den fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle, Türkiye genelinde de kuyularla ilgili kanunların öncelikle gözden geçirilmesi ve yenilenmesi gerekmektedir. Tarımda da sulama yöntemlerinin değiştirilmesi gerekmektedir.

Yukarıda sıralanan tüm bu bilgiler, bir ülkenin tartışmasız en önemli doğal kaynağı olan suyun çok dikkatli bir şekilde kullanılması gerekliliğini ve İzmir’de su kaçağı oranının mümkün olduğunca aşağılara çekilerek ileride muhtemel kurak dönemlere hazırlanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İzsu tarafından 2001 yılında kurulan Scada sitemi ile %60' larda olan su kaçağı %50'ye çekilmiştir. Bu değer hala çok yüksektir. Bu nedenle özellikle dağıtım hatlarının bir an önce iyileştirilmesi gerekmektedir.

İzmir'in yeraltı haritası tam değildir. Bilinmeyen bir sistem içerisinde kaçak aramanın güçlüğü vardır. Bu nedenle harita çalışmaları öncelikli konudur ve mümkün olduğunca hızlı bir şekilde coğrafik bilgi sistemine (CBS) geçilmelidir.

İzmir için rezerv su alanları belirlenmeli ve bu alanlar koruma altına alınmalı ve bu alanlarda hiçbir faaliyete izin verilmemesi gerekir.

Halk su konusunda, anlatılan bilgiler doğrultusunda bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağralıoğlu, N. (2004) Baraj ve Planlama Tasarımı Cilt I, Su Vakfı Yayınları İstanbul, Özener Matbaacılık.
- Bartholin, T.S. (1989) Dendrochronology in Sweden. İn: Morner N.A. and Karién W.(Eds). Climatic changes on a yearly to millennial basis. D. Reidel P.C., Dordrecht, p. 261-262.
- Birleşmiş Milletler Çölleşme ve Mücadele Sözleşmesi-BMÇMS 1997-Çevre Bakanlığı Yayınları.
- Briffa, K.R. (2000) Annual climate variability in the Holocene; interpreting the message of ancient trees. Quaternary Science 19, 8
- Brückner, E. (1890) Klimaschwankungen seit 1700 nebest Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit, *Geographische abhandlungen*, B.IV.H.2, Wien, pp.153-184. 7-105.
- Climate time line, (2005)
<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/ctl/clisci100k.html>
- Crowley, T.J., (2000) Causes of climate change over the last 1000 years. Science in press.
- Crowley, T. J. and Lowery T. (2000): How warm was the Medieval Warm Period A comment on, *Man-made versus Natural Climate Change*, *Ambio* 39, 51-54.
- Dinçergök,T. (1995) Baraj ve Gölet Projelendirme Semineri, Bursa Uludağ
- Devlet Su İşleri, (2006)
 (<http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi2/izmir.htm#baraj>)

DSİ, II. Bölge Müdürlüğü (kişisel görüşmeler)

Garbrecht, G.(1985) Sadd-el-Kafara:The world's oldest Large Dam, International Water Power&Dam Construction,37,7,71,76

İzsu Genel Müdürlüğü (Kişisel görüşmeler)

Jones, P.D., Briffa, K.R., Barnett, T.P. and Tett, S.F.B. (1998) High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium, interpretation, integration and comparison with General Circulation Model control run temperatures. *The Holocene* 8, 455-471.

Hansom, J.D. (1988) Coasts. Cambridge University Press, Cambridge.

Mann, M.E., Bradley, R.S. and Hughes, M.K. (1998) Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature* 392, 779-787.

Lorius, C., Jousel, J., Raynaud, D., Hansen, J., Hagee, V.L. (1990) The Ice-core record, climate sensitivity and future greenhouse warming, *Nature*, 347, 139-145.

Marabini, F., Veggiani, A. (1993) The Evolution of the Northern Adriatic Coastal (Italy), The climatic changes and the environment. in Magoon, T.O. (Ed. Coastlines of the Mediterranean). Published by American Society of Civil Engineers, p.1-15.

NDMC, (1995) Understanding and Definitions of Drought, University of Nebraska. Lincoln

Overpeck, J., Hughen, K., Hardy, D., Bradley, R.S., Case, R., Douglas, M., Finney, B., Gajewski, K., Jacoby, G., Jennings, A., Lamoureux, S., Lasca, A., MacDonald, G., Moore, J., Retelle, M., Smith, S., Wolfe, A. and Zielinski, G. (1997) Arctic environmental change in the last four centuries. *Science* 278, 1251-1256.

Öziş,Ü. (1983) Su Yapıları, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir

Öziş, Ü. ve Alsan, M. (1990). Beton Baraj İnşaatının Türkiye’de Gelişmesi.
T.M.M.O.B İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi ,cilt 1 sayı 3 ,147-158

Öziş Ü, Özdemir Y, Kosova A.ve Çördük A.,(1999) İzmir’in Tarihi Su Getirme Yolları. *İzmir Su Kongresi Bildiriler Kitabı*, 45-49

Real climate,(2006)

<http://www.realclimate.org/index.php?p=23>

Şaylan, L. (1995) İklim değişiminin dünya tarımına etkileri, *Hasad dergisi*, 106, 18-20.

Türkeş, M. (1996) 'Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey', *Int. J.Climatol.*, 16, 1057-1076.

Uppenbrink,J. (1999) Climate variability - The North Atlantic Oscillation. *Science*, Vol.283, No.5404, pp.948-949.

Ural, O. M., Ugan, U. (1967) Large Dams in Turkey, ICOLD Turkish National Committee, Ankara, DSİ,

Visbeck,M, Cullen,H, Krahnann,G, Naik,N. (1998) An ocean model's response to North Atlantic Oscillation-like wind forcing. *Geophysical Research Letters*, Vol.25, No.24, pp.4521-4524.

Wilhite, David, and Glantz, M.R. (1987) Understanding the drought phenomenon-The role of definitions, in Wilhite, David, Easterling, William, and Wood, David, eds; *Planning for drought*, Boulder, Colo., Westview Press, p. 11-27.

Windows to the universe,(2006)

http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/sun/activity/solar_cycle.html

Yaşar, D. (1994) Late Glacial - Holocen Evolution of the Aeagean Sea. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir, 329 p

Yaşar, D. (1996) Holocen Paleoceanographic Evolution of the Aegean Sea. International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region. Proceedings Volume 1: 331-346.

Yaşar, D. (1998) Dünya Deniz Seviyesi Değişimleri ve Türkiye'deki Örnekleri. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II.Ulusal Konferansı, Editör, Ahmet Özhan, s. 749-757

Yaşar, D. (2004) “Bu Toprağın Sesi Programı” TRT GAP Tv, 25 Şubat