

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNE ETKİSİ,
ANKARA ÖRNEĞİ**

Görkem AYGÜN ALBAYRAK

UZMANLIK TEZİ

NİSAN 2017



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNE ETKİSİ,
ANKARA ÖRNEĞİ**

Görkem AYGÜN ALBAYRAK

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)
Yılmaz ERYILMAZ

Tez Danışmanı (Üniversite)
Doç. Dr. Asu İNAN

ETİK BEYAN

“İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kuralları”na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Görkem AYGÜN ALBAYRAK

04 Nisan 2017

İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Yönetimine Etkisi, Ankara Örneği
(Uzmanlık Tezi)

Görkem AYGÜN ALBAYRAK

İLBANK A.Ş.

Nisan 2017

ÖZET

İklim değişikliği, belirli bir zaman diliminde doğal hava olayları ile insani faaliyetlerin küresel atmosferde sebep olduğu değişiklikler ve denge kayıpları olarak tanımlanır. Su ise yaşamımızın her alanında ihtiyaç duyduğumuz en önemli kaynağımızdır. İklim, özellikle su kaynaklarıyla doğrudan ilintili bir olgu olduğu için, giderek artan iklim değişiklikleri hayat kaynağımız olan suyun azalmasına ve bunun gelecek nesiller için tehdit oluşturmasına sebep olmaktadır. Literatürde konu ile ilgili birçok araştırma yapılmış, su kaynaklarının doğru yönetilmediği takdirde oluşabilecek olumsuz etkilerden söz edilmiş, bu olumsuz etkileri azaltma yolları araştırılmıştır. Bu tez çalışmasının amacı, iklim değişikliğinin su kaynakları yönetimine olan etkisini ortaya koymak; kaynakların doğru kullanımı ve geliştirilmesi için en doğru kaynak yönetimini belirleyerek öneriler sunmaktır. Çalışma kapsamında iklim değişikliğinin nedenleri ile dünyada ve Türkiye’de yarattığı sonuçlar irdelenmiş, sorunlar ortaya konulmuş ve çözüm yolları aranmıştır. Bulguların daha net anlaşılabilmesi için, sonuçlar Ankara ili özelinde detaylandırılmış, Ankara’da görülen iklim değişiklikleri ve değişen su kaynakları yönetim modeli irdelenmiştir. Sonuç olarak; değişen iklime karşı bireylerin bilinçlendirilmesinin önemi, su kaynakları yönetiminin de bu bilinçe paralel olarak planlanması, devlet nezdinde kaynak yönetimi ile ilgili tüm kurum ve kuruluşların buna ortak olması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler : İklim değişikliği, su kaynakları, sürdürülebilirlik

Sayfa Adedi : 86

Tez Danışmanı : Yılmaz ERYILMAZ (Kurum)
Doç.Dr. Asu İNAN (Üniversite)

The Effect of Climate Change on Water Resources Management, Example of Ankara
(İLBANK Expertise Thesis)

Görkem AYGÜN ALBAYRAK

İLBANK A.Ş.

April 2017

ABSTRACT

Climate change is defined as the changes in the atmosphere and the loss of balance caused by natural weather events and human activities in a specific time interval. Water is our most important resource which we need in all the areas of our lives. Since the climate is directly correlated to water resources, the increasing climate changes cause a decrease in water resources which are our sources of life and with that causing a threat to next generations. There has been many research in the literature regarding this subject. The possible negative effects caused by the mismanagement of water resources have been pointed out and ways of lessening these effects have been researched. The purpose of this study is to present the effects of climate change on the management of water resources and to offer suggestions by determining the most accurate management method for improving and proper usage of water resources. The causes of the climate changes and the effects of it on Turkey and the world are examined, the problems are pointed out and the solutions are searched within the content of this study. The findings are detailed particularly on the climate changes and the changing management methods of water resources in Ankara/Turkey for beter comprehension of the results. The importance of raising awareness and planning the management of the water resources according to this awareness and the need for the participation of all government institutions and organizations on this matter are concluded as the result of the study.

Key Words : Climate change, water resources, sustainability
Page Number : 86
Supervisor : Yılmaz ERYILMAZ (Corporate),
Assoc. Prof. Dr. Asu İNAN (University)

TEŐEKKÖR

Uzmanlık tezimin yazım aŐamasında bana her zaman yardımcı olan tez danıŐmanlarım “İlbank A.Ő. Yatırım Koordinasyon Dairesi BaŐkanlıđından” Sayın Yılmaz ERYILMAZ’a ve “Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakóltesinden” Sayın Doç. Dr. Asu İNAN’a;

Çok değerli eski çalışma arkadaŐım “İlbank A.Ő. Destek Hizmetleri Daire BaŐkanlıđından” Sayın Öner Nuri ŐATIR’a ve önemli tecrübelerini bana aktaran kıymetli eŐi, sevgili arkadaŐım Sayın Damla SAğLAM ŐATIR’a;

Haklarımı hiçbir zaman ödeyemeyeceğim canım annem Pakize AYGÖN ve babam Cemal AYGÖN’e, hayat ıŐıđım kardeŐim Okan AYGÖN’e ve bu süreçte desteklerini esirgemeyen sevgili eŐim Sercan ALBAYRAK’a yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
RESİMLERİN LİSTESİ	viii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
GİRİŞ	1
1. SU KAYNAKLARI	3
1.1. Yeryüzündeki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Genel Bakış.....	5
1.2. Su Kaynaklarının Kullanım Suyu Haline Getirilme Süreçleri.....	6
1.2.1. Yüzey (yer üstü) sularının kullanım suyu haline getirilme süreçleri.....	6
1.2.2. Yer altı sularının kullanım suyu haline getirilme süreçleri	10
1.2.3. İlbank A.Ş.'nin yaptığı çalışmalar	16
1.3. Türkiye'deki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Değerlendirilmesi	16
1.3.1. Türkiye'de temiz su durumu.....	19
1.3.2. Türkiye'deki su kaynaklarının dağılımı	21
1.3.3. Ankara ilindeki su kaynaklarının incelenmesi.....	24
2. SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ VE PLANLAMA.....	29
2.1. Su Kaynakları Yönetiminin Sürdürülebilirliği.....	29
2.2. Su Kaynakları Yönetiminin Entegre Planlanması	31
2.3. Su Kaynakları Yönetim Modelleri	36
2.3.1. Türkiye'de su kaynakları yönetimi.....	38
2.3.2. Türkiye'de su kaynakları yönetimine dair sorunlar ve çözüm önerileri....	39
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	43
3.1. İklim Değişikliğinin Tanımlanması	43
3.1.1. İklim değişikliğinin bilimsel nedenleri.....	45
3.1.2. İklim değişikliğinin doğada yaratabileceği etkiler	46
3.2. Türkiye'de Gözlemlenen İklim Değişiklikleri.....	48
3.3. Gelecekte İklim Değişikliği	53
3.3.1. Türkiye için öngörülen senaryolar.....	54
3.3.2. Uluslararası çalışmalar	55
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU KAYNAKLARI İLİŞKİSİ	59
4.1. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri	59
4.2. Ankara İlinde Gözlemlenen İklim Değişiklikleri.....	60
4.2.1. Ankara su kaynakları yönetimi.....	64
4.2.2. Ankara ilinde iklim değişikliğine bağlı su kaynakları yönetimi.....	67
SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	76

EKLER.....	83
EK-1 Yer altı sularının temel kirleticileri	84
EK-2 Yıllık sondaj kapasitesi	85
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Su kaynaklarının BM verilerine göre kıtalara dağılımı	6
Çizelge 1.2. Su kaynakları potansiyeli.....	17
Çizelge 1.3. Falkenmark su stres indisi	19
Çizelge 1.4. Türkiye havzalarının taşıdığı su potansiyeli	22
Çizelge 1.5. Ankara su rezervleri hacimleri.....	26
Çizelge 3.1. Sera gazları	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Su döngüsü.....	3
Şekil 1.2. Dünyadaki suyun dağılımı	5
Şekil 1.3. Türkiye’de çeşitli sektörlerin su kullanım	18
Şekil 1.4. MGM yıllık yağış verileri tablosu	20
Şekil 1.5. Ankara ve Türkiye 1970’ten 2010’a yıllık ortalama yağış verileri	27
Şekil 2.1. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi gerekliliği.....	30
Şekil 2.2. Sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin kalkınma sınırları.....	31
Şekil 2.3. Entegre havza yönetimi için karar destek sistemi şeması.....	34
Şekil 2.4. Entegre havza yönetimi aşamaları	35
Şekil 3.1. 1990’dan günümüze CO ₂ emisyon değerleri	44
Şekil 3.2. Sera etkisi.....	46
Şekil 3.3. Hadley hava döngüsü ve Azor Yüksekği.....	51
Şekil 3.4. Küresel karalar ve Türkiye’nin sıcaklık anomalisi eğrileri	52
Şekil 3.5. 2000-1960 ve 2000-1970 tarihleri arası sıcaklık grafikleri	52
Şekil 3.6. Sera gazlarındaki artış.....	53
Şekil 3.7. İklim değişikliği üzerine önemli çalışmalar	56
Şekil 4.1. İklim değişikliği senaryoları	61
Şekil 4.2. 2010-2039 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması.....	62
Şekil 4.3. 2040-2070 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması.....	63
Şekil 4.4. 2070-2100 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması.....	63
Şekil 4.5. İçme suyu master planı aşamaları.....	66
Şekil 4.6. 2010-2039 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması.....	68
Şekil 4.7. 2040-2070 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması.....	69
Şekil 4.8. 2070-2100 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması.....	69

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Gediz Nehri.....	7
Resim 1.2. Uzungöl.....	8
Resim 1.3. Avşa Belediyesi deniz suyundan içme suyu elde eden ünite.....	9
Resim 1.4. Dalaman Akköprü Barajı	10
Resim 1.5. Pozantı (Adana) Belediyesi içme suyu kaynağı	11
Resim 1.6. Keson kuyu örneği.....	13
Resim 1.7. Sondaj kuyusu açma	14
Resim 1.8. Drenaj yapılması gereken tarım alanı	15
Resim 1.9. Drenaj borularıyla fazla suyun toplanması	15
Resim 1.10. Drenaj borusunun fazla suyu akarsuya iletmesi	16
Resim 3.1. Paris Konferansı 'nda cumhurbaşkanları.....	58
Resim 4.1. İlk açıldığı yıl Çubuk Barajı görünümü.....	64

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 1.1. Türkiye’deki havzalar	21
Harita 1.2. Ankara ilini besleyen barajların bulunduğu Sakarya Havzası	25
Harita 3.1. Bölgelere göre iklim tipleri	49
Harita 3.2. Türkiye’de (a) istatistiksel olarak sıcaklık artışı ve azalışı ve (b) istatistiksel olarak yağış artışı ve azalışı	50
Harita 4.1. Jansen Planı olarak anılan Ankara nazım planı	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°C	Santigrat derece
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksit
G _t	Gigaton
HFC _s	Hidroflorür karbonlar
km ²	Kilometrekare
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
N ₂ O	Diazot monoksit
PFC _s	Perfloro karbonlar
ppm	Milyonda bir
ppb	Milyarda bir
SF ₆	Kükürt hekzaflorür

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
A.Ş.	Anonim Şirketi
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
İDÇS	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
İLBANK	İller Bankası

IWRA	Uluslararası Su Kaynakları Ajansı
KDS	Karar Destek Sistemi
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NHYP	Nehir Havza Yönetim Planı
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
SRES	Emisyon Senaryoları Üzerine Özel Rapor
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü

GİRİŞ

Su, bütün canlıların yaşamını sürdürmesi için gerekli olan, başka bir madde ile ikame ettirilemez ve bu bakımdan hayati önem taşıyan vazgeçilmez bir maddedir. Canlı ya da cansız, tüm çevre üzerinde etkileri görülen bir madde olan su, yaşamın başlangıcı olarak sayılabilir. İnsan, suya müdahalesini, kendisine fiziksel, sosyal ve kültürel anlamda fayda sağlamak amacıyla gerçekleştirmiştir. Bu durum, insanı tarihsel süreçte toplumsal hale getirmiştir. Su, oksijenden sonra en önemli gereksinim olmasının yanı sıra sosyal ve ekonomik kalkınmanın da temeli olmuş, antik çağlardan itibaren tüm uygarlıklar suya yakın yerlerde kurulmuş ve sudan yüksek seviyede faydalanmaya çalışmışlardır.

Dünyanın üçte ikisini oluşturan su, sanıldığı gibi aksine sonsuz değildir ve kullanılabilir su kaynakları; iklim değişiklikleri, küresel ısınma, giderek artan sanayileşme, aşırı nüfus artışı, düzensiz kentleşme, bilinçsiz tüketim gibi çok çeşitli sebeplere bağlı olarak hızla tükenmektedir. Su kaynaklarındaki azalma, sahip olduğu yaşamsal fonksiyon göz önünde bulundurulduğunda, uluslararası alanda da önem arz etmekte, ticari ve ekonomik ilişkilerin başlıca konusu olagelmektedir. Gelişmiş ülkelerin hepsi sahip oldukları su kaynaklarını korumak, geliştirmek ve kaynaklardan olabildiğince fayda sağlamanın yollarını aramaktadırlar.

İklim ve su doğrudan etkileşimli iki olgudur. İklim değişikliği son yıllarda ivme kazanarak etkilerini göstermekte, doğal dengeyi ve ekosistemi tehdit edici boyutlara ulaşmaktadır. Hızla artan nüfus ve sanayileşme sonucunda küresel ısınma artmakta, dolayısıyla yağış dengesi bozulmakta, bu da yer altı ve yer üstü su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır.

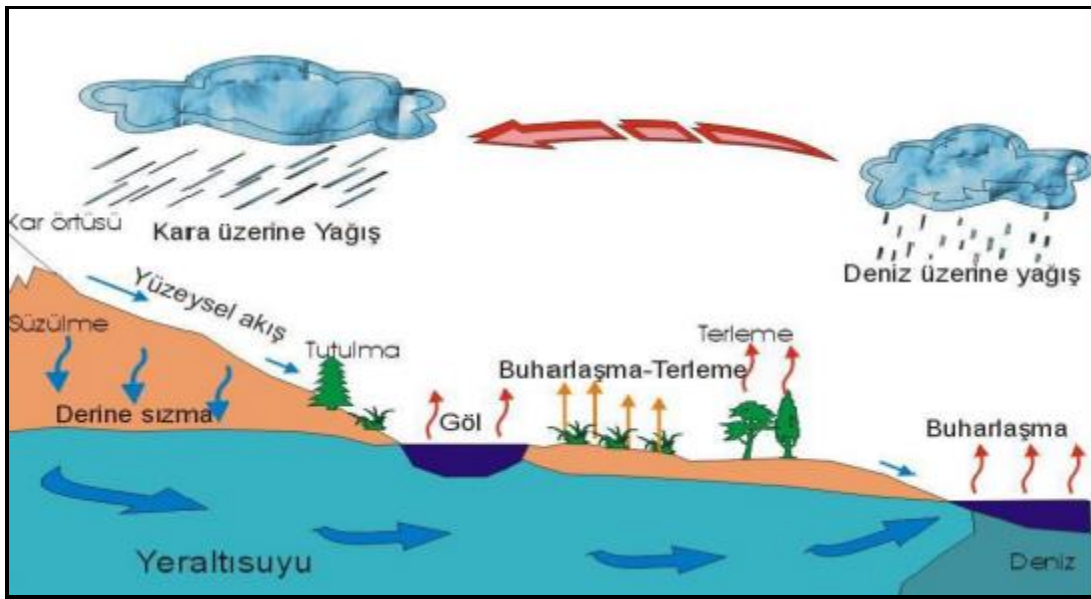
Su kaynakları yönetiminin doğru planlanması, bilinçsiz tüketimin önlenmesi ve kaynakların verimli ve sürdürülebilir şekilde korunması açısından oldukça gereklidir. Çevre ve ekosistem ile uyumlu yönetim, kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesini sağlar. Kaynak yönetiminde farklı siyasi ya da idari yapılara göre farklı politikalar görülse de, uluslararası çalışmalarla çeşitli standartlar belirlenmiş ve ülkelere kaynak koruması için belirli yaptırımlar uygulanmaya başlanmıştır.

Literatürde su kaynakları ve iklim değışikliği etkileşimi ile su kaynakları yönetimine ilişkin hem Türkçe hem yabancı birçok kaynak bulunmaktadır. Konu ile ilgili makalelerin ve akademik tezlerin yanı sıra, özel veya tüzel kişilerin hazırladığı sunumlar, raporlar ve bildirimler mevcuttur. Bu araştırmaların çoğunluğu, dünya genelindeki küresel ısınmanın su kaynakları yönetiminde yarattığı sorunlara dairken, özel bölgelerle ilgili çalışmalar daha sınırlı sayıdadır. Türkiye için de belirli bölgeler üzerine çalışmalar yapılmış olsa da konunun ciddiyeti düşünöldüğünde, daha özellikli alanlarda detaylı çalışmalar yapıp sonuçlarının değeriendirilmesi gerekliliği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, iklim değışikliklerinin gözle görölebilir şekilde hissedildiği kent olan Ankara örneği seçilmiş, Ankara'daki iklim değışikliklerinin su potansiyelini ve su kaynakları yönetimini nasıl etkilediği irdelenmiştir. İklimin olumsuz etkilerine karşı daha etkili önlemler alınması, temiz ve içilebilir tatlı suyun korunması ve verimliliğinin artırılması gibi sorunlara çözüm aranmıştır. İller Bankası Anonim Şirketi su kaynakları ile ilgili çok çeşitli hizmetler veren ve dolayısıyla kaynak yönetiminde görev alan bir kurum olduğu için, doğru su kaynakları yönetimi konusunda sorumluluk sahibidir. Doğru kaynak kullanımı, proje maliyetlerini de azaltacak, ekonomik zararların da önüne geçecektir. Dünyada, doğal kaynaklarını çevre ile bütünleşik bir şekilde koruyan ve geliştiren ölkeler gelişmiş ölkeler olarak adlandırılmaktadır. Güçlü ve kalkınmış bir Türkiye için modern teknolojiler ve doğru sistemlerle planlanmış su kaynakları yönetimi sağlanmalıdır.

1. SU KAYNAKLARI

Su, var olmamız için gereken doğal kaynakların en başında gelir. Yeryüzündeki su kaynaklarını okyanuslar, denizler, göller, akarsular, buzul ve kar ile yer altı suları oluşturur. Yerüstü ve yer altı suları olarak iki grupta toplanan bu sular Şekil 1.1’de görüleceği üzere su döngüsü denilen doğal bir döngü içindedir. Dünyadaki su, yoğunlaşma, yağış, toprağa geçiş, yüzeysel akıntı ve buharlaşma olaylarıyla döngünün içinde şekil değiştirir.



Şekil 1.1. Su döngüsü [1]

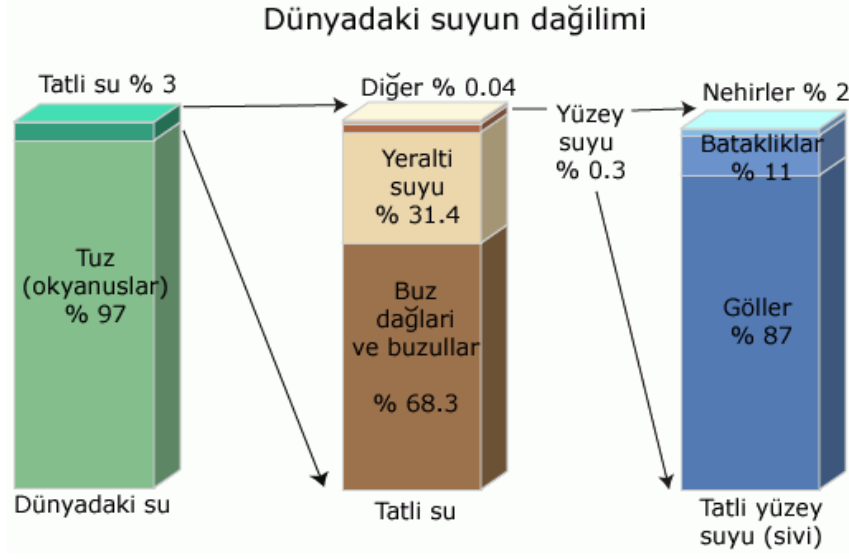
Su döngüsü yağış, buharlaşma, süzülme ve aradaki tüm adımları kapsayan hassas bir dengedir. Yüksek sıcaklıklar suyun atmosfere buharlaşma oranını artırırken atmosferin su tutma kapasitesini de etkiler. Bu değişen oranlar bazı yerlerde kuraklığa sebep olurken bazı bölgelerde ise aşırı yağışa dönüşebilir. Düşen yağmur miktarındaki değişiklikler de su döngüsünün değişmekte olduğunu kanıtlar. Geçtiğimiz 50 yıl içinde %1 oranındaki en yoğun fırtınalar sırasında düşen yağmur miktarı neredeyse %20 oranında artmıştır [2]. Yağış şekilleri mevsimlere göre farklılık göstermekte, özellikle kar yağışı, toprağın su tutma kapasitesini artırdığından önem arz etmektedir. Yükselen sıcaklıklar önceki yıllarda toprak tarafından tutulan karları erittiği için yer altı ve yüzey sularında azalmalara sebep olur. Bu dağlık bölgelerde kendi kaynaklarına sahip nehirlerde akıntı zamanlamasını değiştirir.

Suyun sürekli bir döngüde olması, doğada asla bitmeyeceği anlamına gelmez. Herkes tarafından çok çeşitli alanlarda kullanılması kaynakların hızla tükenbilme tehlikesini de beraberinde getirir. Çevre sorunları açısından bakıldığında; günümüzün en büyük probleminin sürekli artan nüfusun aynı oranda artan su ihtiyacını verimli ve yeterli bir şekilde karşılamak olduğu görülecektir. Kullanım suyunun yanı sıra, asıl önem taşıyan içilebilir su kaynakları dünyada oransal olarak bölgeden bölgeye farklılık gösterir ve ne yazık ki eşit olarak dağılmamıştır. Güvenilir ve içilebilir su özelliği taşıyan kaynaklar da iyi korunmadıkları için dış etmenlerden ve sağlıksız koşullardan etkilenmekte, kirlenerek su kıtlığına sebep olmaktadır.

Küresel ısınmayla birlikte sıcaklıklar yükseldikçe, insan ve hayvan sağlığını korumak ve geliştirmek için daha fazla suya ihtiyacımız olacaktır. Tarım, hayvancılık, endüstriyel kullanım gibi santrallerde üretilen enerjiyi kullanmak durumunda olan birçok önemli ekonomik faaliyet, aynı zamanda suya da ihtiyaç duyar. Bu faaliyetler için gerekli su miktarı, toprak ısındıkça ve yağışlar azaldıkça azalmakta, kalitesi bozulmakta, hem çevre hem de insanlar için tehlike arz etmektedir.

Dünya, suyun kapladığı alanın büyüklüğüne atıfta bulunularak “Mavi Küre” olarak da adlandırılır. Buna rağmen bu suyun yalnızca yaklaşık %3’ü tatlı sudur. Bu suyun da %70’i kar ve buzul halinde doğada bulunur. Kalan %30 oranındaki tatlı su yer altı sularındadır. İhtiyaç duyulan suyun büyük çoğunluğuna kaynaklık eden göller ve ırmaklar gibi yer üstü tatlı suları var olan toplam suyun yalnızca %1’ini oluşturur. Kullanım suyunun oransal olarak dağılımına baktığımızda %70 tarım amaçlı, %20 endüstriyel ve %10 ev tüketimi oranlarıyla karşılaşılmaktadır. Şişelenmiş sular dâhil olmak üzere içecek ve gıda sektöründe tatlı su payı %1’in bile altındadır. %70 tarım amaçlı kullanılan suyun da büyük bir kısmı bilinçsiz kullanımdan ötürü verimliliğini kaybetmektedir. [3]

Şekil 1.2’de görüldüğü gibi dünyadaki suyun %97’si tuzlu sudur. Tatlı suyun büyük kısmını da ulaşması oldukça zor olan buz dağları ve buzullar oluşturmaktadır. Yer altı suları ve yüzey suları insanların içme ve kullanma suyu olarak temin edebildikleri sular olup bunların da miktarı ve kalitesi yıldan yıla, iklime, nüfusa veya ihtiyaca göre değişmektedir. Tatlı suyun bu kadar az olması, kaynakların korunması ve geliştirilmesi gerekliliğini gözler önüne sermektedir.



Şekil 1.2. Dünyadaki suyun dağılımı [4]

Ekolojik sistemin devamlılığı ve insan faaliyetlerini gerçekleştirmek için suya ihtiyaç duyulduğundan su kaynaklarının sürekliliği çevre ile ilişkili pek çok önemli konunun temelini oluşturmaktadır. Ekosistemin korunması ve ekonomik kalkınmanın sağlanması su kaynaklarının iyi korunmasına bağlıdır. Bu sebeple kaynakların sınırlı olması ya da ihtiyaçtan fazla tüketimi bireylerin de ilgilenmesi gereken bir konudur. Devlet ve çeşitli kuruluşların kaynak koruması için yaptığı girişimler vatandaşlarca desteklenmeli, çözüm planlarına ortak olunmalıdır.

1.1. Yeryüzündeki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Genel Bakış

Dünyada var olan suyun oldukça büyük bir kısmı güneş enerjisiyle buharlaşmakta ve atmosfere karışmaktadır. Su, kendi döngüsü içinde yağışlarla tekrar toprağa döner. Ancak yağışlar farklı coğrafyalarda farklı oranlarda gerçekleşmektedir. Bu da suyun eşit dağılmasını engeller. Toplam yağışın üçte biri Güney Amerika ve Orta Amerika'da bulunan adalara düşmekteyken, Avustralya kıtasına bunun yalnızca %0,1'i düşmektedir [3]. Hızla artan nüfus, suya erişimdeki eşitsizliği artırmakta, bireylerin temiz suya ulaşma ihtimali Afrika ve Ortadoğu gibi bazı bölgelerde günden güne azalmaktadır.

Birleşmiş Milletlerin (BM) hazırladığı Çizelge 1.1'de görüleceği üzere, nüfus yoğunluğu ve temiz su kaynakları her kıtada birbirlerine paralel bir oranda

görünmemektedir. Su bolluğu yaşayan bölgeler olduğu gibi, ilerde çok daha ciddi sıkıntılara yol açabilecek su kıtlığı çeken ülkeler de mevcuttur.

Çizelge 1.1. Su kaynaklarının BM verilerine göre kıtalara dağılımı [5]

Su Kaynaklarının Yeryüzünde Dağılımı(BM verilerine göre)		
Kıtalar	Nüfus % olarak	Su Kaynağı % olarak
KUZEY AMERİKA	8	15
GÜNEY AMERİKA	6	26
AVRUPA	13	8
AFRİKA	13	11
ASYA	60	36
AVUSTRALYA VE ADALAR	1	5

Dünya nüfusunun %30'undan fazlası yetersiz su kaynağı problemiyle mücadele etmektedir. Bu oran, hızla artan nüfus, artan kullanım gereksinimleri, doğal dengeyi bozabilen iklim değişiklikleri, küresel ısınma ve bilinçsiz kullanım gibi birçok sebepten dolayı önümüzdeki on yıl içinde %60'lara varan bir orana ulaşabilecektir. 2025'te 2 milyara yakın insanın su sıkıntısı çekeceği öngörülmüştür [6].

1.2. Su Kaynaklarının Kullanım Suyu Haline Getirilme Süreçleri

Mevcut su kaynaklarını gerek içme suyu gerekse çeşitli alanlarda kullanım suyu halinde değerlendirebilmek için belirli hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmaların yapılması gerekir. Yapılan araştırmalar sonucunda yüzey suyu olarak adlandırılan göl, nehir, akarsu, baraj ve yer altı suları olarak sınıflandırılan kuyu, kaynak, drenaj gibi çözümlerle su kaynağının nasıl kullanılacağına karar verilir.

1.2.1. Yüzey (yer üstü) sularının kullanım suyu haline getirilme süreçleri

Akarsular

Belirli bir yatakta, yağışla yeryüzüne düşen ve kaynaklardan çıkıp, eğimli arazi üzerinde sürekli ya da bazı zamanlarda farklı hızlarda akan sulara akarsu adı verilmektedir. Akarsular; gerek içme, gerek sulama, gerekse farklı amaçlarda kullanım suyu olarak çok

önemli su unsurlarıdır. Akarsuların su kaynağı olarak kullanılması için akım bilgileri, havza giriş, çıkış noktaları ve debi ölçümleri ile taşkın hesapları yapılmalı, harita verileri gözlemlenmelidir. Resim 1.1’de Gediz Nehri örneği gösterilmektedir.



Resim 1.1. Gediz Nehri [7]

Göller

Akarsudan farklı olarak belirli bir akıntısı olmayan, oluşumu tektonik ya da volkanik olaylar neticesinde gerçekleşen çukur alanda birikmiş durgun su birikintilerine denir. Göllerin su kaynağı olarak kullanılması için öncelikle sürekli veya geçici göl olması tayin edilir, daha sonra gölün oluş şekli açıklanır. Seviye gözlem istasyonları ile derinlik, minimum ve maksimum su seviyeleri ve su kalitesi ile ilgili bilgiler elde edilir. Resim 1.2’de göl örneği olarak Uzungöl görünümü verilmiştir.



Resim 1.2. Uzungöl [8]

Okyanuslar ve Denizler

Deniz, genellikle daha büyük olan okyanuslarla bağlantısı olan tuzlu su birikintisidir. Tatlı suyun temin edilemediği bazı bölgelerde tuzlu deniz suyu, içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılabilir. Deniz suyundan içme suyunun temininin zorunlu olduğu hallerde, kıyı bölgesinde deniz suyunun filtrasyon yöntemiyle alınabileceği kuyu açılacak noktalar tespit edilir. Kuyular açıldıktan sonra verimlilikleri kontrol edilir, istenilen değerin altında ise denizden direkt olarak su alınacak bölgeler belirlenir. Bu kesimlerdeki akıntı özellikleri ve insan kullanımı da dikkate alınarak su temini işlemi gerçekleştirilir [9]. Resim 1.3'te Avşa Belediyesi için yapılan deniz suyundan içme suyu arıtma ünitesi gösterilmiştir. İlbank A.Ş. bu tesisin yapılması için teknik destek ve danışmanlık hizmeti vermiştir.



Resim 1.3. Avşar Belediyesi deniz suyundan içme suyu elde eden ünite [10]

Baraj ve Göletler

Barajlar insan yapısı olup akarsuların üstüne kurulan su biriktirme ve sudan enerji üretme amaçlı tesislerdir. Sulama, içme ve kullanma suyu üretme, taşkın koruma gibi gayelere hizmet eder. Yüksekliği 15 metrenin altında olan ve su depolayan gölden küçük havuzdan büyük diğer yapılar ise gölet olarak adlandırılır. Su kaynağının etüt edileceği alanda baraj ya da gölet benzeri yapılar varsa, bu yapıların yapılış amaçları ortaya konur ve sınırları haritalara işlenir. Suyun alınması planlanan baraj veya göletlerdeki su kalitesi incelenir, suyun hangi koşullarda alınacağı belirlenerek kullanıma açılır.

Türkiye’de barajların projelendirmesi ve inşaatları Devlet Su İşleri (DSİ) kontrolünde yapılır. Barajların inşaatı ve uygulamaları yapıldıktan sonra, projeye uygun ve doğru işletilmeleri enerji verimliliği açısından esastır. Resim 1.4’te DSİ tarafından yapılan Dalaman Akköprü Barajı gösterilmektedir.



Resim 1.4. Dalaman Akköprü Barajı [11]

1.2.2. Yer altı sularının kullanım suyu haline getirilme süreçleri

Yağışlarla yeryüzüne düşen sular ve erimiş haldeki kar ve buzul sularının bir bölümü bitkiler tarafından tutulur, bir bölümü ise toprağa geçer. Bu sular yer altına sızarak geçirimsiz tabakalarda ve çeşitli boşluklarda birikir. Bu suya yer altı suyu adı verilir. İçinde su taşıyan bu tabakalara da akifer denir. Bazı coğrafyalarda yer altı suları kendiliğinden yeryüzüne çıkarak kaynakları oluşturur [9].

Kaynak suyunun kalitesi, çıktığı noktanın jeolojik, hidrojeolojik ve kimyasal özellikleri ile doğrudan ilintilidir. Kimi kaynaklar doğrudan kullanıma uygun olduğu gibi, kireçli arazilerden çıkan kaynak suları arıtılarak kullanılabilir. Kaynakların; yerleşim yerleri, tarımsal faaliyetler gibi çevresel etkenlerden etkilenip etkilenmediği ve bunlardan koruma yöntemleri de su kalitesine etki eder [9]. Yağışlı ve yağışsız mevsimlerde farklı sıklıklarda gerekli debi ölçümleri yapılarak kullanıma geçilir. Resim 1.5'te Adana'nın Pozantı ilçesinde bulunan kaynak suyu resmedilmiştir.



Resim 1.5. Pozantı (Adana) Belediyesi içme suyu kaynağı [12]

Günümüzde dünya nüfusunun büyük çoğunluğu yaşamını idame ettirebilmek adına yer altı suyuna bağlıdır. Bu bağlılığın en önemli sebebi, yer altı su kalitesinin yerüstü suyuna göre çok daha iyi olmasıdır. Yer altı suları çoğu zaman hiçbir işleme gerek kalmadan direkt olarak içme suyu temini için kullanılabilir. Arıtma işlemine ihtiyaç duyulmaması, yer altı sularını daha kolay ulaşılabilir kılmaktadır. Bunun nedeni yer üstü suları gibi belli noktada birikmemesi ve yüzeyin altında kolay bir şekilde erişilebilir halde olmasıdır.

Yer altı sularının beslediği bir alanda poroz adı verilen boşluklu ortamların bulunması gerekir. İri taneli formasyonlar, poroz ortamları için biçilmiş kaftandır. Kaya, taş gibi iri formasyonlar arasında en çok su tutma özelliğine sahip yapı kireç taşıdır. Yağmur suları kireç taşının çatlaklarından sızarak boşluklar oluşturur. Yer altı sularının büyük bir kısmını teşkil eden bu boşluk sistemine karstik sistem adı verilir.

Yer altı suları çevresel faktörler, iklim etkileri veya insan faaliyetleri neticesinde kirlenebilir. Su kalitesi; evsel, tarımsal veya endüstriyel aktivitelerle bozulabilir ve bu durumda arıtma yapılmadan kullanılamaz. Yüzey sularını temiz tutma ile ilgili toplumda oluşan bilinç, yer altı suları için henüz oluşmamıştır ve bu nedenle bilinçsiz kullanım sonucu su kalitesi bozulmaya yüz tutmuştur. Yüzey suları her ne kadar dış dünyadaki kirlenmeye daha fazla maruz kalsa da, temiz tutma çabası konusunda yer altı sularının

gerisinde kalmaktadır. Toplumda yer altı sularını temiz tutmaya ilişkin yerleşen bilinçsizliği gidermek amaçlı 07.04.2012 tarih ve 28257 sayılı Resmi Gazetede “Yer altı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik” yayımlanmış, koruma alanları oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Yönetmelikte verilen temel kirleticiler listesi EK-1’de gösterilmiştir.

Kaynakların yetersiz olması, ekonomik görülmemesi veya suyun içilebilir özellikte olmaması halinde yer altı suyu kaynaklarının değerlendirilmesi yoluna gidilir. Öncelikle bölgedeki yer altı suyu olanakları belirlenir ve gerekli jeolojik ve hidrojeolojik etütler yapılır. Akifer kalınlığı ve yoğunluğu, suyun beslendiği noktalar, geçirgenlik gibi özellikler incelenerek suyun hangi yöntemle alınacağına karar verilir. Bunun için keson kuyu, sondaj kuyusu veya drenaj metotlarına başvurulur.

Keson kuyu

Genellikle sulu veya ıslak kumlu zeminlerde tercih edilen keson kuyular, yüzeye bakan kısmı açık beton veya çelik odaların, zeminin kazılması suretiyle aşağı yönde indirilmesiyle açılır. Su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde içme ve kullanma suyu elde etmek amaçlı kullanılması da mümkündür.

Resim 1.6’da beton çelik oda ile aşağı indirilmekte olan bir keson kuyu örneği gösterilmektedir.



Resim 1.6. Keson kuyu örneği [13]

Sondaj Kuyusu

Sondaj, genel anlamıyla yüzeyde delik açmak demektir. Sondaj yöntemiyle en derinde bulunan yer altı sularına kolayca ulaşmak mümkündür.

Türkiye’de yer altı sularının yönetimi cumhuriyetin kurulmasının ardından ele alınmış, ilk sondaj kuyusu çalışmalarına DSİ tarafından kurulan Yer altı Suları Dairesi öncülüğünde başlanmıştır. Zaman içerisinde artan sondaj taleplerine yetişemeyen DSİ, sondaj açma işini Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğüne (KHGM) bırakmıştır. İlbank A.Ş. de sondaj açan devlet kurumlarından birisidir. Günümüzde ise sondajla su çıkarma çoğunlukla özel şirketlerce gerçekleştirmektedir. Ülkemizdeki yıllık sondaj kapasiteleri EK-2’deki çizelgede sayısal verileriyle gösterilmiştir.

Resim 1.7’de yer altı suyuna ulaşabilmek için, sondaj kamyonu ile yüzeyde delik açılması örneği görölmektedir.



Resim 1.7. Sondaj kuyusu açma [14]

Drenaj

Su kaynağı çalışmaları yapılırken açık alanlardaki fazla miktardaki suyun borularla alınarak kontrol altında toplanması işlemine drenaj adı verilir. Drenaj, içme suyu inşaatlarında kaynak tayin ederken, arazi sulama amaçlı veya alanda bulunan binaların etrafında biriken suyu toplama amaçlı yapılır. Yüzeyde veya yer altında biriken fazla sular havzanın durumuna göre göllenme ve taşkına sebebiyet verebilir, ıslah edilmezse arazinin yapısını tamamen bozabilir.

Tarımsal olarak fazla suyun toplanması tarım bitkilerinin köklerine ve gelişimine, toprağın doğal mineral yapısına ve oksijen geçişine zarar verdiği için oldukça gereklidir. Resim 1.8'de görülen tarım arazisi toprak emilim kapasitesinin üstünde suya sahiptir ve sağlıklı ürün yetiştirebilmek için drenaj yapılması gerekmektedir.



Resim 1.8. Drenaj yapılması gereken tarım alanı [15]

İçme suyu hatları döşenirken de kaynak suyun arazide dağılması, hattın debisinin azalmasına, cazibe ile iletilen suyun akım yatağında eğim farklılıklarına ve dolayısıyla akış düzensizliğine neden olur. Buna engel olmak için drenaj borularıyla fazla su toplanır ve toplama odalarında biriktirilerek depoya aktarılır. Resim 1.9 drenaj hattı ile suyun toplanmasının örneğidir.



Resim 1.9. Drenaj borularıyla fazla suyun toplanması [16]

Resim 1.10'da drenaj borusunun çıkışı gösterilmektedir. Arazi üzerinde biriken fazla su toplanarak bir akarsuya iletilir.



Resim 1.10. Drenaj borusunun fazla suyu akarsuya iletmesi [17]

1.2.3. İlbank A.Ş.'nin yaptığı çalışmalar

İller Bankası Anonim Şirketi yerel yönetimlerin kullanma ve içme suyu ihtiyacını sağlıklı ve yeterli miktarda temini için çeşitli etütler yapmaktadır. Öncelikle etüt yapılacak yere ait topoğrafik, jeolojik haritalar ve hidrojeoloji haritaları elde edilir. Yerleşim yerinin hâlihazırda içme ve kullanma suyu durumu ve tesislerine ait bilgiler toplanarak bölgesel, idari, coğrafi, tarihi, iklimsel, sosyo-ekonomik ve kültürel anlamda incelenir, elde edilen verilere göre raporlar tutulur. Geçmişteki nüfus gelişimi, nüfus projeksiyonu ve hedef nüfus hesapları yapılır. Evsel, tarımsal, hayvansal, ticari, turistik ve özel ihtiyaçlar belirlenerek toplam birim su tüketim gereksinimi bulunur. İçme ve kullanma suları ile atık su ile ilgili değerlendirmeler yapılarak inşaat çalışmaları yapılır. İlbank A.Ş. su kaynakları ile ilgili altyapı çalışmalarında doğrudan söz sahibi bir kurumdur [9].

1.3. Türkiye'deki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Değerlendirilmesi

Türkiye, düşünüldüğünün tersine su zengini sayılabilecek bir ülke değildir. Aksine, gereken önlemler alınmazsa, gelecek zamanlarda ciddi su sıkıntılarını yaşama potansiyeline sahip bir ülkedir. Nüfusun artan bir ivmeyle sürekli artması; gelişen teknoloji ve endüstrileşme ile bilinçsiz kullanım, su sorununu ilerde daha ciddi noktalara taşıyacaktır. Arz talep ilişkisi su sorununda da aynı matematiksel sonucu vermekte, suya yönelik talep arttıkça su kaynaklarının verimli kullanılmasına duyulan ihtiyaç da aynı şekilde artmaktadır [18].

Çeşitli iklim etkileri ve kuraklık yüzünden Türkiye’de toplam su miktarında azalmalar gözlemlenmiştir. Kontrolsüz ve korumasız kaynaklar, bilinçsiz kullanım, yağışların dengesiz dağılımı, suyun uzun vadeli ve verimli kullanım planlarının yapılamaması gibi sebepler bu azalmaya neden olmuştur. Bu nedenle su kaynaklarının iyi yönetilmesi ve geleceğe aktarımı için kullanım planlaması yapılması hayati derecede önemlidir.

Ülkemizde yüzeyle yılda ortalama olarak 643 mm’ye karşılık gelen 501 milyar m³ su düştüğü söylenebilir. Bu suların bir kısmı buharlaşır, bir kısmı yer altı sularını besler ve bir kısmı da deniz, göl, akarsu gibi yer üstü su kaynaklarını besler. Çizelge1.2’de su kaynakları potansiyelleri ayrıntılarıyla gösterilmiştir.

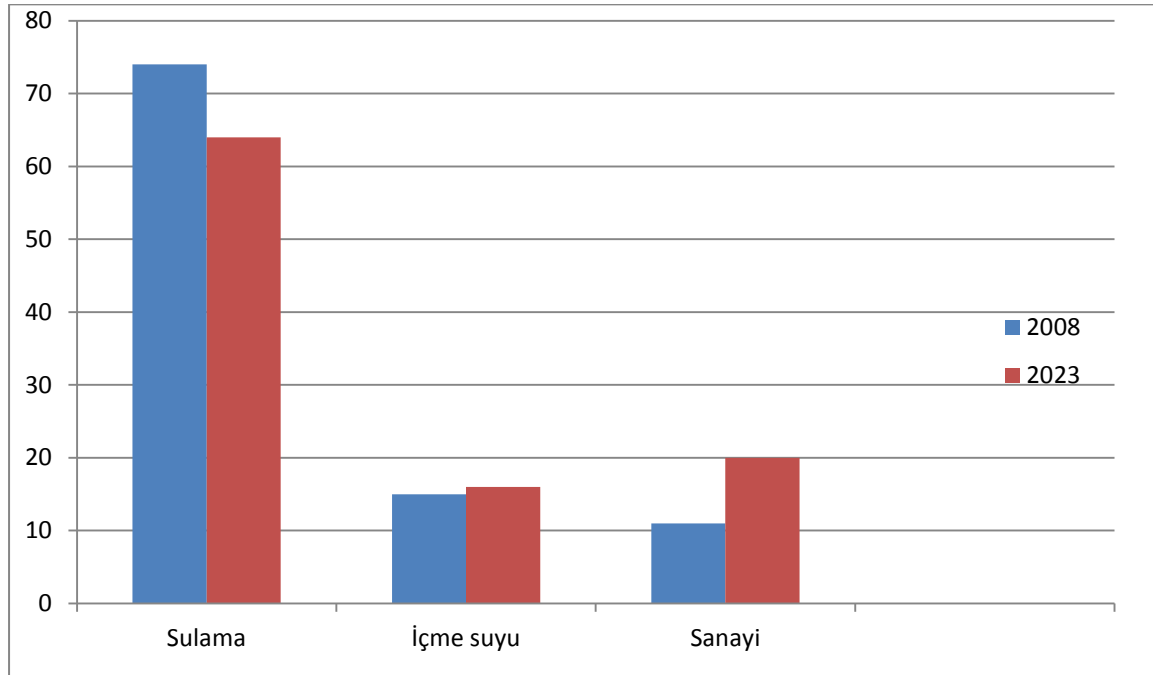
Çizelge 1.2. Su kaynakları potansiyeli [19]

SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ	
Yıllık ortalama yağış (yükseklik)	643 mm
Türkiye’nin yüzölçümü (alan)	783577 km ²
Yıllık yağış miktarı (hacim)	501 milyar m ³
Buharlaşma miktarı (hacim)	274 milyar m ³
Yer altına sızma (hacim)	41 milyar m ³
Yıllık yüzey akışı (hacim)	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu (hacim)	98 milyar m ³
Yıllık çekilebilir su miktarı (hacim)	14 milyar m ³
Toplam kullanılabilir net su miktarı (hacim)	112 milyar m ³
DSİ sulamalarına kullanılan (hacim)	32 milyar m ³
İçme suyu olarak kullanılan (hacim)	7 milyar m ³
Sanayide kullanılan (hacim)	5 milyar m ³
Toplam kullanılan su (hacim)	44 milyar m ³

Ülkemize yılda düşen 501 milyar m³ suyun 274 milyar m³ kadarı buharlaşmakta, 186 milyar m³’ü yüzey suyu olarak akmaktadır. Yurt dışından da 7 milyar m³ su gelmekte

böylece yüzey suları 193 milyar m³'e ulaşmaktadır. Sınır ötesi suların yalnızca 3 milyar m³'ü kullanılabilir. Toplam olarak verilen 193 milyar m³ de politik ve siyasi nedenlerden dolayı neredeyse yarıya kadar düşmektedir [19].

Kullanılabilir miktar olan 44 milyar m³ suyun 32 milyar m³'ü DSİ sulamalarında, 7 milyar m³'ü içme suyu amaçlı, 5 milyar m³'ü de sanayide kullanılmıştır (Bkz. Çizelge 1.2). Toplam potansiyel olan 112 milyar m³'ün üçte birinden fazlası kullanılmış olup potansiyelin hızla artırılması gerekliliği görülmüştür. Potansiyel artımı için kaynakların akılcı ve verimli kullanımının yanı sıra yeni ve modern tesislerin de yapılması gerekmektedir. Özellikle sulamada tüketilen su miktarının, çağımıza uygun gelişmiş teknikler kullanılarak azaltılması ve bu şekilde sudan tasarruf edilmesi hedeflenmektedir. 2023 yılında nüfusun 100 milyon civarında olacağı öngörülmektedir. Şekil 1.3'ten anlaşılacağı gibi hedeflenen su tasarruflarının gerçekleştirilmesiyle günde kişi başına düşen su tüketim miktarı 270 litreden 150 litreye düşecek ve su sıkıntısı ortadan kaldırılacaktır [20].



Şekil 1.3. Türkiye’de çeşitli sektörlerin su kullanım [20]

1.3.1. Türkiye’de temiz su durumu

Bütün suların dünya nüfusuna göre eşit dağılımı yapıldığında kişi başına yıllık ortalama 5000 m³ su düşmektedir. Gerçek durumda su eşit dağılmamıştır ve kimi insanlar bu ortalamanın çok üstünde su tüketimi gerçekleştirirken bazı insanlar da çok altında yaşam mücadelesi vermektedir. 1989 yılında biyolog Falkenmark su kısıtını sayısal verilerle açıklama amacıyla “Falkenmark su stres indisi” isimli göstergesini geliştirmiştir. Falkenmark tarafından geliştirilen bu gösterge basit bir şekilde doğru sonuçlar verebildiğinden pek çok bilimsel çalışmada ve istatistikte kullanılmaktadır. 2006 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı’nın yayınladığı “İnsani Kalkınma Raporu 2006: Güç, Fakirlik ve Küresel Su Krizi” adlı raporda bu basit ama çözüm odaklı bir gösterge olan Falkenmark su stres indisi kullanılmış, Çizelge 1.3’te gösterilmiştir [21].

Çizelge 1.3. Falkenmark su stres indisi [21]

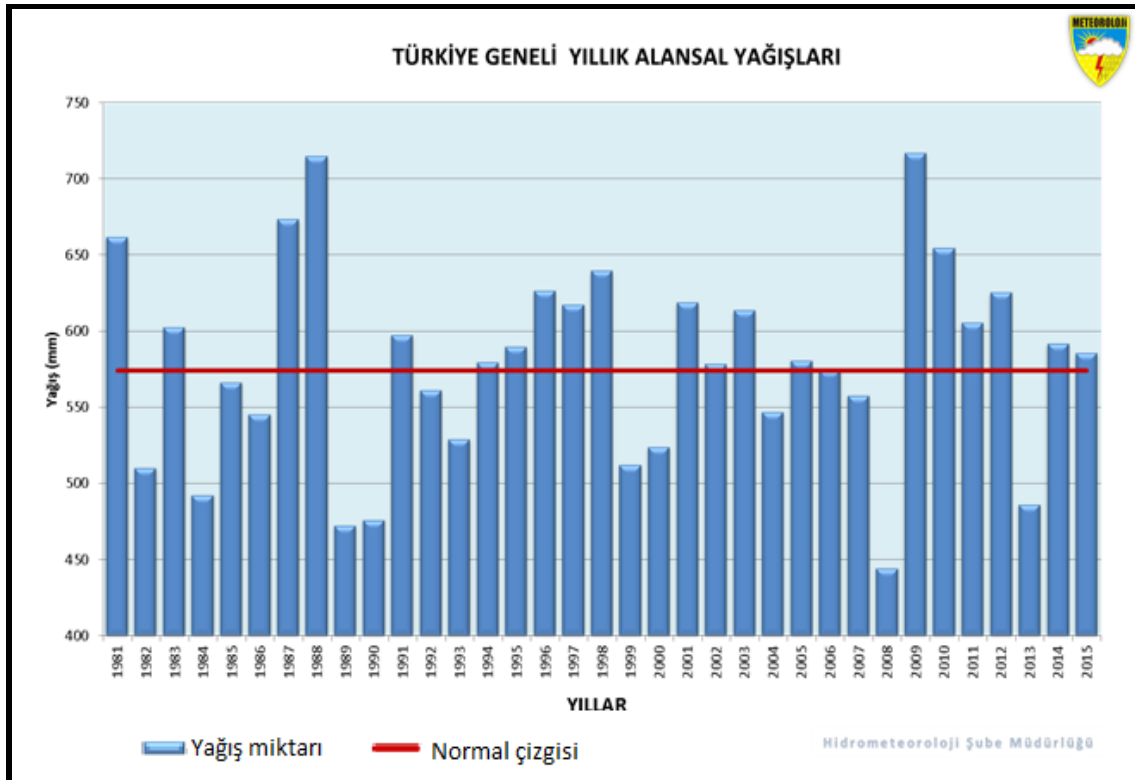
FALKENMARK SU STRES İNDİSİ	
YILDA KİŞİ BAŞINA DÜŞEN TEMİZ SU MİKTARI (m³)	SU MİKTARINA GÖRE TANIMLANAN DURUM
>2500	Sorunsuz
2500-1700	Su zafiyeti
1700-1000	Su sıkıntısı
1000-500	Su yetersizliği
<500	Mutlak su yetersizliği

Türkiye, dört yanı sularla çevrili bir ülke olduğu halde su kaynakları açısından yetersiz bir coğrafyada yer almaktadır. Bununla birlikte, Türkiye’nin su açısından problemsiz bir ülke olduğuna dair yanlış bir kanı toplumun genelinde hâkimdir. Su kaynaklarının yeterliliği ülkelerin yıllık kullanım miktarlarına göre değişkenlik gösterir. Yılda bir kişiye düşen su tüketimi bin metreküpün altında olan ülkeler “su fakiri ülke”, bin ila üç bin metreküp arası su tüketenler “su sıkıntısı içindeki ülke”, on bin metreküp üzeri su tüketen ülkeler ise “su zengini ülke” olarak değerlendirilir.

Türkiye su zengini değildir. Bunu anlamak için yıllık kişi başına düşen su kullanımına bakmamız yeterlidir. Uluslararası Su Kaynakları Ajansı’nın (IWRA)

onayladığı bir çalışma verilerine göre bir insanın yalnızca yaşamsal ihtiyaçlarını karşılamak için gereksinim duyduğu su miktarı günde 50 litre olarak öngörülmüştür. Ülkemizde 2000 yılında kişi başı 1652 m³ su kullanılmışken, 2009’da artan nüfus ile birlikte bu değer 1544 m³e düşmüştür. Güncel nüfus 75 milyon olarak hesaplandığında Türkiye, Falkenmark göstergesine göre su sıkıntısı yaşayan ülkeler arasındadır (Bkz. Çizelge 1.3). 2025 yılına kadar nüfusun en az 10 milyon daha artacağı, dolayısıyla bu yılda kişi başına düşen su miktarının azalacağı öngörülmektedir. Değişen iklim koşulları, artan nüfus ve bilinçsiz tüketim göz önünde bulundurulduğunda, önlem alınmadığı takdirde Türkiye’nin çok yakında su yetersizliği yaşama riski vardır [22].

Bir bölgeye düşen yıllık yağış miktarı su durumunu açıklamak için en belirleyici faktördür. Toplam yağış miktarını bilmek sahip olunan su potansiyelini ölçebilmek için geçerli bir veridir. Türkiye’deki yıllık yağış verilerinden bahsederken Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından hesaplanan yağış miktarları baz alınır.



Şekil 1.4. MGM yıllık yağış verileri tablosu [23]

Şekil 1.4’te görüleceği üzere ülkemiz bazı yıllarda normal yağış verisi olan 574 mm’nin hayli üzerine çıkmışken, bazı yıllarda ise oldukça su kısıtı çekmiştir. Özellikle

2008 ve 2013 yılında yağışta ciddi azalmalar görülmüş, günümüze çok yakın olan 2014 ve 2015 yıllarında ise yağış seviyesi ancak normal seviyeye yaklaşabilmiştir. Bu durum; yer üstü ve yer altı su kaynaklarının potansiyelinin azalmakta olduğunun ve buna bağlı olarak kuraklık sıkıntısının baş gösterebileceğinin habercisidir.

Ülkemizin de içinde bulunduğu temiz su kaynakları açısından sıkıntılı bir bölge olan Ortadoğu bölgesi göz önüne alındığında, tehlike çanlarının çaldığı görülmektedir. Dünyadaki toplam nüfusun %5'inin Ortadoğu coğrafyasında yaşamasına karşın, içilebilir su kaynakları dünyanın ancak %1'ini teşkil etmektedir [24]. Mevcut istatistiklere göre apaçık ortada olan su sıkıntısı, ülkeler arası anlaşmazlıklara sebep olmakta, önlem alınmazsa su savaşları çıkabileceği tahmin edilmektedir.

1.3.2. Türkiye'deki su kaynaklarının dağılımı

Yer üstü suları bulunduğu havzaya göre değerlendirilir. Akarsularla sınırları çizilmiş olan havzalar nehir havzaları; bölgede bulunan bütün suların döküldüğü yere göre adlandırılan havzalar kapalı havzalardır. Harita 1.1'de Türkiye'de bulunan topoğrafik yapıya göre ayrılmış 26 havza görülmektedir.



Harita 1.1. Türkiye'deki havzalar [25]

Harita 1.1’de gösterilen topoğrafik yapıya bağılı 26 hidrolojik su havzası farklı karakteristik özelliklere sahiptir. Bu havzalarının yüzölçümleri ve taşıdıkları su potansiyeli birbirlerinden farklıdır. Yağış miktarına göre değışen su verimliliğı, en yüksek oranda Fırat ve Dicle havzasında görölmektedir. Bu havzadaki su potansiyeli toplam suyun yaklaşık %30’unu oluşturmaktadır. En düşük potansiyele sahip olan havzalar Akarçay Havzası ve Burdur Havzasıdır. Havzaların taşıdığı su potansiyeli Çizelge 1.4’te verilmiştir [26].

Çizelge 1.4. Türkiye havzalarının taşıdığı su potansiyeli [26]

	Havza adı	Su potansiyeli (milyar m³)
1	Meriç-Ergene	1,33
2	Marmara	8,33
3	Susurluk	5,43
4	Kuzey Ege	2,09
5	Gediz	1,95
6	Küçük Menderes	1,19
7	Büyük Menderes	3,03
8	Batı Akdeniz	8,93
9	Antalya (Orta Akdeniz)	11,06
10	Burdur Gölü	0,50
11	Akarçay (Afyon)	0,49
12	Sakarya	6,40
13	Batı Karadeniz	9,93
14	Yeşilırmak	5,80
15	Kızılırmak	6,48
16	Konya (Orta Anadolu)	4,52
17	Doğı Akdeniz	11,07
18	Seyhan	8,01
19	Asi (Hatay)	1,17
20	Ceyhan	7,18
21	Fırat	31,61
22	Doğı Karadeniz	14,9
23	Çoruh	6,30
24	Aras	4,63
25	Van	2,39
26	Dicle	21,33
TOPLAM		186,05

Ülkemizde, özellikle İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi'nde yükseltelerin fazla olması, genel olarak da topoğrafyanın eğimli olması sebebiyle akarsuların akış rejimleri düzensizdir. Bu topoğrafik özelliklere sahip coğrafyalardaki akışlara vahşi dere akışı denmektedir. Su kaynaklarının verimlilik arz ederek kullanılması bu akışı düzenleyecek yapılarla ve gerekli önlemlerle mümkün olabilmektedir.

Nehir havzaları yönetimi dünyada su kaynaklarının iyileştirilmesi için geliştirilmiş ve özellikle Avrupa Birliği (AB) tarafından benimsenmiş bir yöntemdir. Bu yönetim planına göre havzalar, ülke ve bölge sınırlarından bağımsız; hidrolojik, coğrafi ve topoğrafik özelliklere göre bölünerek yönetilecektir. Nehir havzaları belirlenirken siyasi ve toplumsal konular dikkate alınmayacaktır. AB konuyla ilgili "Su Çerçeve Direktifi"ni yayınlamış, üç aşamalı bir yönetim sürecini öngörmüştür [27].

AB Su Çerçeve Direktifinin yaklaşık 9 yıllık bir zaman dilimden oluşan üç aşamasından ilkinde nehirlerin bulunduğu havzaların bütün hidrolojik, jeolojik ve coğrafi özellikleri tayin edilecektir. İkinci aşama ise, belirlenen karakteristik özelliklere göre havzalar için koruma ve tedbir programları oluşturulacaktır. Son aşama olan üçüncü aşamada ise artık havzaların yönetim planları belirlenecektir [27].

AB Su Çerçeve Direktifi, havzaların korunmasının yanı sıra, ekolojik ve tarımsal faaliyetleri de içinde barındıran bir yöntem geliştirmiştir. Türkiye, AB Su Çerçeve Direktifine, AB'ye uyum ve giriş müzakereleri sürecinde riayet etmek durumundadır. Ülkemizde bulunan 26 adet havza da bu direktife göre 6 gruba ayrılmıştır. 26 ana havza ve 6 grup için DSİ Bölge Müdürlükleri Nehir Havza Yönetim Planı (NHYP) çerçevesinde güncel verilerle uygulamalara başlamıştır. DSİ ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) gözlem istasyonları kurmuş, su kaynakları ve rezervleri üzerine çeşitli çalışmalar yapmıştır [27].

Su Çerçeve Direktifi bünyesinde oluşturulan NHYP'nin temel amacı kaynakları koruyup geliştirirken tahribatın da önüne geçmektir. Mevcut su kaynaklarının korunması ve kirliliğinin azaltılmaya çalışılması ekosistem içindeki denge açısından çok önemlidir.

NHYP, doğru uygulandığında, uzun vadede sürdürülebilir bir kaynak koruması ve etkili bir kaynak kullanımı sağlamaktadır.

1.3.3. Ankara ilindeki su kaynaklarının incelenmesi

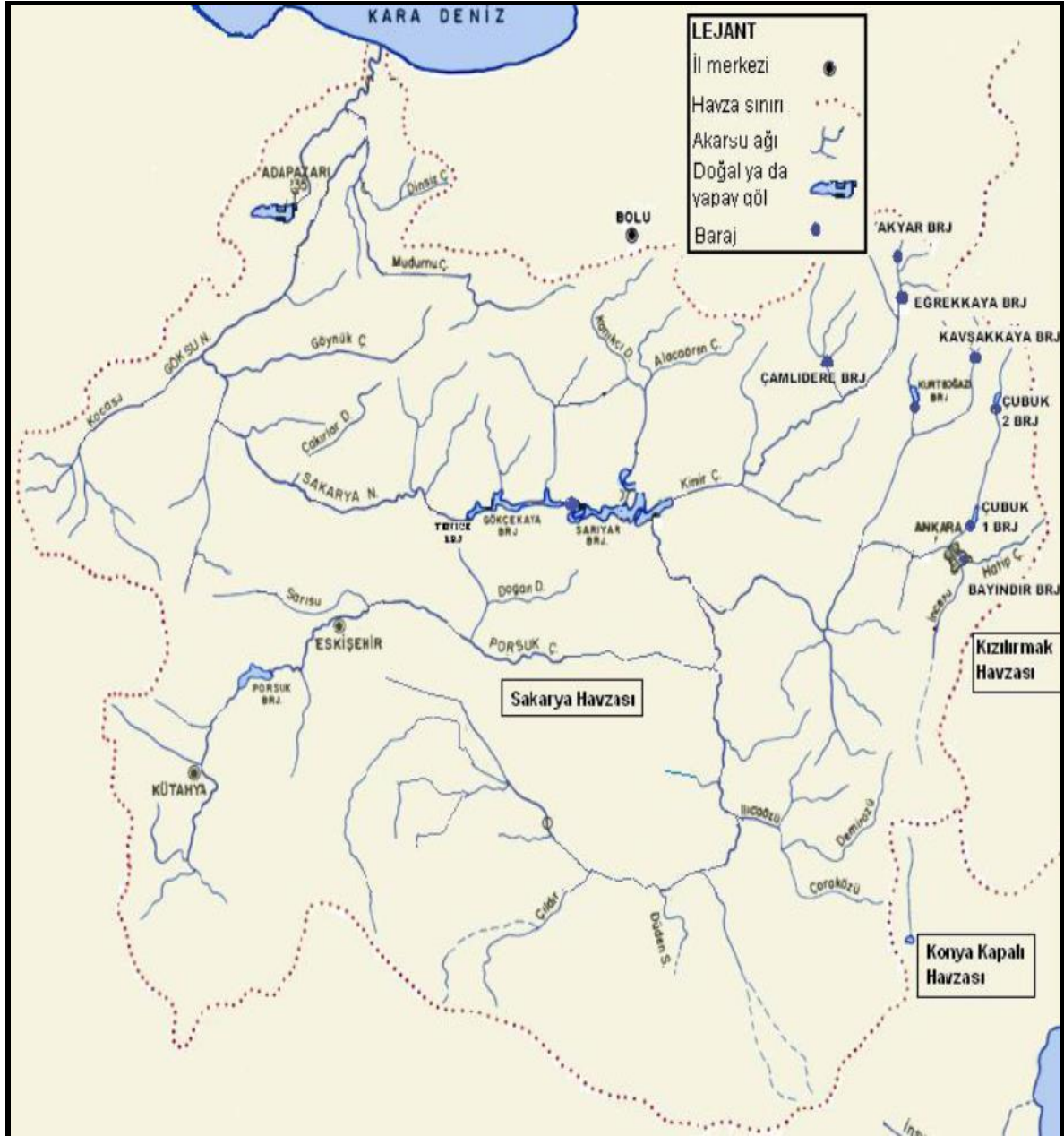
Ankara ilinin içme suyu ihtiyacının tamamına yakını yüzey sularından, çok az bir miktarı ise yer altı sularından karşılanır. Ankara’da da topografik özelliklere bağlı olarak Türkiye genelindeki gibi düzensiz akım rejimleri görülmektedir. Kızılcahamam ve Çamlıdere havzalarındaki barajlar Ankara’nın su ihtiyacını büyük ölçüde sağlamaktadır. Bu barajlar Kızılırmak-Kesikköprü Barajı, Elmadağ-Kargalı Yer altı Barajı, Kavşakkaya Barajı, Akyar Barajı, Çubuk 2 Barajı, Eğrekkaya Barajı, Kurtboğazı Barajı ve Çamlıdere Barajı olarak sıralanabilir [28].



Resim 1.11. Kesikköprü Barajı [29]

Resim 1.11’de Ankara’nın önemli barajlarından Kesikköprü Barajı’nın genel görünümü verilmiştir. Barajlardan elde edilen su İvedik Arıtma Tesisleri’nde arıtılır ve halkın kullanımına sunulur. İstenilen içme suyu parametrelerini sağlaması için alınan numunelerle düzenli olarak kontrolleri yapılmaktadır. Ankara ilinin su ihtiyacını karşılayan bu barajlar büyük oranda Sakarya Havzası sınırları içinde yer alır.

Sakarya Havzası, temel olarak, Fırat ve Dicle nehirlerinden sonra Türkiye'nin üçüncü büyük nehri olan Sakarya Nehri'nin beslediği havzadır. Ankara ilinin kullandığı su kaynaklarının büyük bölümü bu havzada bulunur. Kızılırmak ve Konya kapalı Havzası'na komşudur. Harita 1.2'de Sakarya Havzası'nın genel görünümü, sınırları, üzerinde bulunan barajlar ve doğal ya da yapay göller gösterilmektedir.



Harita 1.2. Ankara ilini besleyen barajların bulunduğu Sakarya Havzası [30]

Ankara ili yer altı suyu rezervleri yaklaşık olarak 90 milyon m³'tür. Potansiyel su rezervlerinin büyük bir bölümü Hatip ve Mürted Ovaları'nda yer almaktadır. Bala, Kazan,

Polatlı, Temelli ve Kızılcahamam gibi çevre ilçeler de az miktarda işletme rezervine sahip olup kendi su ihtiyaçlarını ancak karşılayabilecek potansiyelindedir.

Çizelge 1.5'te Ankara sınırları içinde yer alan su rezervi bölgelerinin işletme rezervi değerleri verilmiştir.

Çizelge 1.5. Ankara su rezervleri hacimleri [31]

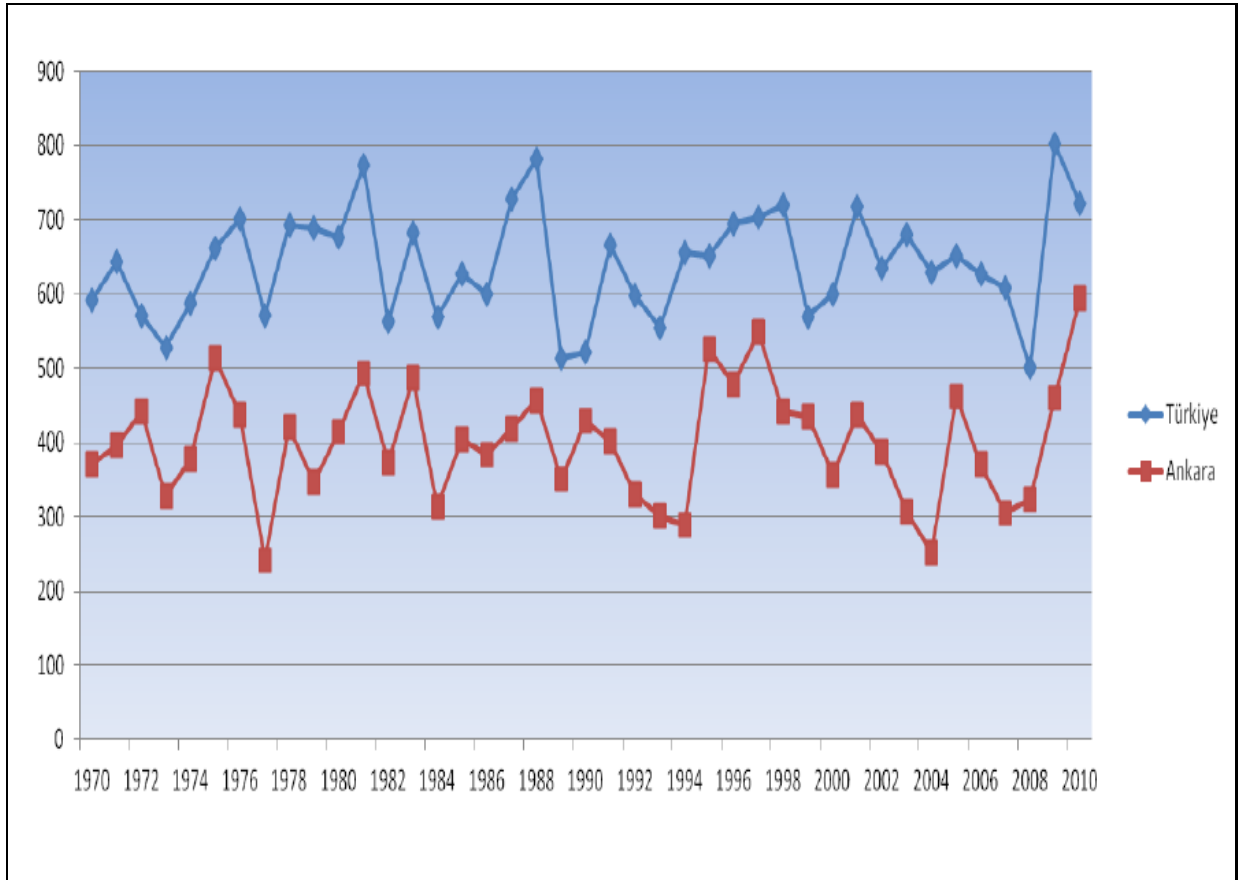
Su Rezervi Bölgesi	İşletme rezervi (milyon m³)
Hatip Ovası	33
Mürted Ovası	15,5
Çubuk Ovası	9
Elmadağ	8,2
Ayaş-Beypazarı-Güdül	5,5
Güney Ankara	4,5
Doğu Tuz Gölü	3
Gölbaşı	2,23
Kurakgöl	2
Yenimahalle	1,85
Kalecik	1,6
Bursal Vadisi	1,5
Bala	1,5
Kazan	0,54
Temelli	0,5
Kızılcahamam	0,4
Polatlı	0,1

İstatistiki verilere göre Ankara ilinde kişi başına düşen su tüketimi son yıllarda hatırı sayılır biçimde artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye'de ortalama yıllık su kullanım miktarı 203 litre iken Ankara'da bu sayı 211 litre ile ortalamanın üstüne çıkmaktadır [32].

Ankara'da kullanılabilir ve faydalanılan su kaynakları kısa vadede yeterli görünmesine rağmen, bilinçsiz kullanım ve değişen iklim koşullarının etkisiyle yetersiz kalma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Kaynak zenginliği açısından bakıldığında nispeten kurak bir bölgede yer alan ve özellikle yer altı suyu bakımından fakir olan Ankara ili sığ

dolaşımly yer altı suyu karakteristiğini göstermekte ve düşen yağışlar yüzeysel akış olarak uzaklaşmakta, yer altına süzülmemektedir [33].

Şekil 1.5'te gösterildiği gibi Ankara ilinin yıllık yağış ortalaması da yaklaşık 400 mm ile Türkiye verilerinin oldukça aşağısında olduğu görülmektedir [30]. Ankara ilinin neredeyse Türkiye ortalamasının yarısı kadar yağış aldığı düşünülürse su kaynaklarının verimli kullanılması ve tasarruf için çalışmalar yapılması gerekliliği görülmektedir.



Şekil 1.5. Ankara ve Türkiye 1970'ten 2010'a yıllık ortalama yağış verileri [30]

2. SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ VE PLANLAMA

Yaşadığımız dönemde su, insan yaşamı ve sağlığı ile ekoloji için hayati derecede önemlidir. Biyolojik çeşitliliği korumanın olmazsa olmazı, kalkınmanın temel anahtarıdır. Su miktarındaki azalma, yetersizliğe doğru ilerlemekte, kalitesi bozulan su dünya çapında bir problem haline gelmektedir. Bu sorun, ekonomik sıkıntıların yanı sıra, sosyal sorunlar da doğurmaktadır. Mevcut kaynakların korunması ve sürdürülebilir hale getirilmesi için kaynak yönetimi ve birey arasında doğrudan ilişki sağlanmalı ve tüketim dengesi kurulmalıdır. Sürdürülebilir su yönetimi zor olduğu kadar yaşamsal öneme sahip bir olgudur ve hak ettiği değeri görmelidir.

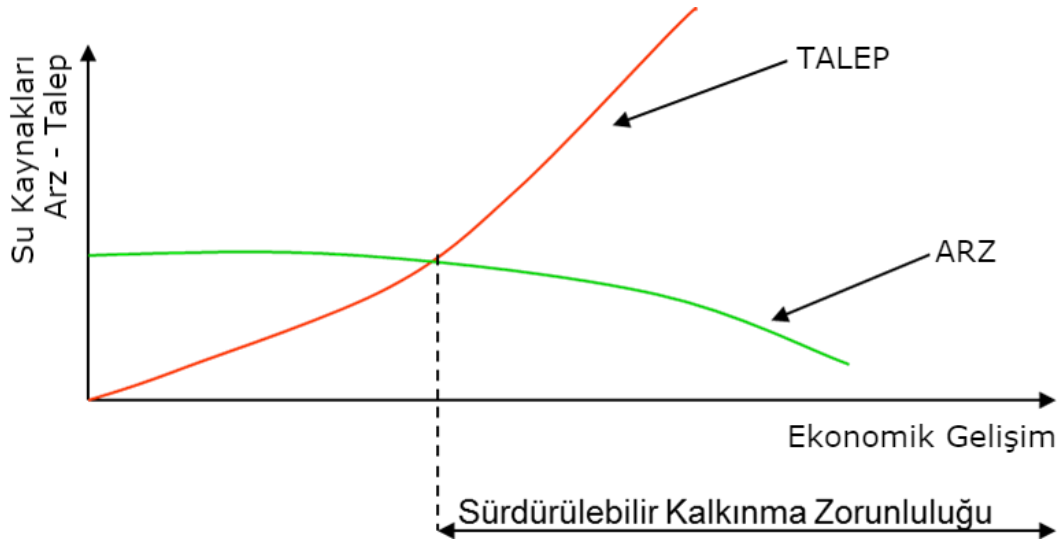
Su kaynakları yönetimi, doğal yaşam döngüsü içinde; insanlara ekonomik, sosyal ve ekolojik olarak azami fayda sağlayacak biçimde sistemli bir şekilde planlanması ve buna uygun şekilde kullanılması olarak tanımlanır.. İyi bir kaynak yönetimi yalnızca çok amaçlı kullanıma hizmet etmemeli, verimli ve sürekli olmasını da sağlayabilmelidir [34].

Çağımızın en göze çarpan problemi temiz suya erişimin giderek zorlaşması ve kullanma suyunun kalitesinin giderek azalmasıdır. Kontrolsüz nüfus artışı ve beraberinde gelen plansız ve çarpık şehirleşme tarım arazilerinin ve yaşam alanlarının yanlış kullanılmasına, dolayısıyla doğal kaynakların bozulmasına yol açmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği de su kaynaklarının azalmasında doğrudan rol oynar. Su, alternatifsiz bir yaşam kaynağıdır. Suyun bulunduğu yeri tehdit eden her sorun ciddiye alınmalı, doğru su kaynakları yönetimiyle bertaraf edilebilmelidir. Sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın da temeli burada yatar. Doğru hedeflerle planlanan kaynak yönetimi, insan hatalarını azaltmayı hedeflemesi sebebiyle, gelecek nesiller için risk altında olan kaynakları koruyup geliştirmenin yegâne yoludur. Hiçbir madde ile ikame edilemeyen su, politik güçleri ve dünyadaki dengeleri de etkilemekte, su kaynakları yönetimini verimli bir şekilde planlayan devleti güçlü kılmaktadır [34].

2.1. Su Kaynakları Yönetiminin Sürdürülebilirliği

Dünyada su kullanımı konusunda endişe duyan bütün ülkeler öncelikli olarak, yaşamsal olarak ihtiyaç duyulan su miktarının sağlanması ilkesini benimsemiştir. Temel gereksinim olan su miktarı karşılandıktan sonra, farklı amaçlar için kaynak arayışına

gidilmelidir. Su kaynakları kullanımı, hayati önem taşıyan miktar belirlendikten sonra, diğer gereksinimler için pay edilir. Doğru şekilde yönetilen su kaynakları, toplumsal ve çevresel faktörler çerçevesinde planlanmalı, azami tasarruf sağlanarak sürdürülebilir olmasına dikkat edilmelidir. Nüfus parametresi de önemli bir parametre olup, kaynaklar din, dil, ırk veya sosyal statü gözetmeksizin eşit bir biçimde dağıtılmalıdır. Bu hakça paylaşım ve sürdürülebilir dağılımı sağlayabilmek için etkin bir planlama yaklaşımı geliştirmek ve tüm etmenleri entegre¹ olarak yönetmek gerekmektedir [35]. Bu planlamaya başlamadan önce de Şekil 2.1’de görülen, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerden etkilenen arz ve talep miktarlarına hâkim olma zorunluluğu doğmaktadır.

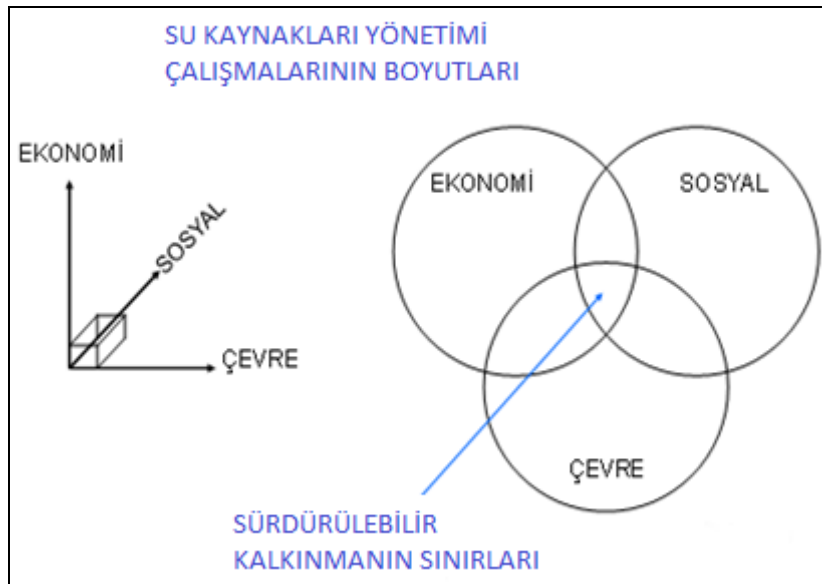


Şekil 2.1. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi gerekliliği [36]

Su kaynaklarının arz talep eğrisi, ekonomik gelişme ile ilişkilendirmiş; bu bakış açısıyla Türkiye’de Devlet Planlama Teşkilatının (DPT) girişimleriyle Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde "Su Havzaları Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu" hazırlanmış, su kaynaklarının varlığının dağıtım önceliği belirlenmiştir. Buna göre ilk sırada içme suyu yer alır. Kullanma suyu da içme suyu temini ile aynı düşünülmektedir. İkinci sırada hayvanlar için gerekli olan su ihtiyacı gelir. Üçüncü sıra tarımsal sulamaya aittir. Dördüncü sırada endüstriyel kullanım suyu bulunur. Beşinci ve son sırada ise ticaret ve turizm için gereken su bulunur. Bu sıralama hayati öncelikler düşünülerek yapılmış ve su dağıtım sürecinde bu sıralamanın önemsenmesi gerekliliğine vurgu yapılmıştır [34].

¹ Entegre: Birbiriyle bağlanma yoluyla tüm durumuna gelme, bütünleşik.

Su kaynakları yönetimi, gelişen toplum ile değişen çağa ayak uydurmalı, sürekli verimlilik felsefesiyle planlanmalıdır. Çevre ve toplum düşünülmeden geliştirilmiş siyasi politikalar, kaynakların korunması kapsamında olumsuz etkiler yapmaktadır. Kaynaklar, herhangi bir siyasi çıkar gözetmeksizin, suyun hayati önem taşıma özelliğini unutmadan; ekonomik boyuttan ziyade toplumsal bir yapı taşı olduğu düşünülerek yönetilmelidir. Sürdürülebilir yönetim, genel idare yerine yerel politikalarla daha verimli ve kolay hale gelecektir [35]. Şekil 2.2’de su kaynakları yönetiminin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları düşünülerek hazırlanan sınırları ve kesişim noktaları verilmiştir. Buna göre üç olgunun bütünleşik değerlendirilmesi sürdürülebilir kalkınma açısından fayda sağlayacaktır.



Şekil 2.2. Sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin kalkınma sınırları [36]

2.2. Su Kaynakları Yönetiminin Entegre Planlanması

Su kaynakları yönetimi artan nüfus ve gelişen teknoloji ile çağımızda daha da karmaşıklaşmıştır. Doğası gereği diğer tüm kaynaklar ve çevre ile ilintili olması, yönetim sorununun kapsam ve boyutunu genişletmektedir. Eskiden suyu bulmak temel sorun iken, şimdi bulunan ve kullanılan suyu kaliteli bir şekilde korumak; aynı zamanda çevre hassasiyeti açısından sürdürülebilir olarak tüketme zorunluluğu doğmuştur. Tüm bunları aynı anda değerlendirebilmek için, etki eden tüm parametrelerin bilimsel verilerle dikkate alınması ve hepsini ortak bir çevre olgusu içinde düşünmek gerekmektedir. Su

kaynaklarına etki edecek diğerk kaynaklarla ve çevre ile ilgili bütün olumlu ve olumsuz faktörlerin birlikte çalışıldığı yönetim biçimine entegre yönetim denmektedir.

Su kaynakları yönetiminin entegre planlanması havza bazında ele alınan bir yönetim biçimidir. Su kısıtı çekecek ülkeler arasına gireceğimiz düşünüldüğünde, kaynakların kısa vadede tüketilmemesi açısından entegre yönetimin en doğru yönetim biçimi olduğu görülmektedir. Entegre planlama dünyada da benimsenen yeni bir planlama yöntemi olup havzada karşılaşılabilecek sorunlarla ilgilenir. Su temininden ziyade suyun kalitesine ve kullanılabilme alanına önem verir. Entegre kelimesinden de anlaşılacağı gibi çevreye uyumlu ve ekolojik sistemlere değer verecek şekilde işler. Havza yönetiminin kullanılması, su kaynaklarının farklı boyutlarıyla ele alınması ve yönetim biçiminin çelişki barındırmayan kararlar içermesini amaçlar. Su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için bölgesel anlamda elde edilen parametrelerin yetersizliği anlaşmış, havza bazında farklılıkların gözlenmesi ihtiyacı doğmuştur.

1970’li yılların ortalarına kadar su kaynaklarının yönetimi ve planlanması, ağırlıklı olarak suyun temini ve plansız kullanılan suyun verdiği zararı önlemeye yönelik çalışmalardan oluşuyordu. Su rezervlerinin sayısal değerleri istatistiksel olarak tutulur, rezerv miktarının korunmasına yönelik planlamalar yapılırdı. Suya olan ihtiyaç arttıkça, su kaynaklarının yönetim hedefleri çerçevesi de genişlemiş, farklı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Su kaynaklarının giderek kısıtlı hale gelmesi sonucunda mevcut miktarı korumaktan ziyade, yeni kaynakların rezervlere katılarak potansiyelin artırılması için çözüm yolları geliştirme gerekliliği doğmuştur [37].

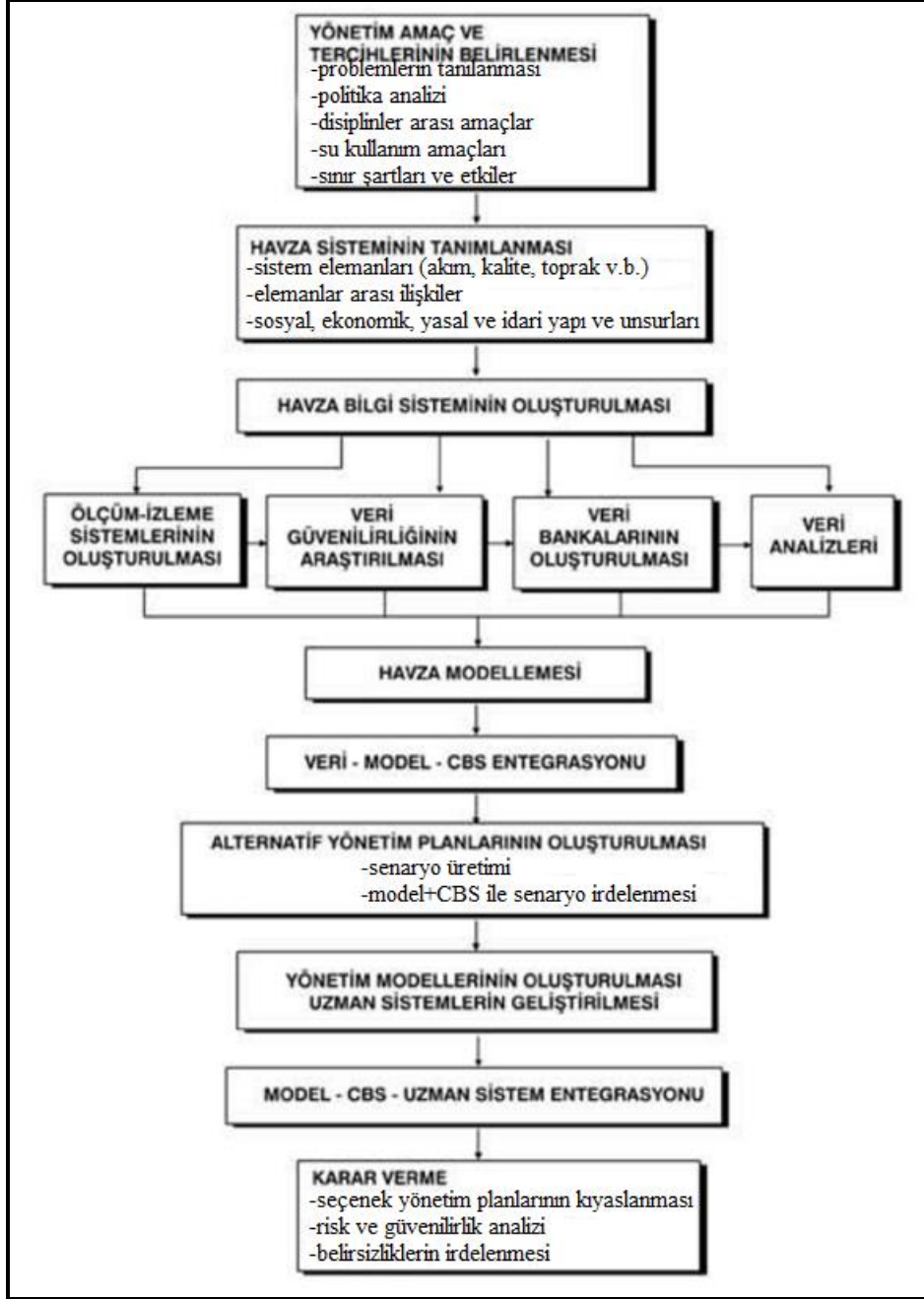
20. yüzyılın sonlarına doğru doğal kaynakların azalması ve kirliliğin gözle görülür hale gelmesi çevre konusundaki endişeleri artırmış; bilhassa su kaynaklarının bazı bölgelerde yok olma seviyesine gelmesi tehlike çanlarının çaldığını göstermiştir. Kaynakların sınırlı olduğu yerlerde de içilebilir su oranı azalmış, suyun kimyasal ve fiziksel kalitesi de düşmüştür. Suyun kirliliğini tayin etmek yalnızca kaynağa bağlı olmadığı için doğru kaynak yönetimi anlayışının gelişmeye başladığı 1970’li yılların bitiminden itibaren 1980’li yılların başında çevre bilinci iyiden iyiye oluşmaya başlamış, önlem alma zorunluluğu baş göstermiştir [37].

Su kaynaklarının azalmasının yanı sıra var olan kaynakların da kalitesinde görülen düşüklük su kısıtını artıracak düzeydedir. Suyun kalitesinin bozulması ve su kirliliğinin artması temiz suya erişimi zorlaştırmış, su temini güçleşmiştir. Akarsulara ve su kaynaklarına belirli noktalardan gelen kirlilik oluşumlarını çözümlenmek ve buna göre önlem almak mümkünken, yayılı olarak artan kirliliğin tespiti ve önlenmesi günümüzde neredeyse imkânsızdır. Yayılı kirlenmeyi açıklayabilmek için yalnızca su kaynağına değil, kaynakla ilintili bütün çevresel etmenlere de bakmak gerekmektedir.

Su kaynakları doğadaki tüm kaynaklarla ilgili olduğundan; hava olayları, arazi hareketleri ve insan kullanımına bağlı birçok durumla birlikte kalitesi ve miktarında değişiklikler gösterebilir. Akarsu kirliliğinin belirlenebilmesi için, toprak yapısı, sediment taşınımı, iklim değişiklikleri ve insan aktiviteleri göz önünde bulundurulmalı ve veriler birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru kaynaklar çevre ile bir bütün olarak ele alınmış, yönetim modellerinde de bu entegre anlayış benimsenmeye çalışılmıştır [37].

Su kaynaklarının entegre biçimde yönetilmesi genel hatlarıyla, kaynak kullanımının sürdürülebilir olması ve tüm kaynaklar arasındaki dengenin sağlanmasıdır. Bu dengeyi korumak; tasarruf etme ve geliştirme çabalarıyla birlikte diğer sistemlerle olan etkileşimlerin iyi belirlenmesiyle sağlanabilir. Doğadaki bütün sistemler çevresel olarak birbirleriyle sürekli etkileşim halinde olduğu için, sistemlerin tam olarak çözülmesi karmaşık bir hâl alabilmektedir. Bu nedenle çeşitli modellemeler oluşturulmaya ihtiyaç duyulmuş ve bu modellerle tüm sistemlerin alt analizleri yapılabilmektedir. Su kaynaklarının yönetimi ile ilgili uygulamalar, tüm çevresel sistemlerin bir arada alt analizlerinin yapıldığı “Çok Kriterli (Entegre) Mekânsal Su Yönetimi Dinamik Modellemesi” ile bütünleşmiş bir hâl almış ve iyi bir yönetim için en önemli faktör olan karar verme sistemini de kolaylaştırarak Karar Destek Sistemi (KDS)’nin temelini oluşturmuştur [38].

KDS, entegre su kaynakları yönetimi çerçevesinde çevre ile ilgili tüm faktörler ile sosyal olaylar arasındaki ilişkiyi belirler ve denge kurar. Farklı çevresel ve toplumsal etkenlere dair mekânsal ve zamansal modelleri, su kaynaklarının sürdürülebilir ve entegre yönetimi doğrultusunda bir üst sistemde birleştirir. Bu şekilde farklı politikaların ve uygulamaların su kaynakları üzerinde yaratabileceği kesin etkilerinin tahmin



Şekil 2.4. Entegre havza yönetimi aşamaları [37]

Su kaynaklarının yönetiminde dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, bağlayıcı kararları alırken ve kamuoyuna sunarken farklı görüşlere eşit derecede önem verilmesidir. Farklı kesimlerin görüşlerini entegre yönetime dâhil etmek, su sistemleri için ortak beklentilerin ve hedeflerin dengeli ve kontrollü bir biçimde oluşturulması için gereklidir. Bu şekilde uygulanan entegre yönetim, tüm çevresel ve sosyal olguları kapsadığı için bütünlük ekseninde ilerler ve yönetim sorumluluğunu eşit bir biçimde dağıtır.

Entegre su kaynakları yönetiminde sorumluluk üstlenen bütün organizasyonlar ve kurumlar arasındaki koordinasyon hayati öneme sahiptir. Uluslararası standartlarda modeller ve senaryolar üretilse de her ülkenin politik ve idari yapısına göre bu modellemeler ve yapılan çalışma biçimleri değişkenlik göstermektedir. Bölgeden bölgeye farklılıklar olsa dâhi, mühim olan nokta tamamlayıcı nitelikte sistem anlayışı geliştirmektir. Bu sistem, tüm ekosisteme hitap ederken, suyun miktarıyla beraber kalitesini ve hakça paylaşılmasını da dert edinmelidir. Sürdürülebilirlik hedefleri anlık ve günü kurtaran planlar halinde değil, uzun vadeli çözümler şeklinde ilerlemelidir. Koordineli ilerleyen yönetim planları kalkınma ve gelişmeye de hizmet etmeli, sosyal boyutta kaynakların kullanıcısı olan toplumu da bilinçlendirmelidir [37].

Su ile ilgili ihtiyaçlara yönelik koruma veya kalkınma planları programlanırken havza düzeyinde çalışıldığında, ekosistem ile sürekli bir etkileşim durumunda olduğu görülecektir. Farklı gereksinimlere göre hazırlanan modeller, havza bazında diğer modellerden ayrı tutulmamalıdır. Taşkın ve sel önleme modeli ile temiz içme suyuna erişim amaçlı yapılan ya da arazi sulama amaçlı yapılan modellemeler birbirleriyle ilintili olduğundan, değerlendirmelerinin beraber yapılması verimlilik ve ekosistem açısından çok daha faydalı olacaktır.

2.3. Su Kaynakları Yönetim Modelleri

Hayatın temel ihtiyacı olan suya ihtiyacın giderek artması, insanoğlunu, kaynakları verimli kullanabilme gerekliliğine itmiştir. Su, günümüzde yalnızca hayati varlık sürdürmek için değil, endüstriyel kullanımda da önemli rol oynamaktadır. Su kaynaklarının coğrafya, yağış, iklim özellikleri, nüfus gibi çeşitli nedenlere bağlı olarak düzensiz dağılmış olması ve kullanılabilir kaynakların gün geçtikçe azalması, sürdürülebilir yönetim modellerinin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Su kaynakları yönetiminin belirlenebilmesi için çeşitli simülasyonlar uygulanır. Gerçekçi yaklaşımlarla oluşturulan benzetim modelleri, var olan kaynakların miktarlarını, etkileşim içinde olduğu insan veya çevre kaynaklı olayları ve geçirdiği doğal süreçleri analiz eder.

Mevcut modeller, yağış, yüzey formasyonları ve kaynakların beslendiği alanları kullanarak havza akışlarını tahmin eder. Ayrıca, yüzeysel ve yer altı sularının etkileşimlerini ve bu etkileşimler sonucu ortaya çıkan kalıntıların basit kütle denge ilişkilerine göre tespit eder. Su kaynakları yönetim sistemleri ekolojik bileşenleri de içerir. Rezervuar çalışmalarını incelemenin yanı sıra, fırtına, dolgu, erozyon ve baraj sonu dalgalanmaları ile ilgili öngörülerde bulunur ve ekosistem restorasyonu için planlar yapar [39].

Su kaynakları yönetim modelleri çağa uygun verilerin yanı sıra, toplumsal gelişmeleri ve içinde bulunulan siyasi ve ekonomik koşulları da göz ardı etmemelidir. Birebir gerçeğine uygun yapılan ve optimize edilerek en uygun koşullarda güncellenen modeller sayesinde çevresel sistemler ile daha bütünleşik hale gelen kaynak yönetimi; hidrolojik ve ekolojik açıdan da daha gerçekçi ve işe yarar sonuçlar verebilmektedir.

İçilebilir su kaynakları, sürekli artan nüfus karşısında yetersizdir. Dünya üzerinde farklı coğrafyalara eşit şekilde dağılmayan su, kimi bölgelerde fazla miktarda bulunabilirken kimi bölgelerde ise yaşamı tehdit edecek seviyelere düşebilmektedir. Temiz su kıtalara eşit şekilde dağılmamıştır. Su varlığı, dünyada sürekli bir ivmeyle artan nüfusu karşılamakta zorlanmaktadır.

Dünyada farklı ülkelerde uygulanan su kaynakları yönetim biçimlerinde bir takım ortak noktalar belirlenmiştir. Ortak hedef, kaynakların verimli ve sürdürülebilir olmasıdır. Bunun içinde en uygun yönetim olarak havza yönetim planları önerilmektedir. Kabul edilen ortak yargı, su kaynakları yönetiminin devletin yönetiminde ve hükmü altında olması; ancak vatandaşların da bu konuda bilinçlendirilmesi için çalışmalar yapılması gerekliliğidir.

Devletler uzun vadeli su politikaları uygulamalı ve ülkeler kendi konumlarına ve idari yapılarına uygun su politikaları geliştirmelidir. Yerel düzeyde ise havza politikaları oluşturulmalı, su ile ilişkili kurum ve kuruluşlar ve yerel yönetimler ile işbirliği içinde çalışılmalıdır. Siyasi erkten bağımsız olarak havza veri tabanları, yönetim için esas alınmalı, yürürlüğe konulan çeşitli kanun, tebliğ ve yönetmeliklerle entegre yönetim biçimi desteklenmelidir [39].

2.3.1. Türkiye’de su kaynakları yönetimi

Türkiye, su stresi yaşamakta ve su kısıtı yaşayabilecek bir ülke olduğunun farkına varmış ve su kaynakları yönetimini entegre bir biçimde planlanması gerekliliği öngörmüş bir ülkedir. Kaynakların muhafazası üzerinde devlet kuruluşları ve yerel yönetimler koordineli şekilde çalışmaktadır.

Şüphesiz ki su kaynakları yönetimi, devletin çeşitli kurum ve kuruluşları tarafından planlanıp vatandaşların her türlü kullanımına sunulduğu için kamu hizmeti olarak adlandırılır. Kamu hizmetleri, devletin bireylerinin ihtiyaçlarının teminine yönelik gerçekleştirdiği ve süreklilik arz eden hizmetler ve faaliyetler olarak tanımlanır. Bu tanıma göre su kaynaklarının halka ulaştırılması, korunması ve geliştirilmesi kamu kuruluşlarını ilgilendiren en önemli hizmetlerden biridir.

Devlet mekanizmasında su kaynakları yönetiminde birçok kurum ve kuruluş doğrudan veya dolaylı bir biçimde yönetime katkı sunmaktadır. Başbakanlığa bağlı olan kurumlar başkanlık ve müdürlükleriyle farklı konularda kaynak yönetimine katkı sağlamaktadırlar. Yönetim şemasında su kaynakları yönetimi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı öncül kurumlardır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili kuruluşu olan İlbank A.Ş. de kurulduğu günden bu yana verdiği altyapı hizmetleriyle su kaynakları yönetiminde etkin söz sahibidir [37].

Su kaynaklarının doğru yönetimi ve hukuksal olarak korunabilmesi için birtakım kanun ve tebliğler çıkarılmıştır. Yürürlükte olan başlıca kanunlar, amaçları ve açıklamalarıyla aşağıda maddelenmiştir [40]:

“• 2872 sayılı Çevre Kanunu: Bütün vatandaşların ortak varlığı olan çevrenin korunması, iyileştirilmesi; su, toprak ve hava kirlenmesinin önlenmesi, ülkenin bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginliklerin korunarak, bugünkü ve gelecek kuşakların sağlık, uygarlık ve yaşam düzeyinin geliştirilmesi ve güvence altına alınması için yapılacak düzenlemeleri ve alınacak önlemleri, ekonomik ve sosyal kalkınma hedefleri ile uyumlu olarak belirli hukuki ve teknik esaslara göre düzenlemektir.

• 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu: Denizlerde ve iç sularda bulunan bitkiler ile hayvanlar ve bunların korunması, istihali ve kontrolüne dair hususları ihtiva eder.

• 3621 sayılı Kıyı Kanunu: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsu kıyıları ile bu yerlerin etkisinde olan ve devamı niteliğinde bulunan sahil şeritlerinin doğal ve kültürel özelliklerini gözeterek koruma ve toplum yararlanmasına açık, kamu yararına kullanma esaslarını tespit etmek amacıyla hazırlanmıştır.

• 167 sayılı Yer altı Suları Hakkında Kanun: Yer altı sularının her türlü araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili bu kanun hükümlerine tabidir.

- 618 sayılı Limanlar Kanunu: Komutanlık, deniz ve hava araçları ile denizlerdeki tesislerden yapılacak her türlü kirletmelere ilişkin hukuki düzenlemeler ve bu konulardaki uluslararası sözleşmeler aykırı fiilleri önlemek, izlemek, suçları yakalamak ve gerekli işlemleri yapmakla yükümlüdür.
- 2612 sayılı Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu: Bütün sahillerimiz, karasularımız ile iç sularımız olan Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazları, Liman ve körfezlerin korunması Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu ile sağlanmaktadır.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği: Ülkenin yer altı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunmasını, en iyi biçimde kullanımının sağlanmasını ve su kirlenmesinin önlenmesini ekonomik ve sosyal kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere, su kirliliğinin kontrolü esaslarının belirlenmesi için gerekli olan hukuki ve teknik esasları ortaya koymaktadır.
- Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik: Deniz, göl ve akarsularda kıyı kenar çizgisinin tespiti kıyıların kullanımı, korunması, planlama ve uygulanması esasları belirlenmiştir.
- Gemi ve Deniz araçlarına verilecek cezalarda suçun tespiti ve cezanın kesilmesi usulleri ile kullanılacak makbuzlara dair yönetmelik: Türkiye’de Su Kaynakları ve Su Politikası Gemi ve deniz vasıtalarına verilecek cezalarda suçun tespiti ve cezanın kesilmesi usulleri ile ceza uygulamasında kullanılacak makbuzların şekli, dağıtımı ve kontrolü hususundaki esasları belirlemektir.”

Bu konudaki tebliğler ise; “Suda Zararlı ve Tehlikeli Maddeler Tebliği, İdari Usuller Tebliği, Numune Alma ve Analiz Alma Metotları Tebliği, Teknik Usuller Tebliği” şeklinde sıralanabilir [40].

Su kaynakları yönetimi, su kaynaklarının sistemli olarak geliştirilmesi ve temin edilmesi olarak tanımlanır. Bu yönetim, ihtiyaca göre farklı alanlarda kullanılan suyun kalitesinin ve miktarının korunması amaçlı oluşturulan hukuksal yaptırımları da içerir. Bu yaptırımlar ulusal düzeyde olabildiği gibi uluslararası hukuki süreçleri de içine alır. Potansiyel kaynakların yalnızca fiziksel olarak değil, sosyal ve ekonomik olarak da korunmasını sağlayacak bütünlük bir yönetim anlayışı benimsenmelidir. Son yıllarda bu entegre anlayış öne çıkmış, su kayıplarının önlenmesi için kurtarıcı bir planlama olarak kabul görmüştür. Çevre ile uyumlu planlanan entegre yönetim de suyun etkin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

2.3.2. Türkiye’de su kaynakları yönetimine dair sorunlar ve çözüm önerileri

Türkiye’de su kaynakları yönetiminin başlıca problemleri, aşırı su tüketimi, kaynakların ihtiyaçtan fazla kullanımı ve yanlış fiyat uygulamasıdır. Kaynakların verimli kullanılabilmesi ve kaçakların en aza indirilmesi için stratejik su kaynakları yönetim planlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yönetimde yer alan tüm devlet birimleri, özel kuruluşlar ve enstitüler suyun her bir damlasının çok değerli olduğunun farkına varmalı, en düşük düzeyde kayıpla sürdürülebilir yönetimi sağlamalıdır.

Türkiye 26 havzaya ayrılmaktadır (Bkz. Harita 1.1). Havzaların beslediği 342 ovanın hidrolojik etütleri yapılmakta ve kaynak bakımından olumlu görülen 198 ovanın tümünde hidrojeolojik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Ancak hidrolojik çalışmalar yetersiz kalmakta, detaylı yönetim planları yapılamamakta, genel veriler ile çalışmalara devam edilmektedir. Bu durum su kaynakları kullanımı ve planlamasında belirsizliklere sebep olmaktadır [34].

Detaylı çalışmanın yapılabilmesi sistemin zamansal ve mekânsal işleyişinin birlikte değerlendirilmesi, havza bazındaki diğer kaynaklarla olan ilişkisinin de bütünlük olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bütünlük çalışma eksik olan verileri tamamlamalı ve hidrolojik sistemin dinamik yapısına uyum sağlamalıdır. Su kaynaklarını entegre yönetim modeli, idari veya politik yapı tarafından desteklenmiyorsa, problemlere uzun vadeli bir çözüm bulmak giderek zorlaşır.

Türkiye'deki su kaynakları yönetimine dair mevcut problemler, sınırların havza bazında değil idari sınırlar ile belirlenmesi ile başlar. Hidrolojik sistemler ülke veya şehir sınırlarıyla kısıtlandırıldığı zaman kaynakların bütüncül anlayışla verimli bir şekilde yönetilmesi zorlaşır. Su kaynakları yönetiminde söz sahibi olan kurum ve kuruluşların görevleri bazı durumlarda net belirlenemediği için sorumluluk paylaşımında da problemler yaşanabilmektedir. Su kaynakları ve havza tabanlarına ait verilerin de eksik olması, sürdürülebilir yönetim planlarının gerçekleştirilmesine ket vurmakta, yerel düzeyde yeterli verim alınamamaktadır. Havza bazında yönetim anlayışının tüm yerel yönetimlerde yerleştirilmesi, sorunları ortadan kaldırılacaktır [35].

Veri eksikliği, denetleme ve izlemeyi de eksik kılmaktadır. Su miktarının yanı sıra kalitesinin de noktasal verilerle izlenmesinde sıkıntılar yaşanmaktadır. Yer üstü sularında denetim, yer altı sularına nispeten daha iyi düzeydedir. Havza bazında denetleme etkinlikleri yönetmelik, kanun ve tebliğlerle belirlenmiştir. Bu hukuki metinlerde birbiriyle uyumlu olmayan noktalar vardır; bu da karmaşayı artırmaktadır. Yayınlanmış tüm yönetmeliklerin tekrar gözden geçirilmesi, güncellenmesi ve çelişkilerin ortadan kaldırılması gereklidir.

Türkiye'de havza bazında su kaynakları yönetimine dair "Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi" adında otuz maddeden oluşan bir eylem planı

hazırlanmıştır [37]. Su kaynakları yönetiminin, entegre anlayışla, çevre ve diğer kaynaklarla bir bütün olarak ele alınması esasına dayanarak hazırlanan bu çalışmada, ekolojik dengeye önem verilirken, su ihtiyacını karşılamada verimli çözümler sunan "Entegre Su Kaynakları Yönetimi" önerilmiştir. Sürdürülebilir bir geliştirmeyi hedefleyen entegre yönetim, su yönetimiyle ilgili mevcut tüm kurumların benimsemesi gereken bir yönetim biçimidir. Genel hatları ile entegre yönetim planının getirdiği öneriler aşağıdaki aşamaları içermektedir [34]:

“- Öncelikle, su yönetimi için ülkemiz mevcut idari yapısının, sürdürülebilir bir kalkınma modelinin uygulanması için tam anlamıyla uygun olmadığına kanaat getirilmiş ve bu yapının yeniden şekillendirilmesi amacıyla birikimi değerlendiren mevcut kurum ve kuruluşlar (DSİ, İller Bankası, Köy Hizmetleri, EİEİ, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) yeniden organize edilmelidir.

- Mevcut hidrolojik havzalar için belirlenen temel görevler ile ilgili kuruluşların uygulamaları arasında koordinasyon sağlanarak havza bazında mevcut veri tabanını kullanarak suyun rasyonel dağıtımını yapmak için bir havza yönetim biriminin oluşturulması gerekmektedir.

- Havza yönetim birimlerinde, halen su kaynakları yönetiminde fonksiyonu olan ve doğal kaynakların yönetimini üstlenen kurum ve kuruluş temsilcilerinin görev yapması ve havzalar bazında merkeze bağlı teşkilatlar ile örgütlenmeleri sağlanmalıdır.

- Oluşturulan havza yönetim birimleri, havzadaki su kullanıcıları ile birlikte su kaynaklarının planlanmasına yönelik çalışmalar yaparak taslak havza yönetim planları hazırlamalıdır.

- Taslak planları takiben havza yönetim birimleri planlama ve işletme modelleri geliştirmelidir.

- Havza yönetiminde ulusal su planları hazırlanmalı ve bu planların kalkınma planları ile uyumu gözetilmeli ve planlama sürecinde havza yönetim birimleri ile DPT arasındaki koordinasyon için ilgili kuruluşların merkez teşkilatının temsilcileri ile birlikte Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve DPT temsilcilerinin görev yapacağı "Ulusal Koordinasyon Birimi"nin kurulması gerekmektedir.

- Projelerin, görevli kamu kuruluşlarının merkez ve taşra teşkilatı tarafından uygulanması uygun bulunmuştur.

- Havza yönetimi kapsamında mevcut devam eden yatırımların, onaylanan yeni projelerin havza yönetim birimleri tarafından denetlenmesi sağlanmalıdır.”

Entegre yönetimde tüm hidrolojik sisteme ait verilerin, zaman ve mekâna göre detaylı belirlenmesi ve havzadaki bütün doğal kaynaklar ile ilişkilerinin irdeleneceği çalışma yöntemleri uygulanmalıdır. Buna göre kullanılan sistemde yer alan veri tabanı, su kaynakları yönetimine dair tüm sürecin analiz edilmesini sağlar; bu da başarılı bir yönetim için elzemdir. Entegre yönetimin idari ve yasal yapılanma ile de desteklenmesi, doğru planlama için gereklidir.

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Hava olayları, insanlığın hatırladığı ilk yıllardan beri hayatın merkezinde olmuş, yaşamın ve gelişmenin temelinde yer almıştır. İklim değişikliği olgusu da, adı son yıllarda sıkça duyulan bir kavram olup; genellikle küresel ısınma ile birlikte anılmakta ve atmosferde var olan dengenin bozulması tehdidiyle ortaya çıkmaktadır.

3.1. İklim Değişikliğinin Tanımlanması

İklim değişikliği, belirli bir zaman aralığında, doğal sürece ilave olarak insan faaliyetleri sonucu hissedilebilir olarak havada, geniş anlamıyla küresel atmosferde oluşan denge kayıpları ve bozulmalar neticesinde iklimde gözlemlenen değişiklikler şeklinde tanımlanmaktadır.

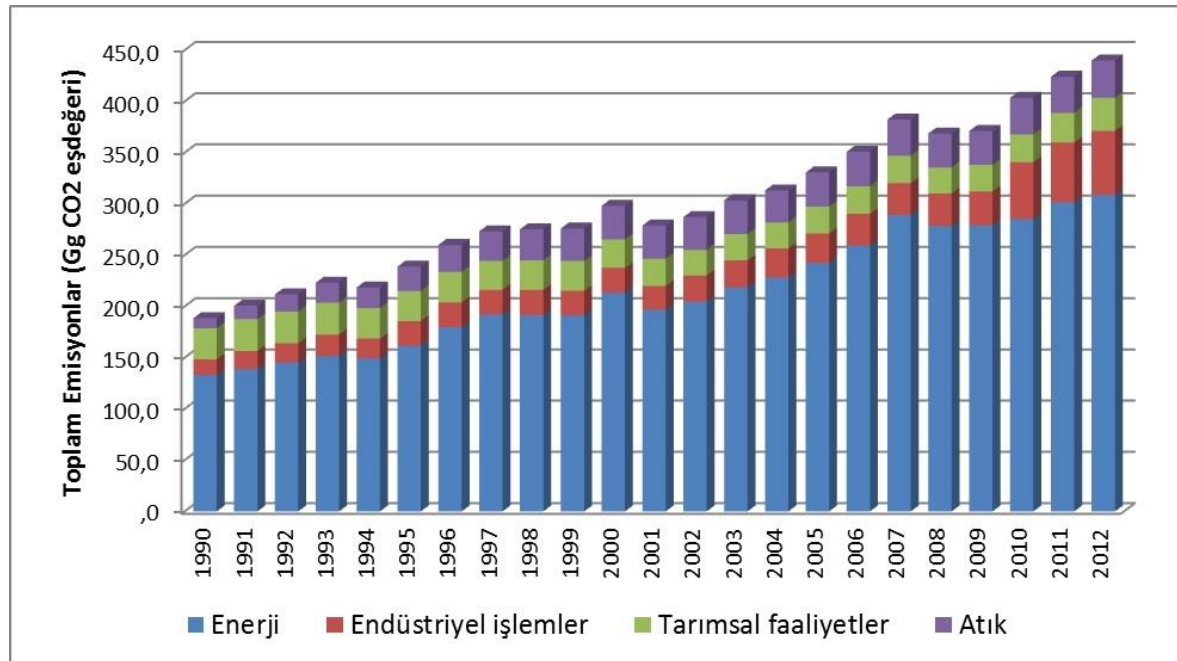
İklim sistemi dünyadaki tüm su kaynakları ve atmosferi kapsayan, farklı dinamiklerden oluşan karmaşık bir sistemdir. İç ve dış etkenler sonucu sistem zamanla değişir. Sebebi ne olursa olsun, belirli periyotlarda ortalama iklim durumlarında gözlemlenen değişiklikler iklim değişikliğini ifade eder. Jeolojik ve ekolojik sistemlere geri dönüşü olmayan etkiler bırakabilen iklim değişikliğinin bilinen birçok sebebi vardır.

Su kütlelerinin değişen miktarları, farklı hava akımları ile okyanus ve deniz akıntıları, sıcaklık dağılımını etkilediği için iklim değişikliklerine sebep olur. Güneşten çevreye taşınan enerji olarak tanımlanan güneş radyasyonu, iklim sistemi üzerinde önemli rol oynar. Bu enerji taşınımını dünyaya gelen güneş radyasyonu miktarındaki değişiklikler olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Güneş radyasyonunun yerden yansımalarının ölçüsü olan albedo değişiklikleri ve sera gazlarına bağlı olan uzun dalgalı radyasyonlar da iklim değişikliklerinde rol oynayan önemli faktörlerdir.

Geçtiğimiz yüzyılda iklim değişikliğine neden olan en önemli unsur, sürdürülebilirlik ilkesini benimsemeyen ve doğal kaynakların irrasyonel kullanımı ile sonuçlanan insan faaliyetleridir. Şüphesiz ki çağımızda iklim değişikliğine en büyük katkı sağlayan faktör insandır. İnsanların bilinçsiz ve aşırı enerji tüketimleri, kaynakların sınırsız sanılarak hızla yok edilmesi, tarım ve endüstrideki aşırı kullanım, ormanların yok edilerek doğal hava sirkülasyonunun bozulması sera gazı salımını artırmış ve yeryüzünü kontrolsüz

bir şekilde ısıtmıştır. 18. yüzyılın sonlarından itibaren bu ısı artışı ivme kazanarak devam etmiş, günümüzde doğal dengeyi tehdit eder seviyeye gelmiştir. Sera gazlarının en etkili olan CO₂ gazı endüstrileşmenin artması öncesinde 280 ppm (milyonda bir parçacık) iken, 21. yüzyılın başlarında bu oran 379 ppm seviyesine gelmiştir. Bir başka sera gazı olan CH₄ seviyesi ise 715 ppb (milyarda bir parçacık) iken yaklaşık üç katına çıkmıştır. N₂O birikimi de yaklaşık iki katına çıkararak sera etkisini artırmaktadır [41].

Şekil 3.1.'de farklı faaliyetlerden doğan emisyon gazlarının 1990 yılından 2012 yılına kadar değişimi ve genellikle artış eğiliminde olduğu net bir biçimde görülmektedir.



Şekil 3.1. 1990'dan günümüze CO₂ emisyon değerleri [42]

Muhtelif insani faaliyetlere hizmet amacıyla üretilen plastik ürünler, sanayi atıkları ile endüstriyel yapıların kendileri sera gazı emisyonunu artırmaktadır. Evlerde kullanılan elektronik eşyalar bile küresel ısınmada önemli rol oynamaktadır. Tarım veya başka amaçlarla sera gazları tutucu özelliği olan ağaçların yok edilerek arazi elde edilmesi de küresel ısınmanın nedenleri arasında gösterilmektedir. Günümüzde kırsaldan şehir hayatına geçişin artması, normalin üzerinde mevsim sıcaklıklarının oluşmasına ve doğal dengenin giderek bozulmasına yol açmaktadır.

3.1.1. İklim değişikliğinin bilimsel nedenleri

Var olduğu ilk tarihlerden beri insanlık, doğayı olabildiğince verimli kullanmaya çalışmış; çevre ile etkileşim halinde olmuştur. Bunu yaparken de bazı zamanlar doğal kaynakları gereksinimlerinden fazla kullanmış ve bilinçsiz tüketim sonucu ekolojik sorunlara yol açmıştır. Bu sorunlar giderilebilir sorunlar olabileceği gibi, doğada geri dönüşümü olmayan tahribatlara da yol açmaktadır. Küresel ısınma, bu tahribatların başında yer alır. Dünyadaki sıcaklığın istenmeyen şekilde giderek artması anlamına gelen küresel ısınma, doğal dengeyi olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Artan sıcaklıkla birlikte atmosferdeki gaz konsantrasyonunun dengeleri değişir. Bu değişen oranlar yerküreyi aşırı ısıtarak küresel ısınmaya ve ekolojik bozulmalara yol açar.

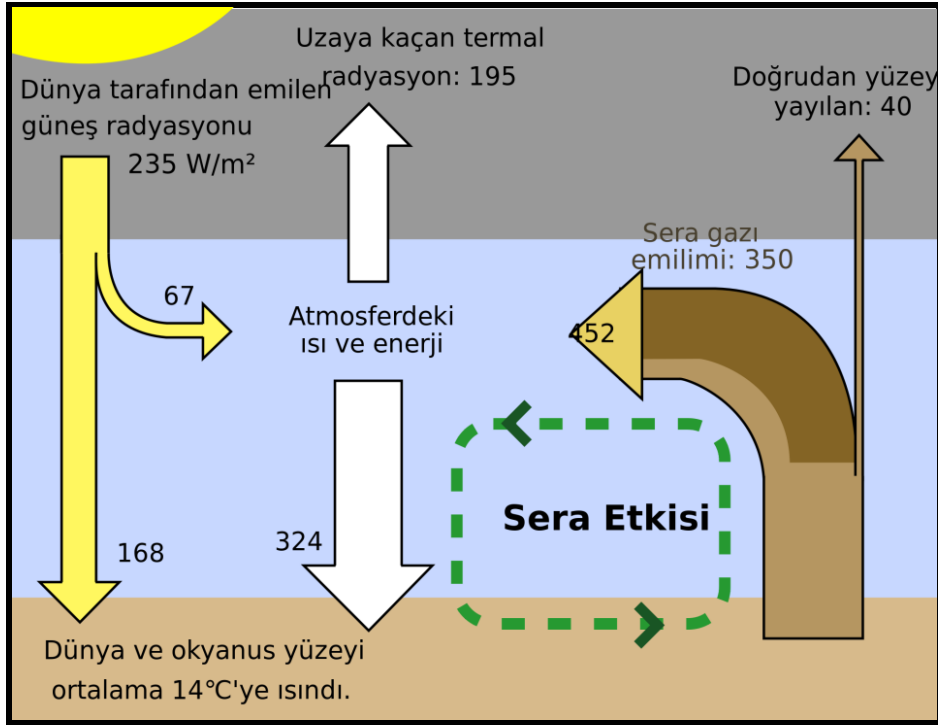
Küresel atmosfer çok çeşitli gazlardan oluşur. Bu gazlar, filtreleme, yansıtma ve koruma gibi işlevleriyle önemli bir denge sağlamaktadır. Atmosferdeki gazlar güneşten direkt olarak kısa dalgalı ışınları tutarak dünyadaki ısı kaybını önler. Isıyı en çok hapsedme özelliğine sahip olan gaz ise CO₂'dir. Atmosferdeki CO₂ gibi sera gazlarının artış sebeplerinden biri de sanayileşmenin getirdiği fosil yakıt kullanımınıdır. Bu durum, güneş radyasyonunu olumsuz etkilemekte, uzaya yansımaya gereken ışınlar yeryüzünde tutulmaktadır. Sonuç olarak hassas denge bozulmakta ve küresel iklim değişikliği meydana gelmektedir.

Çizelge 3.1. Sera gazları [43]

SERA GAZLARI	
1	Karbondiyoksit (CO ₂)
2	Metan (CH ₄)
3	Diazotmonoksit (N ₂ O)
4	Hidrofloro-karbonlar (HFC _s)
5	Perfloro-karbonlar (PFC _s)
6	Sülfür hekzaflorür (SF ₆)

Çizelge 3.1'de gösterildiği gibi atmosferde yer alan ve doğal sera etkisi yaratan gazların başlıcaları; karbondiyoksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazotmonoksit (N₂O) olarak sıralanabilir. Bu gazlar güneşe karşı geçirgendir ancak yerden geri salınan ışınlar karşı az

geçirgendir. Bu nedenle yeryüzü olması gerekenden daha fazla ısınır, bu aşırı ısınma da sera etkisi olarak adlandırılır [43]. Şekil 3.2, dünya tarafından emilen radyasyon ile sera gazlarının yer yüzünü nasıl ısıttığının şeklidir.



Şekil 3.2. Sera etkisi [44]

3.1.2. İklim değişikliğinin doğada yaratabileceği etkiler

İklim değişikliğinin doğada olumsuz etkiler yaratabileceği bilinmekte ve dünya çapında bunu önleyici çalışmalar yapılmaktadır. Olası durumların tahmini, çevreye ve insani sistemlere yaratacağı sonuçlara hazırlıklı olmak ve negatif etkilerin olabildiğince azaltılması hayati önem taşımaktadır. Bir doğa olayında geleceğe dair tahmin yapabilmek için elde olan geçmiş verilerini çok iyi analiz etmek ve geleceğe aktarılan etkileşimlerini çeşitli formüllerle açıklamak gerekir. İklim değişikliğinin öngörülen etkilerini hesaplayabilmek için de bu yönteme başvurulmuş, matematiksel modeller oluşturulmuş ve gelecek senaryoları belirlenmiştir. Bahse konu olan senaryoları Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) hazırlamış, Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES) şeklinde yayımlanmıştır. A1, A2, B1 ve B2 olmak üzere dört ana senaryo, kendi içlerinde farklı parametreleri (sera gazları, nüfus değişimi, enerji, ekonomi, tarım arazileri kullanımı vb) değiştirerek kırk kadar senaryo oluşturulmuştur [45].

Birinci ana senaryo A1 senaryosudur. Bu senaryoya göre dünya üzerinde var olan farklı kültürler birbiriyle daha çok etkileşime girmekte ve ülkeler arası ortaklıklar artmaktadır. Ekonomik ve sosyal açıdan hızla kalkınan ülkeler, aralarındaki farklılıkları azaltmaktadır. A1F1, A1T ve A1B isimli üç ana alt başlıkta incelenebilen A1 senaryosu gayri safi milli hasıla eşitsizliğini de ortadan kaldırmaktadır. A1F1 senaryosunda yakıt tüketimi olarak büyük oranda fosiller kullanılırken A1T senaryosu güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklara ağırlık vermektedir. A1B senaryosu hem fosil hem yenilenebilir kaynakların birbiriyle uyum içinde dengeli kullanımını tahmin etmektedir [45].

İkinci ana senaryo A2 senaryosudur. A1 senaryosunun aksine A2 senaryosu, şu anki dünyaya benzer olarak, farklılıkların çok olduğu, kaynakların homojen dağılmadığı bir dünya tablosu çizer. Toplumların tıpkı şimdi olduğu gibi sürekli artan bir ivmeyle çoğalacağını ve bunun doğal sonucu olarak nüfusun durmaksızın artacağını öngörür. Oldukça gerçekçi olan A2 senaryosuna göre ülkelerin ekonomik ve teknolojik kalkınmaları arasındaki süregelen fark devam etmektedir [45].

Üçüncü ana senaryo B1 senaryosudur. Nüfusun yaklaşık 50 yıl daha artacağını daha sonra ise düşüş eğilimine gireceğini söyler. B1, en iyimser yaklaşıma sahip senaryodur. Nüfusa dair yaptığı tahmin, A1 senaryosu ile hemen hemen aynıdır. 21. yüzyılın başından itibaren hızlı bir artış görülecek, daha sonra nüfus azalacaktır. Doğal kaynakların verimli kullanıldığı ve temiz enerji üretilen bir dünya senaryosudur [45].

Son ana senaryo B2 senaryosun da nüfus normal düzeyde artış gösterir. Küresel bakış açısından ziyade yerel öngörüler içeren bir senaryodur. Ekonomik kalkınma orta düzeyde, teknolojik gelişmeler ise yavaş bir hızla ilerlemektedir [45].

Bahsedilen senaryo modellerinin tutarlılığı, geçmiş ve gözlenmekte olan iklim verilerinin doğruluğuna ve tarafsızlığına bağlıdır. İklim konusunda kontrollü deney yapılamayacağı için her zaman belirsizliklere açıktır. Ancak model sonuçlarının kesin olarak ortaya koyduğu gerçek, küresel ısınmanın özellikle 1900'lü yılların sonlarından itibaren riskli bir hâl aldığı ve iklimin tehlike yaratacak ölçüde değiştiğidir. En son teknolojik verilerle hazırlanan iklim senaryoları olan IPCC SRES senaryolarına göre önümüzdeki yirmi yıl en az 0,2°C artış beklenmektedir. Gerekli önlemler alınıp sera

gazlarının etkisi azaltıldığında bir sıcaklık artışı devam edecek ancak 0,1 °C'ye kadar gerileyebilecektir [45].

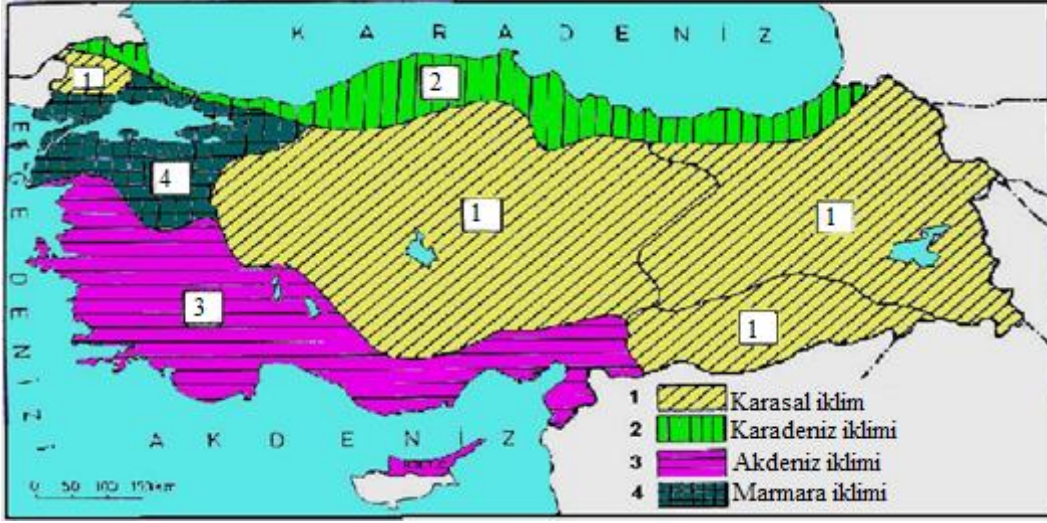
Farklı senaryolar 21. yüzyılın son on yılında farklı artışlar öngörür. En iyimser senaryo olan B1 artışın 1,8°C olacağını söylerken, en kötümser senaryo olan A1F1 senaryosunda bu artış 4,0 °C'ye kadar çıkmaktadır. 2090-2099 yılları arasında tekabül eden bu sonuçlar, önümüzdeki yirmi yıl içinde beklenen 0,2°C sıcaklık artışının oldukça üstündedir [45].

3.2. Türkiye'de Gözlemlenen İklim Değişiklikleri

Dünyadaki birçok yerleşim yeri, iklim değişikliklerinden farklı ölçülerde etkilenir. Coğrafyalara göre oluşan hava akımları, yağışlar, fırtına ve kasırgalar iklim değişikliklerine etki eder. Türkiye de konum itibarıyla birçok parametreden etkilenmekte ve istatistiksel olarak çarpıcı iklim değişikliği özellikleri göstermektedir.

Türkiye bulunduğu coğrafya, etrafının denizlerle çevrili olması ve yükselti farklılıkları açısından birçok iklim tipini bünyesinde barındırmaktadır. Çoğunlukla Akdeniz iklimi etkisi altında kalan Türkiye, tropik ve polar iklim kuşakları arasında geçiş ülkesi olmasından dolayı farklı basınçlı hava sistemlerinden etkilenmektedir. Topoğrafik ve jeolojik formasyonların çok çeşitli olması da farklı iklimlerin ülkemizde aynı anda görülebilmesine katkı sağlamakta ve kısa zamanda yaşanan ani iklim değişikliklerini beraberinde getirmektedir.

Türkiye farklı iklim sistemlerine sahip bir ülke konumundadır. Güney ve batı sahilleri Akdeniz iklimi etkisi altındayken, kuzeyde Karadeniz ikliminin yoğun etkileri görülür. Marmara Bölgesi'nin büyük kısmında görülen geçiş iklimi ise birçok yönden Akdeniz iklimi özelliklerini gösterir. Dünyadaki diğer ülkeler gibi Türkiye de küresel ısınma sonucu baş gösteren iklim değişiklikleri, küresel ısınma kaynaklı kuraklık ve giderek çölleşme tehlikesi altındadır. Türkiye, gelecek yıllarda ekolojik ve hidrolojik dengenin bozulma riski altında olan ülkeler arasındadır.



Harita 3.1. Bölgelere göre iklim tipleri [46]

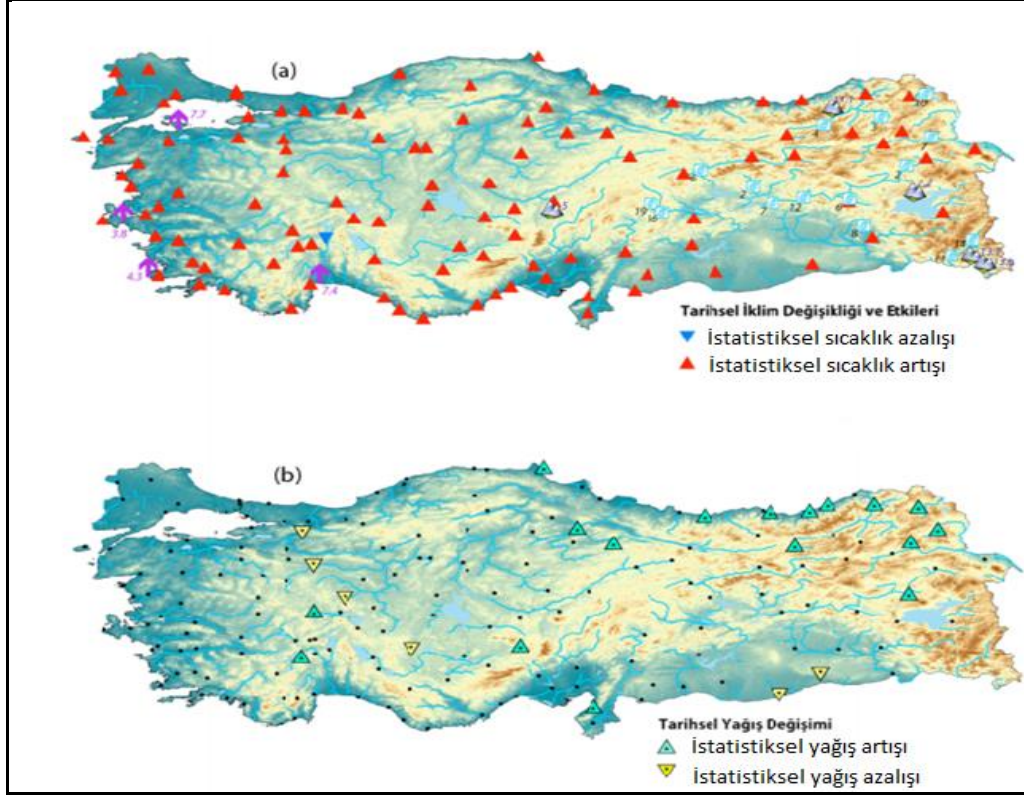
Harita 3.1'de görüleceği üzere Türkiye'de hâkim olan iklim tipi karasal iklimdir. Karasal iklim, bölgeden bölgeye farklılık gösterse de geneli itibarıyla az yağış alan bir iklim tipi olduğundan su sıkıntısına sebebiyet vermektedir.

Geçmişten günümüze Türkiye'de sıcaklık ve yağış rejimleri önemli değişiklikler göstermiştir. Küresel ısınma neticesinde Türkiye'de hemen hemen tüm bölgelerde anlamlı sıcaklık artışları görülmüş, buna bağlı olarak da zaten kurak iklime sahip olan iç kesimlerde yağış azalışları görülmüştür.

Türkiye'nin iklimini belirleyen birçok farklı etmen vardır. Özellikle enlemsel konumu ve deniz ve okyanuslara uzaklığı iklimin temel belirleyici faktörleridir. Bölgeden bölgeye fazlaca değişkenlik gösteren topoğrafya özellikleri de iklim olaylarında önemli rol oynar. Genel olarak Türkiye'deki iklim değişiklikleri atmosferin serbest dolaşımı ile alakalıdır. Atmosfer dolaşımı koriolis kuvvet sayesinde gerçekleşir. Koriolis kuvvet sapıtıcı kuvvet olarak da adlandırılabilir. Güneş enerjisinin dağılımı, artan ve azalan sıcaklık ve dünyanın sürekli olarak kendi etrafında ve güneş etrafında dönmesi bahsedilen sapıtıcı kuvveti oluşturmaktadır [47].

Sıcaklık artışları ile paralel olarak tarihsel yağış değişimlerinde Doğu Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda istatistiksel olarak anlamlı artışlar görünürken, İç Anadolu Bölgesi'nin batısı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde azalışlar görülmektedir.

Harita 3.2’de tarihsel iklim değişikliklerinin Türkiye’de yarattığı etkiler görülmekte, neredeyse ülkenin her bölgesinde istatistiksel açıdan anlamlı sıcaklık artışları ve buna paralel olarak anlamlı yağış azalışları görülmektedir.

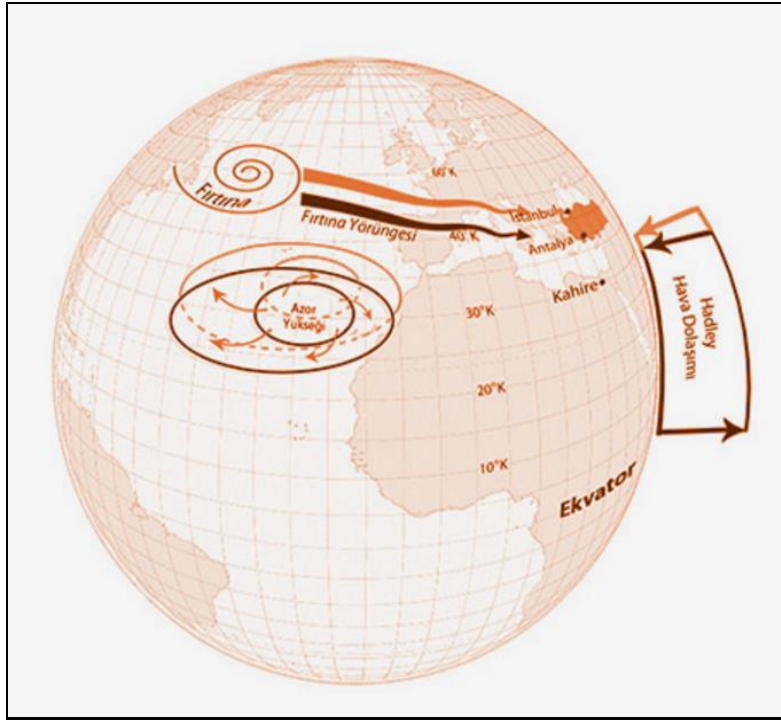


Harita 3.2. Türkiye’de (a) istatistiksel olarak sıcaklık artışı ve azalışı ve (b) istatistiksel olarak yağış artışı ve azalışı [48]

Ekvator bölgesi konumu itibarıyla güneş ışınlarını en fazla ve en dik açıyla alan bölgedir. Bu bölgeye düşen sıcak hava yükselir, kuzey ve güney yönünde hareket eder. Yükselen havanın çöküşü, kuzey ve güneyde 30. enlemlere tekabül etmektedir. Bu enlemlerde çöken hava yoğunlaşmaya uğramadığı için yağış üretmez. Bu nedenle bu bölgeler, nadiren yağış alan çöl bölgeleridir. Burada çöken hava tekrar Ekvator’a doğru yönelir ve döngüsünü tamamlar. Bu döngü Hadley döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Yalnızca Hadley Döngüsü’nün içinde olan ülkeler değil, bu noktaya yakın olan ülkeler de çöl ikliminden etkilenebilir ve gelecekte çölleşme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilir [47].

Türkiye’nin 36-42 derece kuzey enlemleri arasında bulunduğu düşünülürse Türkiye çöl ikliminden sadece 6 derece uzaktadır. Hadley döngüsü içinde güneye giderek çöken hava, Atlantik Okyanusu’na doğru yüksek basınç kuşakları oluşturur. Küresel iklim

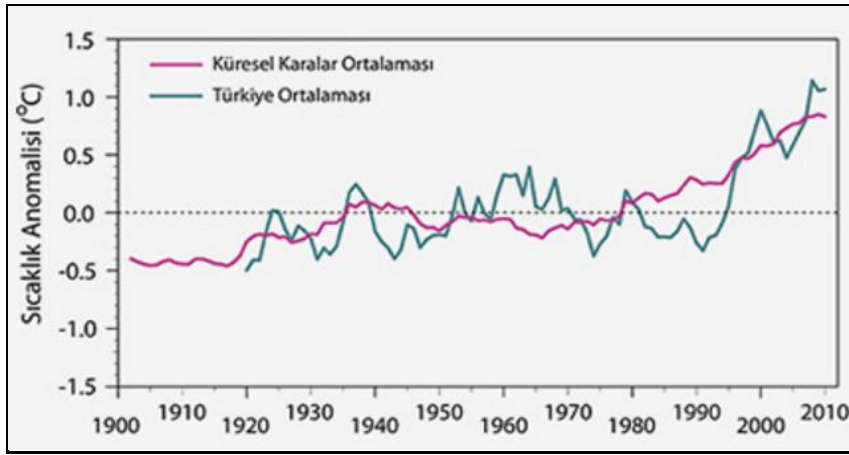
sisteminde önemli bir yere sahip bu yüksek basınç kuşağı “Azor Yüksekği” olarak da isimlendirilir. Azor Yüksekği, fırtına ve yağış sistemleri üzerinde azımsanmayacak etkilere sahiptir. Şekil 3.3’te görüleceği üzere yüksek basınç sistemi ortalamanın üstüne çıkıp güçlendiğinde, fırtına yörüngeleri kuzeye doğru ilerler, neticede Türkiye’deki yağışlar azalır. Basınçlar zayıflarsa fırtına güneye yönelir, sonuç olarak Türkiye’de yağışların artmasına sebep olur [47].



Şekil 3.3. Hadley hava döngüsü ve Azor Yüksekği [47]

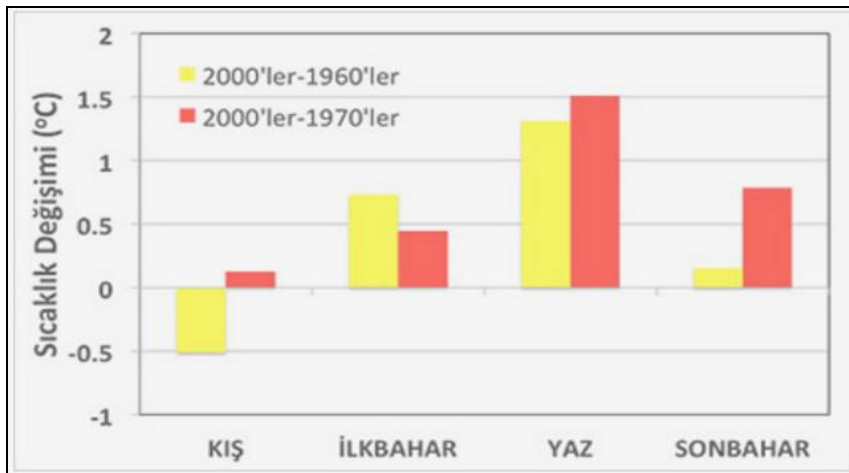
Azor Yüksekği kış ve yaz mevsimlerinde farklı karakteristik özellikler gösterir. Azor yüksek basınç sisteminden etkilenen ülkelerin, kışın ve yazın aldığı yağış miktarları büyük oranda bu sistemin gücüne ve fırtınaları yönelttiği yöne bağlıdır. İklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar Hadley döngüsünün etki ettiği alanın sabit kalmayacağını ve küresel ısınmaya bağlı olarak yaklaşık iki derece kuzeye doğru genişleyeceğini göstermektedir. Bu genişleme gerçekleştiğinde, çökerek güneye inen hava akımı Türkiye’ye yaklaşacak, Azor Yüksekği ise biraz daha kuzeye kayacaktır. Azor Yüksekği’nin kuzeyde oluşması ise Atlantik Okyanusu’ndan gelen fırtınaların yönünü de kuzeye çevirecek, şiddetini zayıflatacak, sonuçta Türkiye’deki yağışları azaltacaktır [47].

Dünyanın hemen hemen bütün bölgeleri iklim değişikliğinden az veya çok oranda etkilenmektedir. Türkiye'nin yüzölçümünün büyük bir kısmı da iklim değişikliğinden en ciddi derecede etkilenmekte olan Akdeniz Havzası'nda bulunduğundan, küresel ısınma açısından hatırı sayılır bir risk altında olduğu rahatlıkla söylenebilir. Şekil 3.4'teki eğrilere göre 1980 yılından itibaren, küresel ısınmanın ilk ortaya çıktığı zamanlarda küresel ortalama Türkiye ortalamasının genellikle üstünde görülse de 1990 yılından başlayarak Türkiye, küresel karalar ortalamasının üstüne çıkmış, sıcaklık anomalisi tehlikeli bir hâl almıştır.



Şekil 3.4. Küresel karalar ve Türkiye'nin sıcaklık anomalisi eğrileri [47]

Şekil 3.5'te yıllık sıcaklık artışının son yıllardaki artışı son yıllarda daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Türkiye'de sıcaklık değişimleri özellikle 2000-1970 yılları arasında gözle görülür biçimde artmıştır.

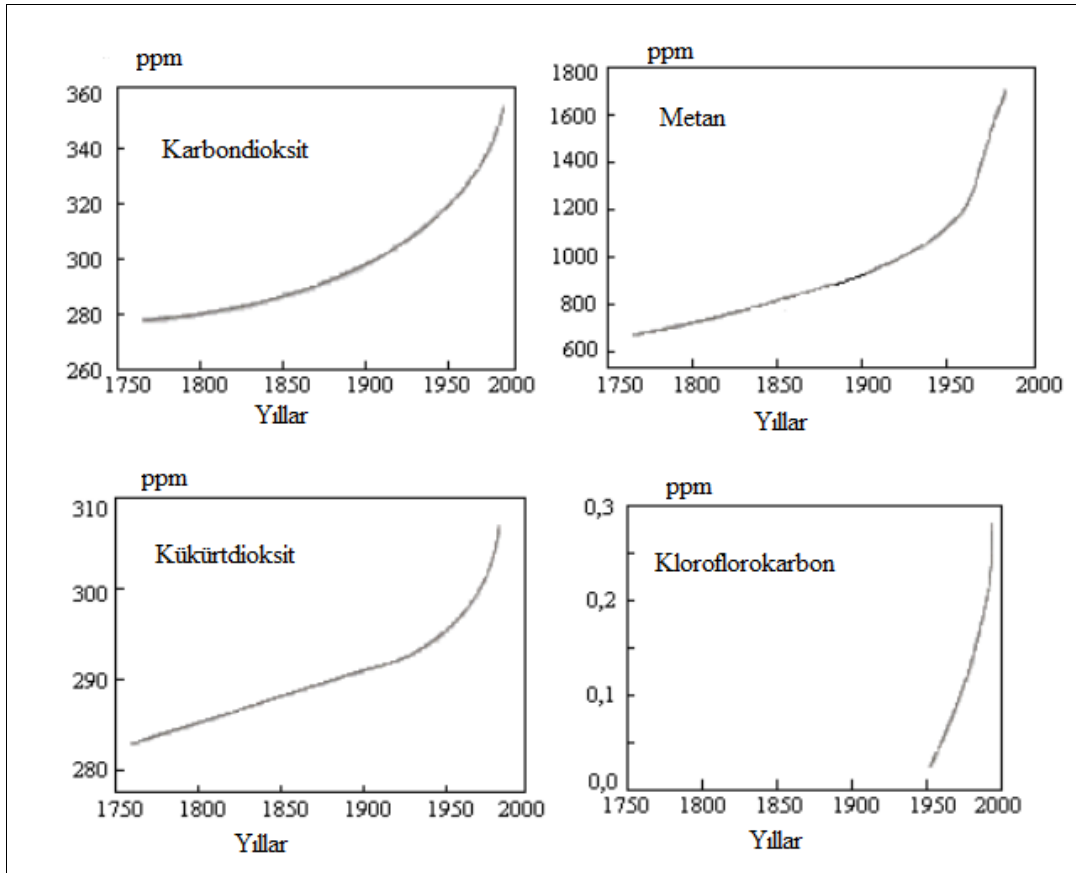


Şekil 3.5. 2000-1960 ve 2000-1970 tarihleri arası sıcaklık grafikleri [47]

3.3. Gelecekte İklim Değişikliği

İklim değişikliği belirli bir zaman dilimine özgü değildir ve sürekli olarak dünyanın her yerinde etkilerini arttırarak göstermektedir. Süregelen bir doğa felaketi olmasından ötürü geri dönüşü olmayan tahribatlara yol açacaktır. Küresel ısınmanın ölümcül etkileri, doğa yıkımının gözle görülür sonuçlarıyla birlikte net bir şekilde görülecek ve sanılandan daha fazla üzerinde durulması gerekliliği anlaşılacaktır. Etkisini derinden hissettirmeye başladığı, son yılların hava sıcaklığı verilerine bakılarak görülebilir. Dünya, 20. yüzyılın son ve 21. yüzyılın ilk yıllarında mevsim normallerinin üzerindeki sıcaklıkta yıllar yaşamış, küresel ısınmayla birlikte buzullar hızla küçülmeye başlamış, doğal denge artan sıcaklık ortalamalarıyla bozulmaya yüz tutmuştur.

Küresel ısınmanın başlıca sebebi olan sera gazlarındaki artış özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru ivme kazanmıştır. Şekil 3.6'da sera gazlarının yıllar geçtikçe parabolik bir biçimde artışı gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Sera gazlarındaki artış [43]

3.3.1. Türkiye için öngörülen senaryolar

Türkiye'nin, yüz ölçümü olarak büyük bir bölümü karasal iklim etkisi altındadır (Bkz. Harita 3.1). Karakteristik olarak kurak olan karasal iklim kuşağı, küresel ısınma ile birlikte giderek daha da kurak hâle gelecek; yağışların ve bununla bağlantılı olarak yer altı ve yer üstü suların azalmasına sebep olacaktır.

İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında, düşük karbonlu ekonomiye küresel düzeyde geçilmesi hususu, insanların yaşam biçimlerini, üretim ve imalat yöntemlerini değiştirecek köklü bir dönüşüm öngörmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum çalışmaları salt bir çevre sorunu olarak algılanmamalıdır. Bu mücadele, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin izleyeceği büyüme stratejileri, enerji politikaları, sağlık ve tarımla ilgili programlar ve etkin kaynak yönetimi ile ilgilidir.

Ülkemizin de yer aldığı Akdeniz Havzası'nda bulunan ülkelerin, iklim değişikliğinden ciddi boyutlarda etkilenecek olmaları bilimsel verilerle kanıtlanmıştır. Türkiye, küresel ısınmanın getirdiği su kaynaklarının azalması ve çölleşme ile bunlara bağlı olan ekolojik bozulmalar gibi olumsuz etkileri derinden hissetmeye başlamıştır. Yakın zamanda görülebilecek olumsuz etkiler aşağıda sıralanmıştır [49]:

- Artan sıcaklık ve kuraklık ile birlikte istenmeyen orman yangınları ve bunların yaratacağı yıkımlarda artış görülecektir.
- Kuraklığa bağlı olarak tarım arazilerinde azalma ve buna bağlı olarak üretimde çeşitliliğin yok olması görülecektir.
- Şu anda dünyada kabul edilen iklim kuşakları, daha önce de Buzul Çağı'ndan sonra bariz bir şekilde yaşandığı gibi küresel ısınma ile tamamen değişebilir. Bu durumda bulunduğu kuşak itibarıyla Türkiye, güneyinden gelen çok daha sıcak bir hava akımının etkisi altında kalabilir. Bu şekilde kayan iklim kuşağı tüm doğal kaynakları, hayvanları ve haliyle bitkileri de olumsuz yönde etkileyecektir.
- Ekosistem dengeleri bozulacaktır.
- Baş göstermeye başlayan temiz su ihtiyacı gitgide artacak ve içme ve kullanma suyu temini için yeni çözümlere ihtiyaç duyulacaktır.

- Orman alanlarının hızla yok olması ve hızla yayılan kuraklık sebebiyle erozyon ve çölleşme oranları yükselecektir.
- Küresel ısınma ile ekosistemin bir parçası olan insanoğlunun da sağlığının bozulma riski ortaya çıkacaktır.
- Özellikle kentlerde bozulan sıcaklık dengesi, insanların çalışma ve yaşam alanlarında havalandırma sistemlerini daha yoğun kullanmaya itecek ve bu sayede enerji üretimine ihtiyaç artacaktır.
- Küresel ısınma ısı stresini oluştururken, su kaynaklarındaki azalma günümüzde Afrika'da olduğu gibi salgın hastalıkların yayılmasına sebep olacaktır.
- İklim değişikliğinin rüzgâr ve güneş üzerinde yaptığı değişiklikler sonucu bu enerji kaynaklarından alınan verim düşecektir.
- Yüzey sularında, özellikle deniz ve okyanuslarında görülen etkiler ve sualtı sistemlerinin bozulması sonucu denizcilik ve balıkçılık sektörleri sekteye uğrayacaktır.
- Deniz seviyesindeki yükselme taşkınlara sebep olacak ve kıyı şeritleri su altında kalacaktır.
- Azalan yeşil alanla birlikte artan CO₂ salımı, sera gazlarını atmosferden uzaklaştıran mekanizmalar olan yutakları zayıflatacaktır.
- Küresel ısınmadan ötürü azalan kar örtüsü ve karların hızlı erimesi yer altı suları ve akarsu debilerine etki ederek kaynakların doğal dengesini bozacaktır.

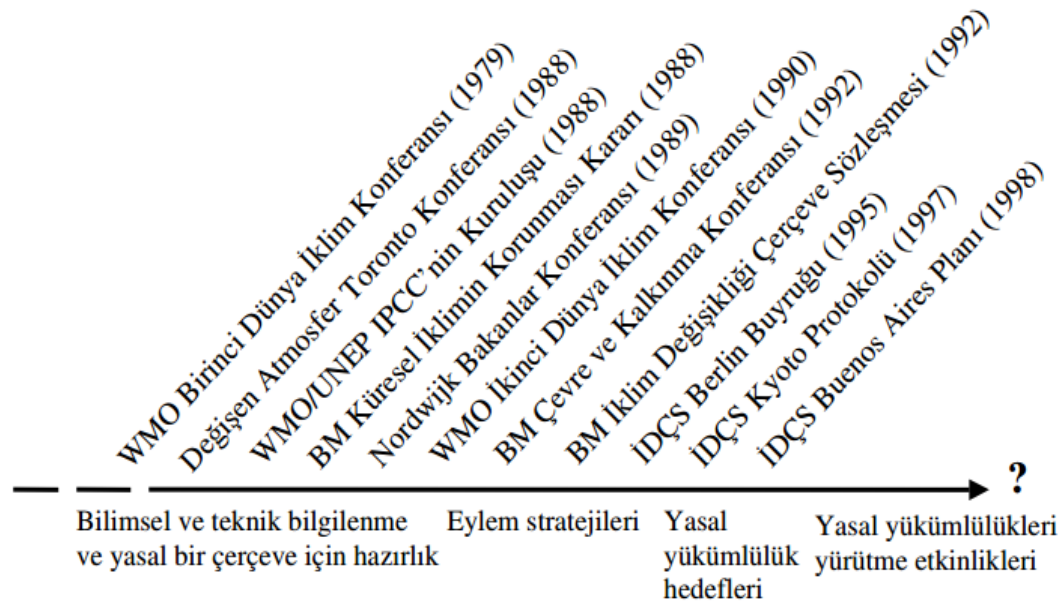
3.3.2. Uluslararası çalışmalar

Son yıllarda gözle görülür ölçüde artan küresel iklim değişikliği, tüm dünyanın dikkatini çeken ve üzerine ciddi çalışmalar yaptığı bir konu haline gelmiştir. Uluslararası alanda hem halkı bilinçlendirmek hem de gerekli önlemleri çeşitli yaptırımlarla alabilmek için önemli paneller, konferanslar ve çalıştaylar düzenlenmektedir. Bununla birlikte, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (BMİDÇS) küresel ısınmanın yaşamı tehdit edecek düzeye ulaştığı ve sera gazlarının etkilerinin azaltılarak belli bir seviyede korunması gerekliliği vurgulanmıştır.

BMİDÇS, iklim değişikliği sorununa karşı küresel tepkinin temelini oluşturmak üzere 1992 yılında kabul edilmiştir. Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir [50].

Türkiye, bir Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) üyesi olarak, BMİDÇS 1992 yılında kabul edildiğinde, gelişmiş ülkeler ile birlikte sözleşmenin EK-I ve EK-II listelerine dâhil edilmiştir. 2001’de Marakeş’te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı’nda alınan 26/CP.7 sayılı Kararla Türkiye’nin diğer EK-I Taraflarından farklı konumu tanınarak, adı BMİDÇS’nin EK-II listesinden çıkarılmış fakat EK-I listesinde kalmıştır. Türkiye 24 Mayıs 2004’te 189. Taraf olarak BMİDÇS’ye katılmıştır [50].

Uluslararası çalışmalar 1970’in sonlarından itibaren önem kazanmaya başlamış, 1990’larda hız kazanmıştır. Şekil 3.7’de 1979’dan 1998’e kadar yapılan önemli konferanslar, sözleşmeler ve protokoller listelenmiştir.



Şekil 3.7. İklim değişikliği üzerine önemli çalışmalar [51]

Havadaki CO₂ gazının çoğalmasına bağlı olarak oluşabilecek küresel ısınma ilk olarak, 1896 yılında İsveçli bilim adamı S. Arrhenius tarafından dile getirilmiştir. 19. yüzyılın sonunda oluşan bu farkındalık ne yazık ki yıllar sonra eyleme geçebilmiştir. İlk ciddi adım 1979’da Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından 1979 yılında düzenlenen Birinci Dünya İklim Konferansı’nda atılmıştır. Daha sonra 1988’de Toronto’da düzenlenen Değişen Atmosfer Toronto Konferansı, katılan taraf ülkeleri, iklim değişikliği ile ilgili siyasi yaptırımlar yapma konusunda ikna edici olmuş ve 2005’e kadar CO₂ salımının %20 oranında azaltılması hedeflenmiştir [51].

1989'da, Hollanda'da yapılan Atmosferik ve İklimsel Değişiklik Konferansı'nda yine CO₂ salımı üstünde durulmuş ve olabildiğince azaltılması için yeni programlar belirlenmiştir. WMO tarafından 1990 yılında düzenlenen Cenevre İkinci Dünya İklim Konferansı'nda, iklim değişikliği bildirisi Türkiye da dâhil olmak üzere 137 ülkeye imzalanmıştır. Bu bildiri, sera gazları birikiminin mümkün olduğunca azaltılması açısından yaptırımlara sahip önlemler sunmuştur. Daha sonra yine BM öncülüğünde yapılan konferans ve sözleşmeler ile alınan önlemlerin sürdürülebilirliği tartışılmıştır [51].

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) küresel ısınmayı minimum düzeye indirme planı ile ilgili yapılacak tüm eylemleri ve hukuki süreçleri kapsamaktadır. 1995'te Berlin'deki konferansın ardından yayınlanan Berlin Buyruğu sera gazlarını azaltmaya yönelik bütün yasal sorumluluk hedeflerini ülkelere deklare etmiştir. 1997'de Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen Kyoto Protokolü, özellikle CO₂ olmak üzere tüm sera gazlarının etkilerini en aza indirme faaliyetlerini düşük maliyetle yapabilmeyi yollarını aramış; bu amaçla taraflara, yalnızca ülke sınırları içinde değil, sınır ötesi durumlara da müdahale edebilme hakkı tanımıştır [51].

1998'de Buenos Aires'te yapılan taraflar konferansında da Kyoto Protokolü'nde görülen eksiklikler üzerine çalışılmış, yürütme eylemlerini iyileştirme çalışmaları ivme kazanmıştır. Mali düzenekler, çeşitli politikalar ve yaptırımlar, çalışma programları, ortaklaşa yürütülen etkinlikler ve mevcut teknolojilerin geliştirilmesi gibi önemli konular görüşülmüş, bağlayıcı kararlar alınmıştır [51].

İDÇS taraflar konferansları belirli aralıklarla yapılmaya devam edilmiş, Türkiye de taraf ülkelerden biri olarak bu konferanslardan çıkan bildirelere imza atmıştır. 2000 yılında Hollanda'nın Lahey kentinde düzenlenen altıncı toplantıya Türkiye de katılmıştır. Her ülkeye jeopolitik konumu ve siyasi yapısı gereği bazı ayrıcalıklar tanınmıştır. Türkiye için de istenen sera gazları salımını azaltma sorumluluğunun, öncelikli enerji ihtiyaçlarını karşılamasından sonraya ertelenmesine karar kılınmıştır [51].

Son yıllarda iklim değişikliği üzerine yapılan ses getiren toplantılardan en önemlilerinden biri de 2015 yılında Fransa'nın başkenti Paris'te yapılmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı isimli konferans, iklim değişikliği etkilerini minimize etmek için toplanmış ve 175 ülkede yürürlüğe girecek "Paris Antlaşması"nı

tarafına imzalatmıştır. Kyoto Protokolü'ne imza atmayan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) de bu 175 ÷lkeye dâhildir. Paris Konferansı, içeriği, sürdürülebilir önlemleri, evrensel bir uzlaşı sağlayabilmiş olması ve yürürlüğe girecek çok önemli yaptırımları açısından küresel ısınmayı azaltmak için tarihi bir dönüm noktası olarak anılmaktadır [52].

Resim 3.2'de tarihi bir öneme sahip olan Paris Konferansı'nda dünyanın önde gelen cumhurbaşkanlarını, küresel ısınmaya karşı birlik ve uzlaşma içinde oldukları fotoğraf gör÷lmektedir.



Resim 3.1. Paris Konferansı'nda cumhurbaşkanları [52]

Paris Konferansı'nın hedefleri temel olarak altı maddede özetlenebilir [53]:

- 2020'ye kadar sera gazı salımlarını %25 azaltmak,
- 2020'ye kadar enerji tüketimini %25 azaltmak,
- Enerji tüketiminde %25 oranda yenilenebilir ya da geri kazanılmış enerji kullanmak,
- Yılda 4.500 toplu konut ünitesinin termal yenilenmesini sağlamak,
- Paris'te 25.000 metrekareden fazla güneş paneli kurmak,
- Toplu konutlarda enerji tüketimini 2020'ye kadar %30 azaltmak.

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU KAYNAKLARI İLİŞKİSİ

Çevre, kendisini oluşturan tüm unsurlarla bir bütün halindedir. Özellikle hava olayları ve su kaynakları ilişkisi oldukça girift bir ilişki olup herhangi birinde doğal akışta oluşan ya da insan eliyle oluşturulan bir değişiklik, diğerini doğrudan etkilemektedir.

4.1. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri

İklimin suya ve su kaynaklarına olan etkisi çok eskiden beri bilinmektedir. İklim sistemlerinde yaşanan değişiklikler ekolojik dengeye zarar verdiği gibi hidrolojik döngüyü de bozmakta ve istenmeyen hidrolojik olaylarda artışa katkı sağlamaktadır. Bu durumda su kaynaklarının temininde ve kalitesinde önemli değişiklikler ortaya çıkacaktır. Suyun tarımdan turizme, sağlıktan enerjiye bütün sektörlerle ilişkisi olduğu düşünüldüğünde ortaya çıkacak olan olumsuz sonuçların yaşamsal önem taşıdığı söylenebilir.

Su kaynakları doğrudan hava olayları ile ilintilidir. Yüzey ve yer altı suları, beslediği havzalara düşen yağış miktarı arttıkça su potansiyelinde artış gösterirken, küresel ısınma sonucu artan fazla buharlaşmalar ve normal seviyenin altına düşen yağışlar kuraklığa neden olmaktadır. Kuraklık, diğer doğal afetlerden farklı olmak üzere, aniden ortaya çıkmamakta, bir birikim sonucu oluşmaktadır. Başlangıç ve bitiş noktasını kestirmek imkânsızdır. Ayrıca yalnızca kendi içinde değerlendirilmemekte, doğadaki birçok kaynağa eş zamanlı olarak olumsuz etkileri olmaktadır. Küresel ısınma ve değişen hava olayları neticesinde hızla azalan kaynakların bilinçsiz tüketilmesi de çölleşmeye varan vahim sonuçlar doğurabilmekte, gelecek nesillerin hayatını tehdit etmektedir.

Türkiye Büyük Millet Meclisinde (TBMM) iklim özellikleri ve iklim değişiklikleri ile bunun sebep olduğu etkiler ile ilgili ayrı ayrı önergeler verilerek neticede aynı konuya hitap ettikleri düşünülüp Genel Kurulun 23.10.2007 tarihli birleşiminde görüşülmüş ve “Küresel Isınmanın Etkileri ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimi” isimli bir Meclis Araştırması Komisyonu kurulmuştur. Verilen önergelerde özetle, aşağıdaki hususlar üzerinde durulmuştur [54].

“• Dünya’da ve ülkemizde su kaynaklarının yetersizliği ve küresel ısınmaya bağlı olarak bazı bölgelerde kasırga, fırtına, sel ve taşkınlar, uzun süreli, şiddetli kuraklık ve çölleşme yaşanacağı,

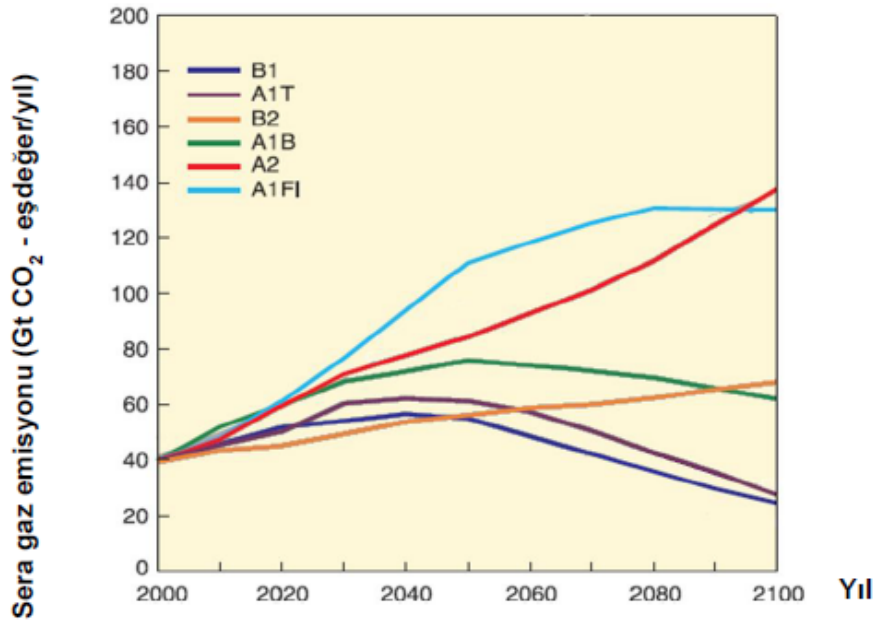
- Türkiye'nin küresel ısınma, sanayi kirliliği, bilinçsiz su kullanımı sonucu çok yakın bir tarihte ciddi sorunlar ile karşı karşıya kalacağı,
- Türkiye gibi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan ülkelerde en büyük sorunun kuraklık olacağı,
- Küresel ısınma ve kuraklık nedeniyle ülkemizde bazı göllerin su seviyelerinde azalma tespit edildiği ve bunların kurumaya başladığı, bazı göllerimizde ise kirlilik oranının çok büyük boyutlara ulaştığı,
- Ekolojik dengenin bozulduğu, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kuraklık nedeniyle yeterince beslenemediği ve yetersiz kaldığı, • Halkın su kullanımı konusunda bilinçli davranmadığı ve bazı illerde susuzluk ve elektrik kesintisi korkusu yaşandığı, büyükşehir belediyelerinin bazı tasarruf önlemleri almaya çalıştığı fakat alınan önlemlerin yetersiz kaldığı,
- Tarım sektöründe ise ürün çeşitliliğinde ve üretimde önemli oranlarda azalma tespit edildiği ve sorunların gündeme geldiği,
- Bu nedenlerle, küresel ısınmanın etkilerinin ve su kaynaklarımızın potansiyelinin tespit edilmesi, önümüzdeki dönemde, zaten kıt olan su kaynaklarımızın korunması, bilinçli kullanılması ve ileride karşılaşılması muhtemel su kıtlığına karşı önlemlerin alınması gerektiği ifade edilmiştir.”

Raporun sonunda bulunan öneriler kısmında, iklim değişikliğinin sebep olduğu olumsuz etkilere karşı alınması gereken önlemler detaylı bir biçimde verilmektedir. Çözüm önerileriyle öne çıkan bu rapor iklim değişikliği konusunda yapılan ve yapılacak olan birçok uluslararası çalışmaya rehber niteliğindedir.

4.2. Ankara İlinde Gözlemlenen İklim Değişiklikleri

IPCC'nin oluşturduğu gelecekteki iklim senaryoları ışığında Ankara için de senaryolar hazırlanmış ve gerçek iklim verileri kullanılmıştır. Bu veriler TÜBİTAK'ın hazırlanmış olduğu “Türkiye İçin İklim Değişikliği Senaryosu” projesinden alınmıştır. İklimi etkileyen tüm faktörler A2 ve B1 senaryolarına göre modellenmiş, havza bazında yıllık ortalama değerler çalışılmıştır.

Sera gazı emisyon öngörülerine göre IPCC tarafından ekonomik ve sosyal veriler baz alınarak oluşturulan senaryolar ve senaryoların tahmin ettiği durumlar Şekil 4.1.'de gösterilmektedir.



Senaryo modelleri ve varsayımlar :

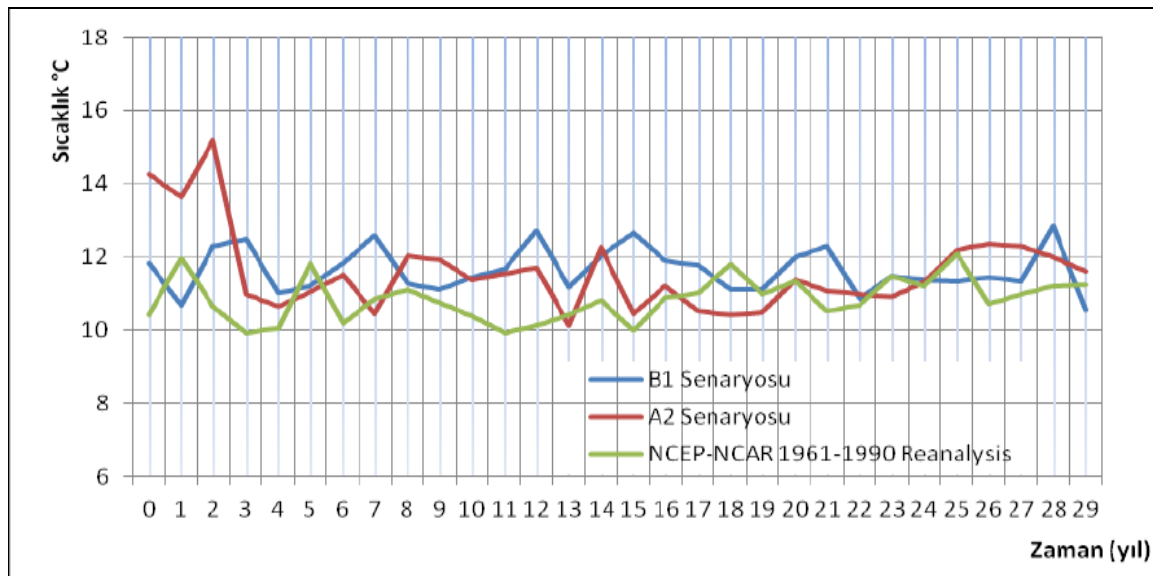
A1	Dünya ekonomik büyüme hızı çok yüksek. Yüzyılın ortasında dünya nüfusu pik noktaya ulaşacak. Daha etkili ve yeni teknolojilere geçiş hızı yüksek.
A1FI	Fosil yakıt kullanımı yüksek.
A1T	Fosil olmayan yakıt kullanımı yüksek.
A1B	Fosil yakıtlar ve fosil olmayan yakıt kullanımı eşit.
A2	Ekonomik büyüme hızı düşük. Dünya nüfus artış hızı çok yüksek. Teknoloji değişim hızı düşük.
B1	<i>Dünya ekonomik büyümesi servis hizmetleri ve bilgi teknolojilerine dayalı.</i> Yüzyılın ortasında dünya nüfusu pik noktaya ulaşacak.
B2	Dünya ekonomik büyüme hızı orta seviyede. Dünya nüfus artış hızı ortalama seviyede artış eğiliminde.

Şekil 4.1. İklim değişikliği senaryoları [55]

Senaryolar çalışılırken IPCC SRES A2 ve B1 emisyon senaryolarının kullanılmasının sebebi, Ankara'nın beslendiği su havzalarındaki yıllık CO₂ salımının ve dolayısıyla küresel ısınmanın, ekonomik büyüme hızının en düşük ve en yüksek olduğu seviyelerde değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak asgari ve azami yağış miktarlarının su kaynaklarına etkisini belirlemeye çalışmaktır.

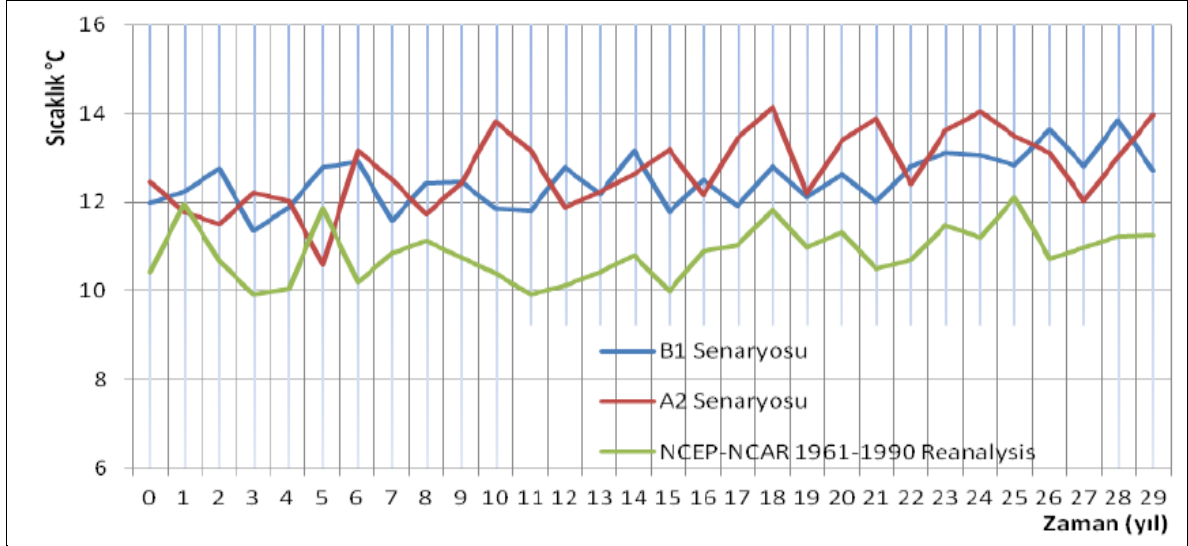
Yapılan çalışmalar havza bazında olup 1961 ve 1990 yılları arasında görülen sıcaklık ve yağış parametrelerine ait veriler, emisyon senaryoları yerine gerçek veriler kullanılarak yeniden modellenmiş, bu otuz yıllık süreç için değişkenler elde edilmiştir. IPCC senaryolarına göre de 2010'dan 2099'a kadar olan yüz yıllık dönem otuzar yıllık üç dönem şeklinde modellenmiş, 1961-1990 verileri ile karşılaştırılmıştır [30].

Bölgesel iklim modelleri kullanılarak B1 ve A2 senaryolarının getirdiği sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Otuzar yıllık dönemlere bakıldığında Sakarya Havzası'nda 2010'dan 2039'a kadar, iyimser A2 senaryosuna göre 0,74 °C, kötümser B1 senaryosuna göre de 0,79°C sıcaklık artışı görülmektedir. B1 senaryosu mavi renk ile, A2 senaryosu kırmızı renk ile, küresel modelleme ile havza bazında indirgenmiş analizler ise yeşil renk ile Şekil 4.2'de gösterilen zamansal seriler elde edilmiştir. [30].



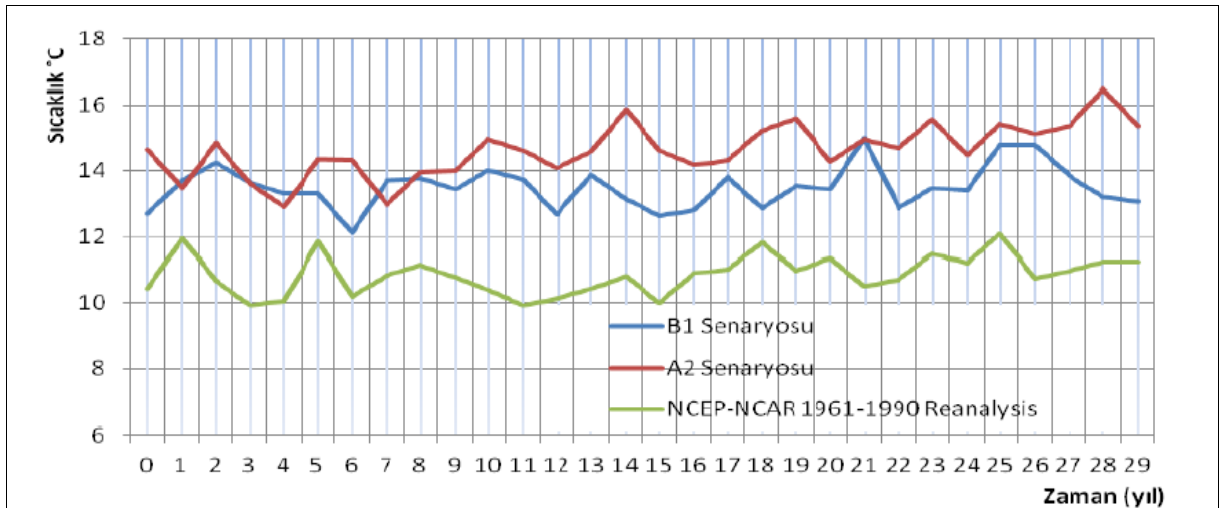
Şekil 4.2. 2010-2039 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması [55]

2040 yılından 2069'a kadar ise bu artış neredeyse iki katına çıkmakta, B1 için 1,63°C, A2 içinse 1,61°C olmaktadır. Şekil 4.3'te bu sıcaklık değişimleri ve indirgenmiş seriler gösterilmektedir [30].



Şekil 4.3. 2040-2070 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması [55]

2100 yılına kadar uzatıldığında ise B1 senaryosu 2,63 °C, A2 senaryosu ise 3,77°C artış öngörmektedir. Şekil 4.4'te projeksiyon 2100 yılına kadar uzatılmış, sıcaklık değişimleri gösterilmiştir [30].



Şekil 4.4. 2070-2100 yılları arası Ankara sıcaklık verileri karşılaştırması [55]

4.2.1. Ankara su kaynakları yönetimi

Ankara ilinin su kaynakları yönetim politikaları, etkin rolünden dolayı DSİ'nin kuruluşunun öncesi ve sonrası olmak üzere iki alt başlıkta incelenebilir. DSİ öncesi 1. dönem, sonrası ise 2. dönemdir.

1. dönem, cumhuriyetin kurulduğu tarih olan 1923 ile başlar. Çoğunlukla devlet tarafından yönetilen kaynaklar üzerinde, yine devlet desteği ile özel sektörler de söz sahibi olmaya başlamışlardır. Cumhuriyetin ilk dönemlerinde Ankara'nın su ihtiyacı, Elmadağ civarındaki kaynaklardan temin edilmiştir. İçme suyu ve kanalizasyon tesisleri yetersiz olup atık sular yüzey sularına veya foseptik çukurlarına doğrudan aktarılmıştır [31].

Zamanla Elmadağ civarındaki kaynaklar yetersiz olmaya başlamış, Ankara Belediyesi'nin de katılımıyla yeni kaynak arayışlarına girilmiştir. Yeni tesisler ve yeni şebekelerin inşaatına hız verilmiş, Çubuk Çayı üstüne Çubuk 1 Barajı inşa edilmiştir. Resim 4.1'de Çubuk Barajı'nın ilk yapıldığı yıl genel görünümü verilmiştir.

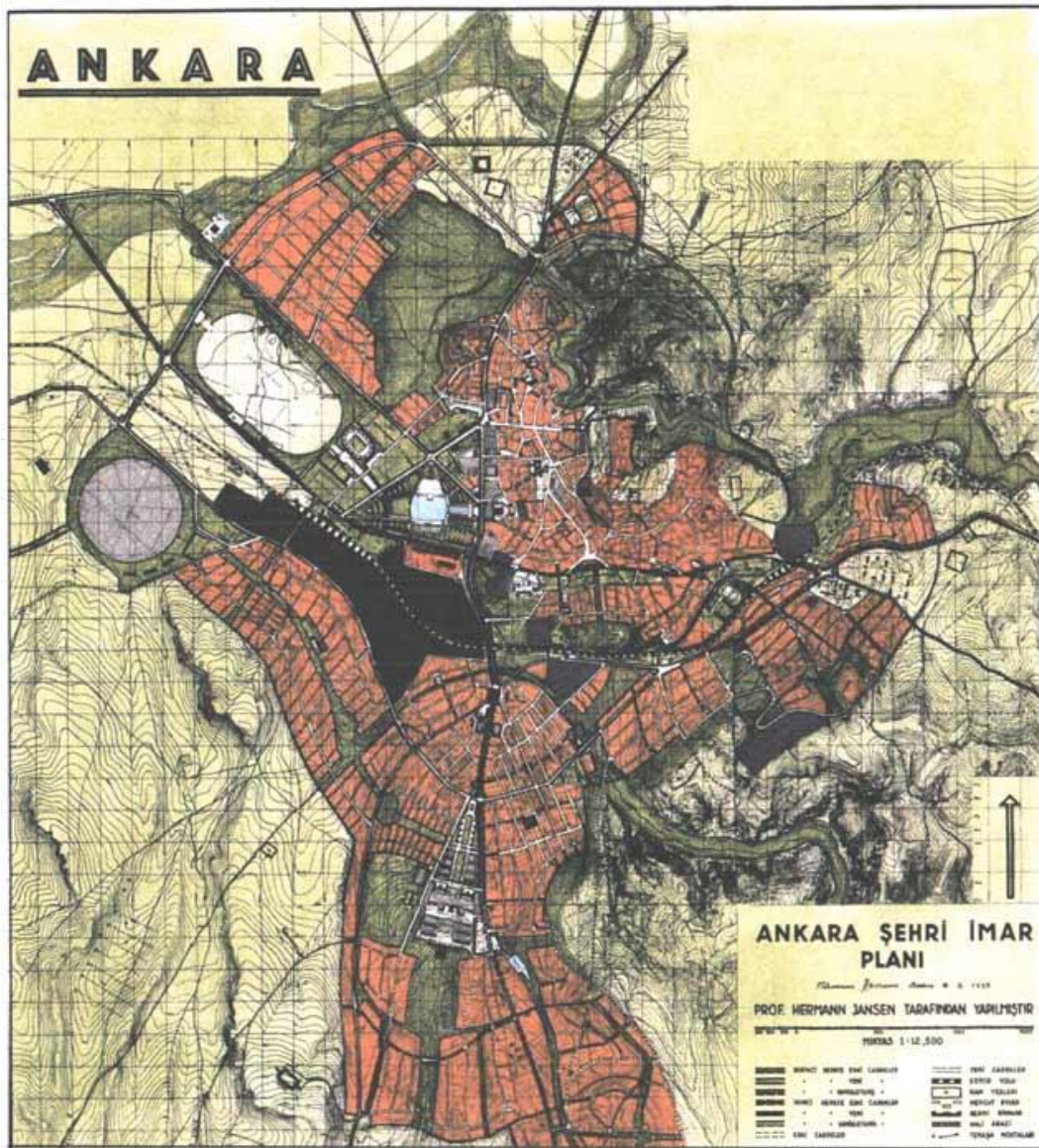


Resim 4.1. İlk açıldığı yıl Çubuk Barajı görünümü [56]

Gazi Mahallesi'ndeki Orman Çiftliği'nde küçük ölçekte de olsa Ankara'da ilk entegre su kaynağı yönetimi uygulandığı söylenebilir. Fazla su kaynağına sahip olmayan

çorak bölgede, kaynak geliştirilmesi hedeflenmiş, kurak arazi mesire alanına dönüştürülmüş ve sulamada modern teknikler uygulanarak araziden maksimum fayda sağlanması yoluna gidilmiştir [30].

Yıllar geçtikçe artan nüfus ve kentleşmeye dayalı olarak artan su ihtiyacına yeni çözümler aranmış, Alman şehir plancısı Herman Jansen'den Ankara şehri için planlama yapması istenmiştir. Jansen Planı olarak bilinen bu imar planı Harita 4.1.'de gösterilmektedir.

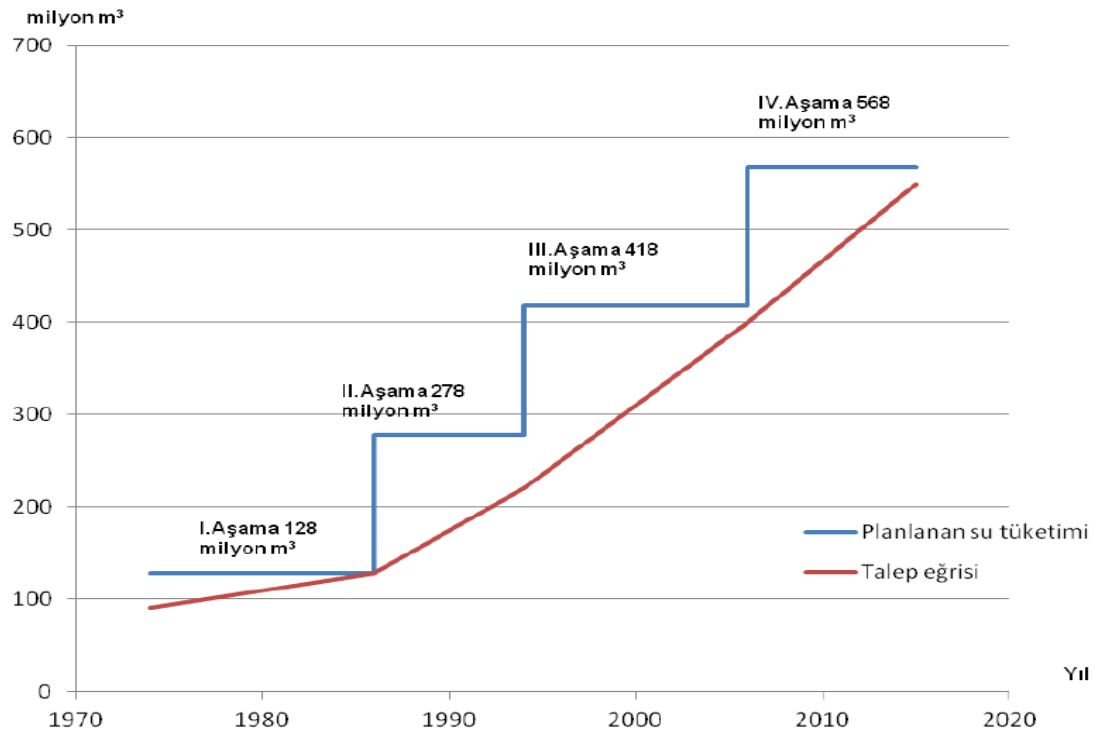


Harita 4.1. Jansen Planı olarak anılan Ankara nazım planı [57]

1932 yılında Ankara şehrine özel geliştirilmiş olan Jansen Planı, özellikle atık su yönetimi hususunda önemli bir dönüm noktasıdır. Modern sistemlerde olduğu gibi atık su ve yağmur suları ayrılmış, yağmur suları şehirde bulunan yüzey sularına boşaltılmıştır [55].

1950’li yıllara doğru ise ayırık sistemden vazgeçilip atık sular çeşitli akarsulara gönderilmeye başlanmıştır. Bu durum yüzey sularından açık alanlara pis koku yayılması gibi sağlığı tehdit edici sorunlara sebep olmuştur. 1. dönem su kaynakları yönetimi boyunca bağlayıcı ve yükümlülüğü olan kararlar alınamamış, kaynak koruması ve geliştirilmesi için otoriter bir tavır sergilenememiştir [55].

2. dönem yönetimi ise DSİ’nin 1954’te kurulmasıyla bambaşka bir hâl almıştır. 1954 yılından sonra DSİ su kaynakları yönetiminde başat kurum haline gelmiş, uzun vadeli yönetim planlarının öncülüğünü yapmıştır. İlk plan Şekil 4.5’te gösterilen 1969’da kabul edilen “Ankara İçme Suyu Master Planı”dır. 2020 yılına kadar olan süreci kapsayan bu plan hızla artan nüfusu dikkate alarak uzun bir kaynak planı geliştirmiştir. Su ihtiyacındaki artış, modellemelerle tahmin edilmiş; yıllar içinde çeşitli revizelere uğrayarak farklı kaynaklardan su transferi gibi uygulamalar yürürlüğe konmuştur.



Şekil 4.5. İçme suyu master planı aşamaları [58].

Ankara İçme Suyu Master Planı dört ana aşamada değerlendirilmiştir (Bkz. Şekil 4.5). Artan nüfusa göre şekillenen bu plan, su talebini mümkün olduğunca karşılamaya yöneliktir. 1986'ya kadar olan dönem Kurtboğazı Barajı ile, 1994'e kadar Çamlıdere Barajının da devreye girmesi ile, 2006'ya kadarki dönem Eğrekkaya ve Akyar Barajlarının devreye girmesi ile, 2020'ye kadar olan dönem de Gerede Çayı üzerine yapılacak tesisler ile su temininin sağlanması planlanmıştır [58].

Sürdürülebilirlik ve verimlilik ilkesi tüm aşamalarda temel unsurdur. Atık su ve yağmur suyu sistemleri ayrık şekilde planlanır ve şehirdeki tüm yer altı ve yer üstü su kaynaklarının ıslahı sağlanarak azami verim elde etmeye çalışılmıştır.

4.2.2. Ankara ilinde iklim değişikliğine bağlı su kaynakları yönetimi

Yer altı ve yer üstü kaynaklarında oluşan değişiklikler, hidrolojik döngü içinde iklim değişiklikleri ve artan sıcaklıklarla doğrudan ilintilidir. Buharlaşma ve yağış rejimleri, havzalardaki su miktarını ve kalitesini etkilemekte, yıllık ortalama değerlerini değiştirmektedir. Değişen değerler, zincirleme değişiklikler yapma gereksinimini ortaya çıkarmakta, kaynak yönetiminde yeni planlar oluşturma gerekliliğini doğurmaktadır.

Su kaynaklarının planlı yönetimi ve kaliteli içme suyuna erişim, değişen iklim koşulları çerçevesinde gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Birçok yerleşim yerinde görülen bu problem elbette ki kurak bir iklime sahip olan Ankara için de geçerlidir. Kuraklığın yanı sıra değişen yağış rejimi ve anormal iklim koşulları Ankara'ya su temin eden havzaların zayıflamasına ve kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır.

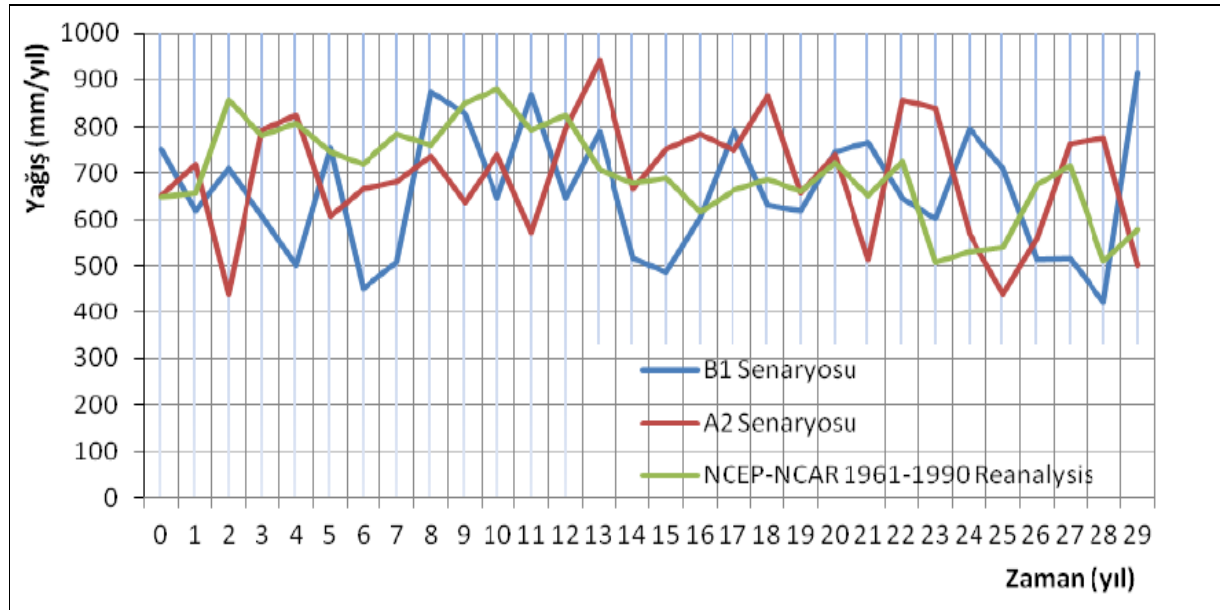
Değişen iklim koşulları, anormal yağış rejimleri ve gereken zamanda ihtiyaç duyulan suya ulaşmanın zorluğu, potansiyel havzalara ilave olarak alternatif havzalardan su desteği alınmasına duyulan gereksinimi açığa çıkarmıştır. Havza bazlı su kaynağı değişimleri incelendiğinde, Ankara'yı büyük oranda besleyen Sakarya Havzası'nın zaman içinde yetersiz olabileceği görülmektedir.

Var olan kaynakların verimli ve tasarruflu kullanılması sağlandığında su kaynaklarının azalması beklenmez. Ancak Türkiye geneline hâkim olan çarpık kentleşme, plansız nüfus artışı ve tesis yetersizliği problemleri Ankara ili için de geçerlidir.

Bahsedilen problemler, kaynakların verimli kullanılmasına ve tasarruf yapılmasına engel olmakta, neticede miktar azalmasına neden olmaktadır. Miktar azalmasına ek olarak da iklim değişikliği ile birlikte bölgesel değişimler görülmekte; su kalitesindeki sıkıntılarla birlikte baskı oluşmaya başlamaktadır.

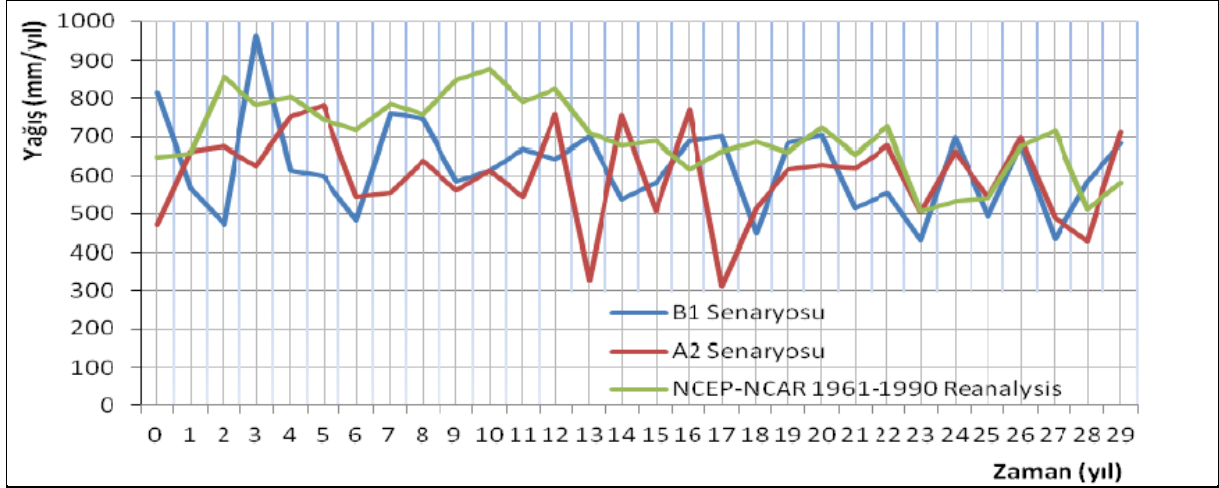
Ankara ili için yapılan modelleme çalışmaları, ili esas olarak besleyen havza olan Sakarya Havzası'nda yapılmıştır. Sıcaklık değişim senaryoları gibi yağış değişim senaryoları da otuz yıllık iklim projeksiyonlarına bağlı olarak tahmin edilmiş ve 2100 yılına kadar, artan sıcaklık verilerine paralel olarak yağışların oldukça azalacağı ve alternatif havza arayışlarına gidileceği görülmüştür.

1961-1990 yılları referans dönemi baz alınarak oluşturulan otuz yıllık projeksiyonlara göre, değişen sıcaklık artışlarına bağlı olarak yağış parametreleri değişim grafikleri hazırlanmıştır. B1 senaryosuna göre 2010'dan 2039'a kadar yıllık yağış miktarı %5,31 düşerken, nispeten daha iyimser A2 senaryosuna göre %0,56 kadar düşüş görülmüştür. B1 senaryosu yağış verileri mavi renk ile, A2 senaryosu yağış verileri kırmızı renk ile, havza bazında indirgenmiş küresel modellemeler ise yeşil renk ile Şekil 4.6'da karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir [30].



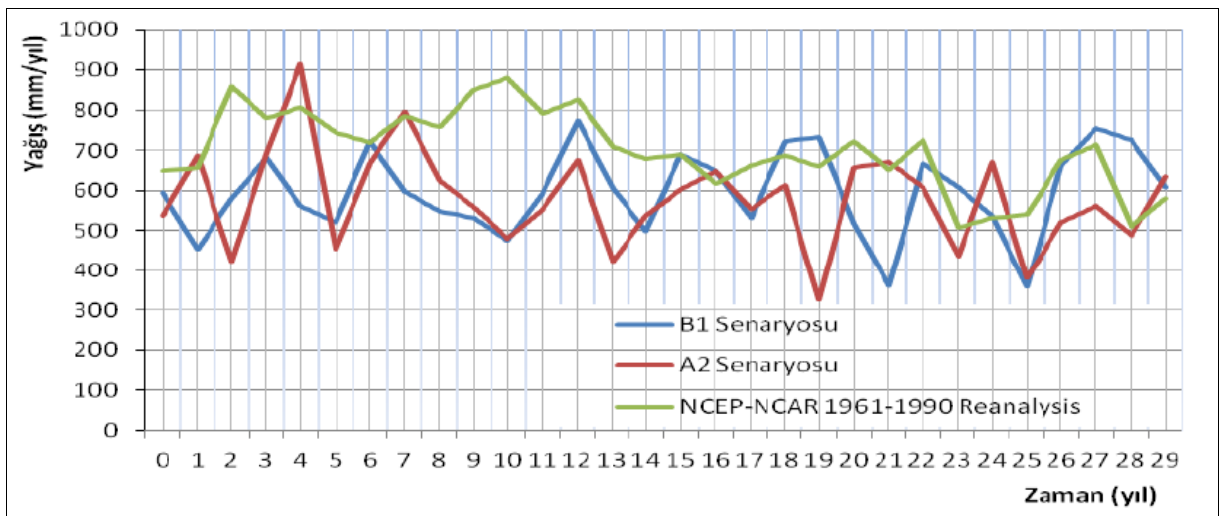
Şekil 4.6. 2010-2039 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması [55]

2040'tan 2070'a kadar olan dönemde B1 senaryosu projeksiyonu ortalama yağışı % 11,10 oranında, A2 senaryosu ortalama % 14,46 kadar düşürmektedir. Şekil 4.7'de 2040-2070 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması gösterilmektedir [30].



Şekil 4.7. 2040-2070 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması [55]

2070 yılından 2100'e kadar olan periyotta ise B1'e göre ortalama % 14,76, A2'ye göre de % 17,02 yıllık yağış miktarında azalma görüleceği belirlenmiştir. Şekil 4.8'de 2070-2100 yılları arası Ankara yağış verilerinin farklı senaryolara göre karşılaştırması gösterilmektedir [30].



Şekil 4.8. 2070-2100 yılları arası Ankara yağış verileri karşılaştırması [55]

Ankara'yı besleyen havzalar Sakarya, Kızılırmak ve Batı Karadeniz Havzaları olsa da, büyük oranda su kaynaklarını içine alan havza Sakarya Havzası olduğundan Sakarya Havzası'ndaki sıcaklık ve yağış değişimleri su kaynakları yönetimini büyük oranda etkilemektedir.

Otuzar yıllık projeksiyonların sonuçlarına bakıldığında sıcaklık değerlerinde ciddi artış ve buna paralel olarak da yağış verilerinde ciddi azalışlar görülmektedir. Bu sıcaklık artışı ve yağış azalışı, yalnızca senaryolara göre tahmin edilebildiği ve kontrollü deney yapılma şansı bulunmadığı için kesin veriler değildir. Ancak tüm bilimsel çalışmalar küresel ısınmanın giderek arttığını ve su kaynaklarının buna bağlı olarak azaldığını kesin bir dille ortaya koymaktadır. Azalan yağışlarla birlikte havzalardaki su kaynakları da azalacak ve temiz suya ulaşmak zorlaşacaktır.

Ankara'yı büyük oranda besleyen havza olan Sakarya Havzası'ndaki sıcaklık ve yağış değişimleri su kaynakları yönetimini doğrudan etkilemektedir. Geçmişte kuraklığın arttığı özel zamanlarda özellikle Kızılırmak Havzası'ndan su temini sağlanmıştır. Küresel ısınma neticesinde gelecek zamanlarda Sakarya Havzası su kaynakları Ankara ilini beslemeye yetmeyecek ve komşu havzalar olan Batı Karadeniz Havzası ile Kızılırmak Havzası'ndan ciddi oranda su transfer etme yoluna gidilecektir [30].

Artan nüfus karşısında artan su ihtiyacının karşılanabilmesi için yalnızca Sakarya Havzası'na bel bağlanamayacağı açıktır. İlerleyen dönemlerde farklı havzalardan su temini sağlanma yoluna gidilmesi projeleri önemsenecektir. Sakarya Havzası'na komşu havzalardan su transferleri yapılırken, su alınan havzanın kapasite değerlerine, kaynaklarının temizliğine ve ekosistem ile uyumu gibi hususlara dikkat edilmelidir.

İçme suyu tesisleri ve borulama da havza karakteristiklerine göre belirlenmeli, yaklaşık maliyetleri doğru analiz edilmelidir. Maliyetinin altında fayda sağlayacak plansız transferler, avantajdan ziyade dezavantaja dönüşür. Ayrıca farklı havzadan su getirmek akarsu rejimini, tür çeşitliliğini, yer altı ve yer üstü kaynaklarını farklı yönlerden etkileyebileceği için bilimsel analizlerinin doğru yapılması ekolojik ve hidrolojik denge açısından hayati önem taşımaktadır.

Ankara örneğinde görüldüğü gibi iklim değişikliği, farklı kaynak arayışlarına gidilmesine yol açmış, su temini için havzalar arası transfer yapılmasını gerektirmiştir. Küresel ısınmanın azaltılması için geliştirilen tüm politikalara kurumlar ve bireyler iştirak etmeli, hidrolojik döngüye mümkün olabildiğince az zarar verilmelidir. Havza bazında entegre kaynak yönetimi anlayışının benimsenmesi, mevcut su kaynaklarının korunmasında ve geliştirilmesinde oldukça etkilidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, iklim değişikliği, su kaynakları ile ilgili çalışmalar ve iklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkisinden bahsedilmiş; Ankara örneği ile konu irdelenmiştir. İklim değişikliği ve su kaynakları arasındaki ilişkinin tek taraflı olmadığı belirlenmiş, doğal döngü içinde birbirlerini etkiledikleri görülmüştür. Son yıllarda giderek artan iklim değişikliklerinin de su kaynaklarının ciddi derecede azalmasına, hatta kimi bölgelerde tükenmesine sebep olduğu görülmüştür.

Su kaynakları doğal halde yer üstünde ve yer altında bulunur. Tüm canlıların ortak ihtiyacı olan su, dünyanın üçte ikisini kaplayacak kadar çok olsa da her coğrafyaya farklı miktarlarda dağılmış, kimi bölgelerdeki nüfusa yetersiz olmaya başlamıştır. Su kaynaklarının temini ve kullanıma hazır hale gelmesi için belirli süreçlerden geçmesi gerekir. Bu hizmet, halkın temel ihtiyacını karşılamaya yönelik olduğu için kamu hizmeti olarak adlandırılır ve kamu kuruluşları bu hizmette çeşitli görevler alır. İller Bankası Anonim Şirketi kurulduğu günden bu yana ülke çapında yaptığı altyapı çalışmaları ile su kaynakları çalışmaları konusunda öncü kurumlardan birisi sıfatıyla su kaynakları yönetiminde söz sahibi olmuştur.

Suyun küresel boyutta tehdit altında olması, su kaynakları yönetimini gitgide daha karmaşık hale getirmekte ve çok kapsamlı planlama yapılması gerekliliğini doğurmaktadır. Su kaynakları çevre ile bir bütün halindedir ve çevreye ait tüm olgularla birlikte düşünülmelidir. Bu kapsamda değerlendirilme yapıldığında; su kaynaklarının havza bazında doğal sınırlarıyla kısıtlanarak toprak ve hava gibi diğer doğal kaynaklarla bütünleşik halde yönetilmesi zorunluluğu karşımıza çıkmaktadır. Entegre yönetim biçimi, su potansiyelinin doğru belirlenmesini, kaynakların korunmasını ve geliştirilmesini sağladığı gibi; hidrolojik sisteme de hiçbir zarar vermemeyi ilke edinmiştir. Tüm dünyada ve Türkiye’de mevcut su kaynaklarının uzun vadede verimlilik ile sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için entegre su kaynakları yönetimi benimsenmeli, devlet destekli politikalar ve yaptırımlarla kaynakların korunması sağlanmalıdır.

Dünyanın birçok yerinde hızla artan nüfus, plansız kentleşme, fazla sanayileşme ve tarım arazilerinin yanlış kullanımı gibi sorunlar iklim değişikliğini tetiklemiş, su kaynakları da bu değişiklikten oldukça etkilenmiştir. Küresel ısınma sonucu okyanus, göl,

buzul ve yer altı suları gibi doğal su kaynaklarının miktarında azalmalar görülmekte, buna ilave olarak kalitelerinde de bozulmalar gözlemlenmektedir. Özellikle yağışlarda kaydedilen azalma, yaşam kaynağı olan su kaynaklarının beslenmesini giderek zorlaştırmakta; hidrolojik döngü bozulmakta, ekosistem zarar görmekte, hatta biyolojik çeşitlilik zamanla azalmaktadır.

Günümüzde bütün gelişmiş ülkeler sahip oldukları potansiyel kaynaklardan azami düzeyde verim almaya çalışmaktadır. Özellikle 20. Yüzyılın sonlarına doğru, su kaynakları ile ilgili bilim insanlarının yaptığı çalışmalar sonucunda, yaklaşan tehlikenin farkına varılmış; önlem alınmazsa su yetersizliğinin tüm dünyada görülebileceği kesin bir biçimde ortaya konulmuştur. Konu ile ilgili çeşitli uluslararası çalışmalar yürütülmüş, konferanslar ve çalıştaylar düzenlenmiş, iklim değişikliğinin bölgesel bir problem olmadığına ve tüm dünyayı ilgilendirdiğine dair bildirimler yayınlanmıştır. Türkiye de iklim değişikliğine oldukça maruz kalan ve su kaynakları yetersizliği sorunu ile karşı karşıya olan ülkelerden biri olarak, jeopolitik ve siyasi konumu itibarıyla bu çalışmalara katılmış; kaynak koruması ve geliştirilmesi amaçlı hukuki düzenlemelere gitmiştir.

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisini belirli bir alanda gözlemleyebilmek için Ankara iline ait havza incelenmiştir. Ankara'nın su kaynakları yönetimi araştırılmış, tarihsel süreçte görülen değişiklikler irdelenmiştir. Su kaynaklarını korumak ve geliştirmek için en optimize planlama olan entegre havza yönetiminin ilk olarak Ankara'da uygulandığı görülmüştür. Yıllık sıcaklık ortalamaları 1961-1990 yıllarındaki gerçek veriler referans alınarak otuzar yıllık projeksiyonlarla tahmin edilmiş, küresel ısınmadan Ankara'nın da büyük oranda etkilendiği ve etkileneceği görülmüştür. Küresel ısınmaya paralel olarak azalan yağış rejimleri havza bazında incelenmiş; yağış azalışının su teminini zorlaştırdığı, Ankara'yı besleyen Sakarya Havzası'nın zaman içinde yetersiz kalacağı ve komşu havzalardan su transferi yapılması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Literatür taraması yapılırken küresel iklim değişikliği ile ilgili yapılan birçok çalışmaya rastlanmış, ancak iklim değişikliğinin özel bölgelerde görülen etkileri üzerine sınırlı kaynağa ulaşılabilmektedir. İklim değişikliğinin yaratabileceği etkiler çoğu zaman genelgeçer olaylar olsa da bölge özelinde farklı sonuçlar doğurabilmektedir. Ankara ilinin incelenmesi bu bakımdan somut sonuçlar görebilmeye yardımcı olmuştur.

İller Bankası Anonim Şirketi, vizyonu ve misyonu gereği yerel yönetimlerin kentsel ihtiyaçlarını karşılamak için çağa ayak uyduran projeler üretmekte ve geliştirmektedir. Özellikle altyapı hizmetlerini gerçekleştirirken su kaynakları ile ilgili çalışmalar yapmakta, kaynak koruması ve geliştirilmesinde devlet nezdinde aktif rol almaktadır. Su kaynakları ile ilgili tesisler için geliştirilen projelere teknik destek ve danışmanlık yaparken, mevcut su kaynaklarının doğru tayini, korunması ve geliştirilmesi, havzanın doğal dengesi ve verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Bu tez kapsamında bütün doğal kaynakların ve özellikle su kaynaklarının çevre ile entegre bir anlayış planıyla yönetilmesi gerekliliğinden bahsedilmiştir. İçme suyu temini, atık su ve yağmur suyu değerlendirilmesi gibi su kaynakları ile ilgili hizmetler veren İller Bankası Anonim Şirketi su kaynakları yönetiminde sorumluluk sahibidir. İklim değişikliği ve beraberinde gelen küresel ısınma sonucunda azalan su kaynakları için öncelikle yerel yönetimlerle birlikte çalışılıp havza bazında bütünleşik yönetim sistemi yerleştirilmeli, projeler üretilip geliştirilirken kaynakları koruma anlayışıyla hareket edilmelidir. Kurum ve kaynağı doğrudan kullanan halkın sorumluluk paylaşabilmesini sağlayacak çalışmalar da büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi için hem belediyeler hem çalışanlar bilinçlendirilmeli, bu amaçla her türlü teşvik ve destek sağlanmalıdır. Su kaynaklarının doğru yönetimi, korunması ve geliştirilmesi; kullanım suyu haline getirilme süreçleri için de maliyeti azaltacak ve ekonomik kalkınmaya katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Soytürk, O. (2014). *Su Çerçeve Direktifine Göre Yer Altı Sularının İzlenmesi ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme*, Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 4, 9-10.
2. Akkaya, C., Efeoğlu, A. ve Yeşil, N. (2006). *Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği*, TMOOB Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1.Cilt, Ankara, 195-204.
3. Kıran, A. (2005). *Ortadoğu'da Su: Bir Çatışma ya da Uzlaşma Alanı* (Birinci Basım). İstanbul: Kitap Yayınevi, 11-14, 23.
4. İnternet: WaterResources of the United States. Dünyadaki suyun dağılımı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwater.usgs.gov%2Fedu%2Fgraphics%2Fturkish%2Fearthwheredistribution.gif&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
5. İnternet: Slideplayer. Su kaynaklarının BM verilerine göre kıtalara dağılımı. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fimages.slideplayer.biz.tr%2F24%2F7534781%2Fslides%2Fslide_4.jpg&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
6. İnternet: Unwater. Su sıkıntısı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.unwater.org%2Ftopics%2Fwater-and-urbanization%2Fen%2F&date=2016-10-07>, Son Erişim Tarihi: 07.10.2016.
7. İnternet: Düzen, Nejdet. Gediz Nehri. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.wikipedia.org%2Fwiki%2FGediz_Nehri%23%2Fmedia%2FFile%3AGedizRiver_IzmirProvince_Turkey.jpg&date=2016-11-08, Son Erişim Tarihi: 08.11.2016.
8. İnternet: Kılıçoğlu, İhsan Deniz. Uzungöl görünümü. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.wikipedia.org%2Fwiki%2FUzung%25C3%25B6l%2C_%25C3%2587aykara%23%2Fmedia%2FFile%3AUzung%25C3%25B6l_lake_and_town.jpg&date=2016-11-08, Son Erişim Tarihi: 08.11.2016.
9. İlbank A.Ş. (2004). *İçme Suyu Etüt Çalışmaları El Kitabı*, Ankara, 1-6, 12-24.
10. İnternet: Cihan Haber Ajansı. Avşa Belediyesi Deniz Suyundan İçme Suyu Elde Eden Ünite. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fimg1.cihan.com.tr%2Fd11%2F96b4b6441c50b4309e07922b00399414%2F53756e20%2Firis%2Fcihan%2F2012%2F12%2F03%2Fgallery_watermarked%2F00000801827.jpg&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.

11. İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Dalaman Akköprü Barajı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mgm.gov.tr%2FFILES%2FHaberler%2F2011%2Fdalaman%2Fresim2.jpg&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
12. İnternet: Deretepe. Pozantı (Adana) Belediyesi İçme Suyu kaynağı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.deretepe.net%2Fwp-content%2Fuploads%2Ferdemli-Dortyol-Kilis-Gaziantep-Gezisi-180.jpg&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
13. İnternet: Latif Abdioğlu. Keson kuyu örneği. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Flatifabdioglu.tr.gg%2FKeson-kuyu.htm&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
14. İnternet: Osmanlısu. Sondaj kuyusu açma. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.osmanlisu.net%2Fdefault.asp%3Fmod%3Dcontent%26t%3Dsondaj-suyu%2Csondaj-su%2Csondaj-su-satisi%2Csondaj-sucu%26ID%3D763%26cID%3D138&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
15. İnternet: Sulamatr. Drenaj yapılması gereken tarım alanı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fsulamatr.com%2Ftarimsal-drenaj%2F&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
16. İnternet: Ege Grup Dekorasyon. Drenaj borularıyla fazla suyun toplanması. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.egegrupdekorasyon.com.tr%2Fhizmet-32-drenaj--uygulamalari.html&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
17. İnternet: Doğan İnşaat. Drenaj borusunun fazla suyu akarsuya iletmesi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fdoganinsaatltd.com.tr%2Ffoto galeri-drenaj-k-yaps-1-sayfa-1.html&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
18. Özsoy, S. (2009). *Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Ankara, 17.
19. İnternet: Devlet Su İşleri. Su kaynakları potansiyeli. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.dsi.gov.tr%2Ftoprak-ve-su-kaynaklari&date=2016-10-07>, Son Erişim Tarihi: 07.10.2016.
20. Çakmak, B. ve Aküzüm, T. (2006). *Türkiye’de Tarımda Su Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri*, TMOOB Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2.Cilt, Ankara, 349-360.

21. UNDP. (2006). *Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis*, Human Development Report 2006, 134-135.
22. Evsahibioğlu, A.N., akmak, B. ve Aküzüm, A. (2010). *Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınıraşan Sular*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII.Teknik Kongresi, Cilt 1, Ankara, 125.
23. İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. MGM yıllık yağış verileri tablosu. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mgm.gov.tr%2Fveridegerlendirme%2Fyillik-toplam-yagis-verileri.aspx&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
24. Karakilik, Y. (2008). Bölgesel Su Anlaşmazlıklarının Küresel atışmaya Dönüşme Riski: Fırat ve Dicle Örneği, *Uluslararası Hukuk ve Politika Dergisi*, Cilt 4, No:16, 4.
25. İnternet: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı ölleşme ve Erezyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Türkiye'deki havzalar. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cem.gov.tr%2Ferozyon%2FAnaSayfa%2Fhavza_yeni%2FGenel_bilgiler%2Fturkiyede_havza_rehabilitasyon.aspx%3Fsflang%3Dtr&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
26. Akın, M. ve Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Sayı: 47,2, Ankara, 111.
27. Coşkun, A. (2010). AB Su ereve Direktifi Açısından Türk Hukukunda Nehir Havza Yönetim Planlaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Sayı 1, 43-55.
28. İnternet: Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. Ankara'nın su kaynakları. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.aski.gov.tr%2Ftr%2F815-su-kaynaklarimiz-icerik.html&date=2016-10-07>, Son Erişim Tarihi: 07.10.2016.
29. İnternet: Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. Kesikköprü barajı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.aski.gov.tr%2Ftr%2Ficerik.aspx%3Fdetay%3D884%26id%3D815&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
30. Köle, M. (2012). *Ankara Örneklemini Üzerinde İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Yönetimine Etkisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 28-29, 58-64, 99-105.
31. Ankara Büyükşehir Belediyesi. (2006). 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı: Plan Açıklama Raporu, *Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve şehircilik Dairesi Başkanlığı 2006 Yayını*, Ankara, 121, 482.

32. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu. Türkiye'de yıllık su kullanım miktarları. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D18779&date=2016-10-08>, Son Erişim Tarihi: 08.10.2016
33. Yastı, M.A. (2008). *Çubuk Ovası Kuzeydoğusunun (Ankara) Hidrojeoloji İncelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara, 59.
34. Meriç, B.T. (2004). Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye. *Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Sayı 28 (1)*, 28, 31-34.
35. Karadağ, A.A. (2008). *Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri*, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Sonuç Bildirisi, Ankara, 390, 393-398.
36. Polatkaya, C.P. (2010). Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Gerekliği, Örneklerle Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Su Kaynakları Yönetimi ve Su Kaynaklı Doğal Afetlerin Kontrolü Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 3, 15.
37. Harmancıoğlu, N., Gül, A. ve Fıstıkoğlu, O. (2002). Entegre Su kaynakları Yönetimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Sayı 419*, 1-11.
38. İnternet: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Entegre havza yönetimi için karar destek sistemi şeması. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fsuyonetimi.ormansu.gov.tr%2FLibraries%2Fsu%2FEHYP_KDS_ve_modelleme_20131128.sflb.ashx&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
39. Aküzüm, T., Çakmak, B. 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3(1)*,67-74.
40. Civelek, İ.G. (1998). *Çevre Mevzuatı El Kitabı*, (Birinci Basım). Trabzon: Özgür Yayınevi, 24-25.
41. Yamanoglu, G.Ç. (2006). *Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 4-7.
42. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Sera gazı emisyon değerleri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.csb.gov.tr%2Fprojeler%2Fiklim%2Findex.php%3FSayfa%3Dhaberdetay%26Id%3D12746&date=2016-10-31>, Son Erişim Tarihi: 31.10.2016

43. Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 1*, 47-65.
44. İnternet: Wikimedia/Wikipedia. Sera etkisi. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwiki%2Fcommons%2Fthumb%2F1%2F1%2FGreenhouse_Effect-tr.svg%2F2000px-Greenhouse_Effect-tr.svg.png&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
45. İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Emisyon senaryoları. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mgm.gov.tr%2Fiklim%2Fiklim-degisikligi.aspx%23sfU&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
46. İnternet: Wikimedia/Wikipedia. Bölgelere göre iklim tipleri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwiki%2Ftr%2F8%2F80%2F%25C4%25B0klimtipleri123.jpg&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
47. İnternet: Şen, Ömer Lütfi. Türkiye'de iklim değişikliği. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fclimatechangeinturkey.com%2Ftr%2Fa3.html&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
48. Şen, Ö.L., Bozkurt, D., Göktürk, O.M., DüNDAR, B. ve Altürk, B. (2014). Türkiye'de İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. *Sabancı Üniversitesi, İstanbul Politikalar Merkezi, Mercator-İPM Araştırma Programı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü*, 5.
49. Türkeş, M., Sümer, U.M. ve Çetiner, G. (2000). *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Seminer Notları, 13-15.
50. İnternet: Birleşmiş Milletler. İklim çerçeve mevzuatı. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fiklim.cob.gov.tr%2Fiklim%2FFiles%2FMevzuat%2FBM_iklimcerceve.pdf&date=2016-10-08, Son Erişim Tarihi: 08.10.2016.
51. Türkeş, M. (2001). Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. *Tesisat Mühendisliği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın, Sayı 61*, 2-4, 6-15.
52. İnternet: Bianet. Paris Konferansı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbianet.org%2Fbianet%2Ftoplum%2F170118-iklim-degisikligine-karsi-paris-anlasmasi-imzalandi-uzmanlar-nededi&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016
53. İnternet: Business HT. Paris Konferansı'nın hedefledikleri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.businessht.com.tr%2Fg>

[uncel%2Fhaber%2F1145412-iklim-degisikliginde-kopruden-once-son-cikis&date=2016-10-08](#), Son Erişim Tarihi: 08.10.2016.

54. TBMM. (2008). Meclis Araştırma Komisyon Raporu, 23. Dönem, 26. Cilt, 2. Yasama Yılı, 138. Birleşim, *Türkiye Büyük Millet Meclisi Tutanak Dergisi*, Ankara, 29.
55. Yiğitbaşıoğlu, H. ve Köle, M. (2013). Küresel İklim Değişikliğinin Ankara İli Ana Su Kaynaklarına Olası Etkisi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, Sayı 27, 69-71.
56. İnternet: Ankara tarihi. İlk açıldığı yıl Çubuk barajı görünümü. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fankaratarihi.blogspot.com.tr%2F2009%2F12%2Fankarada-su-sorunu-ve-yesil-politika.html&date=2016-10-05>, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
57. İnternet: Wikipedia. Jensen Planı olarak anılan Ankara nazım planı. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.wikipedia.org%2Fwiki%2FHermann_Jansen%23%2Fmedia%2FFile%3AJansen_Plan%25C4%25B1.jpg&date=2016-10-05, Son Erişim Tarihi: 05.10.2016.
58. Bilen, Ö. (2009). *Türkiye'nin Su Gündemi: Su Yönetimi ve AB Su Politikaları*, (İkinci Basım). Ankara: DSİ, 95-96.
59. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, (2012). Yer Altı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmî Gazete 07.04.2012/28257, Ankara.
60. Özdemir, A. (2010). Türkiye Yer Altı Suyu Sondaj Uygulamalarına Genel Bir Bakış, *1.Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı, Eskişehir*, 12.

EKLER

EK-1 Yer altı sularının temel kirleticileri

Çizelge 1.1. Temel kirleticiler listesi [59]

TEMEL KİRLETİCİLER LİSTESİ
Organohalojen bileşikler ve su çevresinde bu gibi bileşikler oluşturabilecek maddeler
Organofosforlu bileşikler.
Organotin bileşikler.
Kanserojen ya da biçim bozucu (mutajenik) özellikler ya da stroidojenik, tiroit, üreme ya da diğer endokrin bağlantılı faaliyetleri su çevresinde ya da su çevresi yoluyla etkileyebilecek özelliklere sahip olduğu kanıtlanmış maddeler ve preparatlar ya da türevleri.
Kalıcı hidrokarbonlar ve kalıcı ve biyolojik olarak birikebilir organik toksik maddeler.
Siyanürler
Metaller ve metal bileşikleri
Arsenik ve arsenik bileşikleri
Biosidler ve bitki koruma ürünleri
Askıda katı maddeler
Ötrofikasyona katkıda bulunan maddeler (özellikle nitratlar ve fosfatlar)

EK-2 Yıllık sondaj kapasitesi

Çizelge 2.1. Türkiye'deki su sondajı kapasitesinin sayısal verileri [60]

SU SONDAJ KURULUŞU	SONDAJ MAKİNASI SAYISI (Adet)	YILLIK SONDAJ KAPASİTESİ	
		Kuyu (Adet)	Metre
DSİ	51	350	45 000
İL ÖZEL İDARELERİ	35	700	150 000
İLLER BANKASI	11	100	10 000
ÖZEL	900	10 000	1 500 000
TOPLAM	997	11 150	1 705 000

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AYGÜN, Görkem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.03.1987 / ANKARA
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 508 77 97
Faks : 0 (312) 508 77 99
e-mail : gaygun@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	İnşaat Mühendisliği – Orta Doğu Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Özel Arı Lisesi (Tam burslu)	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-	İller Bankası A.Ş.	Teknik Uzman Yardımcısı
2013 Temmuz-	TÜMAŞ Türk Mühendislik	İnşaat Mühendisi
2013 Kasım	Müşavirlik ve Müteahhitlik A.Ş.	

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca.

Hobiler

Türkü söylemek, bağlama çalmak, kitap okumak.



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ