

**T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
AVRUPA BİRLİĞİ ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**KÜRESEL ISINMANIN KULLANILABİLİR SU
KAYNAKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN EKONOMİ
POLİTİĞİ: TÜRKİYE-ALMANYA ÖRNEĞİ**

**Erkin Cihangir Karataş
2502150014**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. Havva TUNÇ**

**İKİNCİ DANIŞMAN
DOÇ. DR. Aycan HEPSAĞ**

İstanbul - 2022

ÖZ

KÜRESEL ISINMANIN KULLANILABİLİR SU KAYNAKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN EKONOMİ POLİTİĞİ: TÜRKİYE-ALMANYA ÖRNEĞİ

ERKİN CİHANGİR KARATAŞ

Bu çalışmanın amacı küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki etkisini miktar açısından ele alarak makro ekonomiye yönelik ortaya koyduğu ve gelecekte ortaya koyması olası etkilerini değerlendirmektir. Bu değerlendirme Türkiye ve Almanya örneklerinin ulusal ölçeklerinde ve örnek ülkelerin içinde bulunan birer havza alt örneği ölçeğinde yapılmıştır. Bu amaçla 1990 yılından başlayarak bugüne en yakın aralıktaki veri dizileri kullanılarak ekonometrik bir analiz oluşturulmuştur. Kendi içinde tutarlılık arz etmesi amacıyla veri dizilerinin her biri birer kaynaktan toplanmıştır. Bu amaçla küresel sıcaklıktaki değişim anomalilerindeki yıllık değişim için Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi, ulusal ölçekteki ve havza ölçeğindeki tatlı su çekimleri için Avrupa Çevre Ajansı, makro ekonomik değişkenler için Dünya Bankası verileri kullanılmıştır.

Yapılan analizde başta Vektör Otoregresyon (VAR) modeli kullanılarak küresel ısınma, örnek ülkelere ve havzalara ait su çekimleri ve örnek ülkelerin makro ekonomik değişkenlerine ait veri dizileri arasında birer nedensellik sınaması yapılmıştır. VAR modele dayalı olarak yapılan nedensellik sınamalarının ardından aynı veri dizileri kullanılarak Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) model aracılığıyla küresel ısınma, örnek ülkelere ve havzalara ait su çekimleri ve örnek ülkelerin makro ekonomik değişkenleri birer gelecek tahminlemesine tabi tutulmuştur.

VAR modele dayalı olarak yapılan nedensellik sınamasında küresel ısınma ile Türkiye'nin ulusal çaptaki sektörel su çekimleri ve örnek havza ölçeğindeki toplam su çekimi arasında herhangi bir nedensellik bağının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Almanya örneği için yapılan nedensellik sınamasında ise ulusal ölçekte yapılan sektörel su çekimleri arasında yalnızca tarım sektörü ve küresel ısınma arasında bir nedensellik bağı tespit edilmiştir. Almanya'dan seçilen örnek havzadan yapılan toplam su çekimi ve küresel ısınma arasında bir nedensellik bağı

bulunamamıştır. Buna karşılık örnek ülkelerin makro ekonomik değişkenleri ile ulusal düzeyde yapılan sektörel su çekimleri arasında farklı düzeylerde çeşitli nedensellik bağları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ESTAR model yardımıyla yürütülen ekonometrik analizin ikinci aşamasında elde edilen sonuçlardan biri küresel ısınma öngörüsü orta vadedeki gelecekte artış oranının azalarak yaklaşık 0,76°C dengede seyredeceğidir. Bu sonuç Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin RCP2.6 kodlu senaryosu ile uyumludur. Su çekimi ve makro ekonomik değişkenlerdeki tahminlemeler ise örnek ülkelere ve sektörlerine göre farklılık göstermektedir. Türkiye'nin gelecekte yapacağı su çekiminin artmasıyla kaynakların daha büyük bir baskı altına gireceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca rağmen Türkiye'nin ve örnek havzasının kullanılabilir su varlığı ekonomik büyüme için orta vadeli gelecekte yeterli görünmektedir. ESTAR modele dayalı analiz ışığında Almaya örneği için söz konusu su baskısı genel anlamda artış gösterse de Almanya'nın kullanılabilir su kaynakları hem ulusal çapta hem de havza ölçeğinde Almanya'nın ekonomik etkinliğini yakın ve orta vadeli gelecekte rahatlıkla destekleyebilir nicelikte olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Birliği, Küresel Isınma, Su Kaynakları, Su Ekonomisi, Su Yönetimi, Sürdürülebilirlik, Su Çerçeve Yönergesi.

ABSTRACT

ECONOMIC POLICY OF THE EFFECT OF GLOBAL WARMING ON AVAILABLE WATER RESOURCES: THE CASE OF TURKEY-GERMANY

ERKİN CİHANGİR KARATAŞ

The aim of this study is to evaluate the impact of global warming on water resources in terms of quantity and to evaluate its possible effects on the macro economy and its possible future effects. This evaluation was made at the national scales of Turkey and Germany samples and at the scale of one basin subsample within the sample countries. For this purpose, starting from 1990, an econometric analysis was created by using the data series in the closest range to the present. In order to provide consistency within itself, each of the data series was collected from a single source. For this purpose, data from the US National Aeronautics and Space Administration for the annual change in global temperature variation anomalies, the European Environment Agency for national and basin scale fresh water withdrawals, and the World Bank for macroeconomic variables were used.

In the analysis, a causality test was conducted between the data sets of global warming, water withdrawals of sample countries and basins and macroeconomic variables of sample countries by using the Vector Autoregression (VAR) model. After causality tests based on the VAR model, global warming, water withdrawals of sample countries and basins, and macroeconomic variables of sample countries were subjected to future predictions by using the same data sets using the Exponential Soft Transition Autoregressive (ESTAR) model.

In the causality test based on the VAR model, it was concluded that there is no causal link between global warming and Turkey's national sectoral water withdrawals and the total water withdrawal at the sample basin scale. In the causality test conducted for the example of Germany, a causal link was determined only between the agricultural sector and global warming among the sectoral water withdrawals made on a national scale.

No causal link was found between the total water withdrawal from the sample basin selected from Germany and global warming. On the other hand, it has been concluded that there are various causality links at different levels between the macroeconomic variables of the sample countries and the sectoral water withdrawals at the national level.

One of the results obtained in the second stage of the econometric analysis carried out with the help of the ESTAR model is that the rate of increase in the global warming prediction in the medium-term future will decrease and remain in balance at approximately 0.76°C. This result is compatible with the scenario coded RCP2.6 of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Estimates of water withdrawal and macroeconomic variables differ according to sample countries and sectors. It has been concluded that Turkey's resources will come under greater stress with the increase of water withdrawal in the future. Despite this result, the usable water availability of Turkey and the sample basin seems to be sufficient for economic growth in the medium-term future. In the light of the analysis based on the ESTAR model, although the aforementioned water stress for the example of Germany has increased in general, it has been seen that Germany's usable water resources, both at the national and basin scale, can easily support the economic activity of Germany in the near and medium term future.

Keywords: European Union, Global Warming, Water Resources, Water Economy, Water Management, Sustainability, Water Framework Directive.

ÖNSÖZ

Sanayi devrimi eski dünyanın toprağa ve kas gücüne dayalı olan üretim tarzını geri dönülemeyecek biçimde değiştirmiştir. Devrimin ortaya çıkardığı makine gücüne dayalı kitlesel nitelikteki üretim tarzı kas gücünden ziyade fosil yakıtlara bağımlı bir yapı ortaya çıkarmıştır. Fabrikalar ve makineler güç ihtiyacını kömür ve petrolden karşılamıştır. Çevresel farkındalığın ve endüstriyel verimin düşük olduğu dönemde bu üretim tarzı dünyanın sahip olduğu doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmaya başlamıştır. Bu baskı, kaynakların aşırı sömürülmesinin yanı sıra sanayinin ve büyüyen kentlerin atıklarına bağlı olarak kirlenmesiyle meydana gelmiştir. Sanayi devrimini içine alan yıllar arasında insanlık o güne kadar yaptığından çok daha fazla miktarda karbondioksiti atmosfere pompalamıştır. Karbon salınımı ve çevresel kirlenme sanayi devrimiyle sınırlı kalmamış sonraki yıllarda da uzun süre devam etmiştir. Fakat insanlık yaratılan tahribatın boyutunun bölgesel olmaktan ziyade küresel ölçekte olduğunu ancak son yüz yıllık süreçte anlayabilmiştir.

Karbondioksit başta olmak üzere atmosfere salınan sera gazlarının küresel ısınmaya neden olduğu ve buna bağlı olarak yaşanan iklim değişikliği sözü edilen kirlenmenin sonuçlarından biridir. Fakat doğurduğu ve doğuracağı sonuçlar bakımından diğer kirlenme sonuçlarından oldukça büyük ve kapsayıcıdır. Bu nedenle küresel ısınma ekolojiden ekonomiye birçok disiplinde çalışma konusu olmuştur. Küresel ısınma kısaca dünyaya gelen güneş ışınlarının belirli gazlar tarafından atmosfer içine hapsedilmesi sonucuyla bir sera etkisinin oluşması ve etkinin gezegeni ısıtması olarak tanımlanabilir. Bu durum küresel ölçekte gerçekleştiği için iklimin değişmesine bağlı olarak dünyada hesaplanabilen ve hesaplanamayan bir takım değişikliklerin meydana gelmesine neden olur. İklim bilimciler en yıkıcı etkinin devasa tatlı su kütleleri olan buzulların eriyerek okyanus seviyesinin yükselmesi olduğunu öngörmektedirler. Buna ek olarak ısınmanın dünyadaki tatlı su kaynaklarını da aşırı yağışlar ya da kuraklıklar aracılığıyla etkileyebileceği öngörülleri mevcuttur. Bu durum küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir.

Sonlu bir doğal kaynak olan su yaşamın ve tarımdan sanayiye üretimin her alanında bir girdi olarak yer alması nedeniyle işi kıt kaynaklarla sonsuz insan

ihtiyaçlarını karşılamak olan ekonominin çalışma konusu içine girmektedir. Küresel ısınma sonlu olan kullanılabilir su üzerindeki baskıyı artıracadından bu doğal kaynağın küresel ısınma bağlamında ekonomik açıdan ele alınması anlamlı olacaktır. Buna ek olarak tüm doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılması anlayışı son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Avrupa Birliği tarafından da kurumsal olarak benimsenen sürdürülebilirlik anlayışının doğal kaynaklar üzerindeki büyük baskıyı azaltmayı hedeflediği açıktır. Birlik sürdürülebilir bir toplum yaratma düşüncesiyle politik duruşunu şekillendirmeye başlamıştır. Bu durum nedeniyle son yıllarda kıta ölçeğinde önemli çalışmalar başlatmakla kalmamış küresel ölçekte de bu çabaları destekler bir tavır takınmıştır. Avrupa Birliği anabilim dalında küresel ısınmanın kullanılabilir su kaynakları üzerindeki etkisini konu alan bir çalışma yapmak bu iki düşüncenin bir ürünüdür. Fakat tek bir çalışma içerisinde küresel ısınma bağlamında dünya ölçeğindeki su kaynaklarını ekonomik açıdan ele almak siyasi sınırlara bölünmüş bir dünyada tutarlılık arz etmeyecekti. Bu nedenle çalışmanın Türkiye ve Almanya rneğinde yürütülmesine karar verilmiştir. Bu tür ikili bir örneklemenin karşılaştırmalı yapısı nedeniyle yöntem bakımından daha fikir verici olacağı düşünülmüştür. Ancak bu tür bir konu için ele alınan örneklerin ulusal ölçekte bırakılması daha güvenilir sonuçlara ulaşabilme isteği bakımından doğru bulunmamıştır. rnek ülkelerin ulusal sınırları içinde kalan birer havzası çalışmaya dahil edilerek daha kk birer örnek daha elde edilmiştir. Bu da ulusal ölçekte ulaşılan sonuçlarla havza ölçeğinde ulaşılan sonuçlar arasında bir karşılaştırma yapabilme fırsatı sunmuştur.

Yapılan bu çalışmada sayısal verilere dayalı nicel bir yöntem benimsenmiştir. Birinci bölümde küresel ısınma ve Hükümetlerarası Küresel İklim Değişikliği Paneli'nin iklim değişikliği senaryoları ele alınmıştır. Trllerine göre dünyadaki su kaynakları, suyun önemi ve kullanımı, su kıtlığı kavramı, su baskısı ltleri, ısınmanın su arzı ve talebi üzerindeki etkileri de birinci bölümde yer almıştır. Bunların çalışmadaki kavramları netleştireceği ve çalışmanın son bölümünde elde edilen sonuçların bazılarıyla karşılaştırmada kullanılabileceği düşünülmüştür.

Çalışmanın ikinci bölümünde su kaynaklarının ve kullanımının incelenmesi örnek ülkeler leğine indirgenmiştir. Daha tutarlı bir su kullanım ölçütü olması nedeniyle bu bölümde su ayak izi kavramına değinilmiş ve örnek ülkeler su ayak izi kavramı üzerinden incelenmiştir. İkinci bölüm su kaynakları yönetimini Avrupa Birliği

genelinden örnek ülkeler özeline doğru bir sırayla ele almıştır. Avrupa Birliği'nin su müktesebatına değinilerek bir üye ülke olan Almanya'nın ve aday ülke konumunda olan Türkiye'nin Birlik müktesebatıyla uyum durumları incelenmiştir.

Üçüncü ve son bölümde küresel ısınma ve kullanılabilir su kaynakları verileri ile makro ekonomik veriler değişken kabul edilerek ekonometrik bir analiz ortaya konmuştur. Analiz için seçilen Vektör Otoregresyon (VAR) ve Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) modellerinin kuramsal çerçeveleri çizilmiş ve kullanılan veri dizileri hakkında bilgiler verilmiştir. Ardından yürütülen literatür taramasında VAR ve ESTAR modellerini içeren küresel ısınma, su baskısı ve makro ekonomik değişkenler üçgeninde yürütülmüş bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu yönüyle çalışma literatürdeki benzerlerinden ayrılmaktadır. Son tahlilde ise ekonometrik analizin bulguları tablolar biçiminde verilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü süre boyunca su kaynaklarına ait veri dizilerinin elde edilmesi en sıkıntılı süreç olmuştur. Alman makamları ve resmi talebe rağmen Türk makamları talep edilen nitelikte ve nicelikte veri paylaşımı sağlamamışlardır. Ekonometrik analizde kullanılan veriler Avrupa Çevre Ajansı tarafından yalnızca bilimsel çalışmalarda kullanılmak, paylaşılmamak ve yayınlanmamak kaydıyla verilmiştir. Ekonometrik analizin tasarlandığı dönemde ve yürütüldüğü dönemin büyük bir bölümünde Tuz Gölü Havzası verilerine ulaşılammıştır. Uzayan sürecin sonunda ilgili havzanın verileri Avrupa Çevre Ajansı tarafından ancak üretildiği için çalışmaya son anda dahil edilmiştir.

Çalışmanın başladığı andan bittiği ana kadar bana özgür bir çalışma alanı açarak engin bilgilerini ve kültürel birikimlerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Havva TUNÇ'a şükran ve saygılarımı sunuyorum.

Diğer taraftan, çalışmamda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul, 2022
Erkin Cihangir Karataş

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	vi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
GRAFİKLER LİSTESİ	xvii
KISALTMALAR LİSTESİ	xx
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KÜRESEL ISINMA ve SU KAYNAKLARININ ÖNEMİ

1.1. Küresel Isınma ve Sera Gazları	6
1.1.1. Küresel Isınma	6
1.1.2. Küresel Isınma ve Sera Gazları İlişkisi	10
1.1.3. Sera Etkisine Neden Olan Gazlar	11
1.2. Su Kaynakları ve Suyun Önemi	15
1.2.1. Su Kaynakları	15
1.2.2. Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı	17
1.2.3. Suyun Ekonomik Önemi	23
1.2.3.1. Suyun Tarımsal Kullanımı	25
1.2.3.2. Suyun Endüstriyel Kullanımı	33
1.2.3.3. Suyun Kentsel Kullanımı	37
1.2.4. Suyun Çevresel Önemi	42
1.2.4.1. Suyun Doğal Kaynak Olarak Sürdürülebilirliği	43
1.2.4.2. Su Kaynaklarını Olumsuz Etkileyen Faktörler	47
1.2.5. Suyun Stratejik Önemi	51
1.3. Küresel Isınmanın Su Arzı ve Talebi Üzerindeki Etkileri	62
1.3.1. Küresel Isınmanın Su Arzı Üzerindeki Etkisi	62
1.3.2. Küresel Isınmanın Su Talebi Üzerindeki Etkisi	67

İKİNCİ BÖLÜM

KULLANILABİLİR SU KAYNAKLARI VE SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ

2.1. Türkiye Su Kaynakları ve Su Kullanımı	75
2.1.1. Türkiye'nin Kullanılabilir Su Kaynakları	77
2.1.2. Türkiye'nin Su Kullanımı	93

2.1.3. Türkiye'nin Su Ayak İzi.....	102
2.2. Almanya'da Su Kaynakları ve Su Kullanımı.....	109
2.2.1. Almanya'da Kullanılabilir Su Kaynakları	110
2.2.2. Almanya'nın Su Kullanımı	119
2.2.3. Almanya'nın Su Ayak İzi	129
2.3. Su Kaynakları Yönetimi	134
2.3.1. Avrupa Birliği'nde Su Yönetimi	134
2.3.2. AB Su Çerçeve Yönergesi	139
2.3.3. AB Ölçeğinde Su Alanında Faaliyet Gösteren Kuruluşlar	153
2.3.4. Türkiye'de Su Kaynakları Yönetimi	171
2.3.4.1. Yasal Çerçeve ve İdari Yapılanma.....	171
2.3.4.2. Havza Örgütlenmesi	178
2.3.4.3. Bütünleşik Yönetim.....	181
2.3.4.4. Türkiye'nin AB Su Çerçeve Yönergesi'ne Uyumu	190
2.3.5. Almanya'da Su Kaynakları Yönetimi	200
2.3.5.1. Yasal Çerçeve ve İdari Yapılanma.....	200
2.3.5.2. Havza Örgütlenmesi	210
2.3.5.3. Bütünleşik Yönetim.....	215
2.3.5.4. Almanya'nın AB Su Çerçeve Yönergesi'ne Uyumu	220

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EKONOMETRİK ANALİZ

3.1. Kuramsal Çerçeve.....	239
3.1.1. VAR ve ESTAR Modellerin Metodolojisi.....	239
3.1.2. Veri (Data)	245
3.1.2. Literatür Taraması.....	250
3.2. VAR Model Nedensellik Sınaması	266
3.2.1. Türkiye Örneğinin VAR Model Nedensellik Sınaması.....	266
3.2.1.1. Tarım Sektörü.....	269
3.2.1.2. Tarım Dışı Sektörler	270
3.2.1.3. Tuz Gölü Havzası.....	272
3.2.2. Almanya Örneğinin VAR Model Nedensellik Sınaması	274
3.2.2.1. Tarım Sektörü.....	277
3.2.2.2. Sanayi Sektörü	278
3.2.2.3. Kentsel Kullanım	279

3.2.2.4. Weser Havzası	281
3.3. ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi.....	284
3.3.1. Küresel Isınmanın ESTAR Modele Dayalı Tahminlemesi.....	284
3.3.2. Türkiye Örneğinin ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi	285
3.3.2.1. Ekonomideki Sektörlerin Yaratacağı Su Baskısı	286
3.3.2.2. Makroekonomik Göstergelerdeki Değişim	289
3.3.2.3. Tuz Gölü Havzası Su Baskısı	291
3.3.3. Almanya Örneğinin ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi	292
3.3.3.1. Ekonomideki Sektörlerin Yaratacağı Su Baskısı	292
3.3.3.2. Makroekonomik Göstergelerdeki Değişim	297
3.3.3.3. Weser Havzası Su Baskısı	299
SONUÇ	301
KAYNAKÇA	315
ÖZGEÇMİŞ	345

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: 1986–2005 Referans Dönemine Göre 21. Yüzyılın Ortaları ve Sonları İçin Küresel Ortalama Yüzey Hava Sıcaklığındaki Tahmini Değişim	8
Tablo 1.2: 1986–2005 Referans Dönemine Göre 21. Yüzyılın Ortaları ve Sonları İçin Küresel Ortalama Deniz Suyu Seviyesi Yüksekliğindeki Tahmini Değişim	8
Tablo 1.3: İklim Değişikliğine, Aşırı İklim Olaylarına ve Bunların Etkilerine Örnekler	9
Tablo 1.4: F-Gazların Özellikleri.....	13
Tablo 1.5: Sera Gazları Salınımlarını Azaltma Yollarına Örnekler	14
Tablo 1.6: Falkenmark Göstergesi	22
Tablo 1.7: Shiklomanov Göstergesi.....	23
Tablo 1.8: Dünyada Sulanan Arazilerin Kıtalar Göre Dağılımı	26
Tablo 1.9: Dünyada Sulanan Alanların Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı	27
Tablo 1.10: Dünyada Sulanan Alanların Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı (2018).....	27
Tablo 1.11: Sulama Suyuna Erişimin Yoksulluk Üzerindeki Olası Etkileri	32
Tablo 1.12: Bazı Sanayi Kollarında Üretilen Ürün Tonu Başına Su Kullanımı	33
Tablo 1.13: Su Kıtlığının Etkileri Belirli Sanayi Kolları Üzerindeki Etkileri	35
Tablo 1.14: Suyun ve Enerjinin Birbirleriyle Bağlantısı.....	36
Tablo 1.15: Gri Suyun Kaynağına Göre Oluşan Kirlletici Maddeler	39
Tablo 1.16: Günde Kişi Başına Düşen Asgari Su Miktarı.....	40
Tablo 1.17: Sürdürülebilirlik İçin Yönlendirici Etmenler	45
Tablo 1.18: Noktasal ve Noktasal Olmayan Su Kirliliği Kaynaklarının Karşılaştırılması	50
Tablo 1.19: Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ını İçinde Barındıran 24 Ülke	54
Tablo 1.20: Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ını Elinde Bulunduran 41 Ülke	55
Tablo 1.21: Dünyanın En Yüksek Oranda Su Edinilen 24 Ülkesinin Değerlendirilmesi ve Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ının Dağılımı	56
Tablo 1.22: Seçilen Nehir Havzalarına Genel Bakış	60
Tablo 1.23: Termoelektrik Enerji Üretimi İçin Su Kullanımı	73

Tablo 1.24: Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimi için Su Kullanımı	74
Tablo 2.1: 2019 Yılı Ortalama Yüzey Suyu Potansiyeli.....	80
Tablo 2.2: 2019 Yılı Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli	83
Tablo 2.3: Havzalara Göre Kişi Başına Düşen Su Potansiyeli	85
Tablo 2.4: Türkiye Geneline Kişi Başına Düşen Su Varlığı	87
Tablo 2.5: İl Bazında Baraj Doluluk Oranları	90
Tablo 2.6: Türkiye’de 2023 Yılı İçin Planlanan Su Çekiminin Sektörel Dağılımı.....	95
Tablo 2.7: Türkiye Belediye Su Göstergeleri	96
Tablo 2.8: Çekildiği Kaynağa Göre Kentsel Kullanım Suyu Miktarı.....	97
Tablo 2.9: 2018 Yılı Sektörel Su ve Atıksu Göstergeleri	97
Tablo 2.12: Yıllara ve Sektörlere Göre Kişi Başına Düşen Günlük Su Çekimi	102
Tablo 2.13: Su Ayak İzinin İncelendiği Başlıklar	103
Tablo 2.14: Başlıca Nehir Havzalarının Değerleri.....	113
Tablo 2.15: Yüzey Suları ve Boyutları	113
Tablo 2.16: Yeraltı Suları ve Boyutları	114
Tablo 2.17: Almanya Belediye Su Göstergeleri	124
Tablo 2.18: Çekildiği Kaynağa Göre Kentsel Kullanım Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016).....	124
Tablo 2.19: 2016 Yılı Sektörel Atıksu Göstergeleri (bin m ³).....	126
Tablo 2.20: Çekildiği Kaynağa Göre Sulama Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016).....	127
Tablo 2.21: Çekildiği Kaynağa Göre Sanayi Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016).....	127
Tablo 2.22: Almanya’nın Su Ayak İzi ve Sanal Su Dengesi.....	134
Tablo 2.23: Su Çerçeve Yönergesi’nin Uygulanmasını İçin Zaman Çizelgesi.....	150
Tablo 2.24: Üye Devletler İçin Ortak Uygulama Sorunları	152
Tablo 2.25: Türkiye’de Su Yönetimine Dair Yapılan Yasal Düzenlemeler.....	172
Tablo 2.26: Türkiye Nehir Havzaları ve Numaraları	180
Tablo 2.27: Su ile İlgili Eylem Planları	184
Tablo 2.28: Kentsel Atık Su Arıtma Tesisleri	185
Tablo 2.29: İçme Suyu Arıtma Tesisleri.....	185
Tablo 2.30: Su Kalitesi Yönetimi Sektörü Mevcut Durum, Yasal ve Kurumsal Çerçeve	191
Tablo 2.31: Alman Su Kaynakları Yönetiminin Temel Yasal Hükümleri	202
Tablo 2.32: Almanya’da Su Yönetimine Dair Federal Düzeyde Yapılan Yasal Düzenlemeler	204

Tablo 2.33: Federal Hükümet Bünyesindeki Su Kaynakları Yönetimi	207
Tablo 2.34: Alman Su Sektöründe Faaliyet Gösteren Dernekler ve Özel Amaçlı Kuruluşlar	208
Tablo 2.35: Kamu Atıksu Arıtma Tesislerinde Arıtılan Atıksu.....	210
Tablo 2.36: Almanya Nehir Havzaları	211
Tablo 2.37: Almanya Nehir Havzalarındaki Eyalet Yönetimi Dağılımı	213
Tablo 2.38: Almanya Nehir Havzası Yönetimi Plan Durumu.....	221
Tablo 2.39: Almanya Taşkın Riski Yönetimi Plan Durumu.....	221
Tablo 2.40: SÇY Uyarınca Su Kaynakları Durumu Değerlendirme Ölçütlerine Genel Bakış	224
Tablo 2.41: Almanya’da Su Kütlesi İzleme Türleri ve Sayılarındaki Değişim	225
Tablo 3.1: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları	267
Tablo 3.2: Tarımsal Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları	269
Tablo 3.3: Tarım Dışı Sektörlerin Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları	271
Tablo 3.4: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları	273
Tablo 3.5: Tuz Gölü Havzası Su Çekimi ve Küresel Isınma Nedensellik Sınaması Sonuçları	274
Tablo 3.6: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları”	275
Tablo 3.7: Tarımsal Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları	277
Tablo 3.8: Sanayi Sektörü Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları	278
Tablo 3.9: Kentsel Kullanım Amaçlı Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları..	280
Tablo 3.10: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları	282
Tablo 3.11: Weser Havzası Su Çekimi ve Küresel Isınma Nedensellik Sınaması Sonuçları	283

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Sera Gazı Etkisi.....	10
Şekil 1.2: Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı Alanları.....	19
Şekil 1.3: Tarımsal Etkinlik Tarafından Çekilen Tatlı Su Miktarı (% , 1999-2013)	28
Şekil 1.4: Su Güvenliği ve S Eğrisi	52
Şekil 1.5: İklim Değişikliği ile İlgili Olarak Su, Enerji, Gıda ve Arz/Talep Bağı	69
Şekil 2.1: Türkiye Yağış Normalleri	77
Şekil 2.2: Türkiye Su Potansiyeli	78
Şekil 2.3: Türkiye 2019 Yılı Kuraklık Haritası (SPI).....	88
Şekil 2.4: Türkiye 2019 Yılı Kuraklık Haritası.....	89
Şekil 2.5: Havzalara Göre Alansal Yağışların Normalleri Karşılama Oranları (1 Ekim- 30 Kasım 2020)	89
Şekil 2.6: Avrupa'da Su Baskısı	92
Şekil 2.7: Türkiye'nin Su Ayak İzi ve Sanal Su Dengesi	108
Şekil 2.8: Almanya Yağış Normalleri	111
Şekil 2.9: Almanya'nın Su Potansiyeli	112
Şekil 2.10: Almanya Yıllık Ortalama Yüzey Akışı Derinliği (1961-90).....	115
Şekil 2.11: Akifer Tipine, Kapsamına ve Verimliliğine Göre Yeraltı Suyu Kaynakları	117
Şekil 2.12: 1961-1990 Yılları Arası Almanya'nın Ortalama Kuraklık Haritası	118
Şekil 2.13: 2020 Yılı Almanya'nın Ortalama Kuraklık Haritası	118
Şekil 2.14: Su Çerçeve Yönergesi ile Bağlantılı Diğer Yönergeler	140
Şekil 2.15: Su Çerçeve Yönergesi'nin Sistemik Amacı ve Metodolojik Yaklaşımı	142
Şekil 2.16: Nehir Havzası Yönetim Planı Gelişim Süreci	144
Şekil 2.17: Su Çerçeve Yönergesi Su Yönetimi Temel Şeması	146
Şekil 2.18: WE'nin Akıllı-Su Toplumu İçin Geleceğe Dönük Olarak Tasarladığı Model.....	157
Şekil 2.19: Avrupa Yeşil Anlaşması.....	165
Şekil 2.20: Türkiye Nehir Havzaları Haritası	179
Şekil 2.21: Bütünleşik Su Yönetimi Sistemi	182
Şekil 2.22: Su Kaynakları Yönetiminde Üç Kademeli İdari Yapı	205
Şekil 2.23: Alman Su Yönetiminde Kurumlar ve İşlevler	206
Şekil 2.24: Almanya Nehir Havzaları Haritası	212
Şekil 2.25: Almanya Su Sektörü Fiyat/Ücret Sınıflandırması ve Denetimi	217

Şekil 2.26: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler hariç).....	230
Şekil 2.27 : Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler dahil).....	231



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1: Dünyadaki Suyun Kaynaklara Göre Dağılımı	16
Grafik 1.2: Tarım Sektörü Tatlı Su Çekiminin Toplam Su Çekimindeki Payı En Yüksek Olan 20 ülke (1999-2013)	29
Grafik 1.4: Konutlarda Su Kullanımının Faaliyete Göre Dağılımı	38
Grafik 1.5: Bazı Asya Kentlerinde Su Tüketimi ve Kişi Başına Düşen Gelir	41
Grafik 1.6: Hane Halkı Büyüklüğünün Su Kullanımı Üzerindeki Etkisi (Başı Günlük Litre)	42
Grafik 1.7: Su Talebindeki Yıllık Artış (2005-2030)	68
Grafik 2.1: 2019 Yılı Havzalara Göre Ortalama Akış Hacmi	81
Grafik 2.2: 2019 Yılı Nehir Havzaları Potansiyel İştirak Oranları	82
Grafik 2.3: 2019 Yılı Yeraltı Suyu İşletme Rezervi	84
Grafik 2.4: Havza Ölçeğinde Baraj Doluluk Oranları Farkı 2018-2019	91
Grafik 2.5: Su Kullanımının Sektörel Dağılımı	94
Grafik 2.6: Gelişmişlik Düzeyine Göre Su Kullanımının Sektörel Dağılımı	94
Grafik 2.7: Çekildiği Kaynağa Göre Türkiye 2018 Yılı Sektörel Su Kullanımı (km ³ /yıl)	100
Grafik 2.9: Sulama İle Sağlanan Üretim Değerleri Artışı (TL/da)	101
Grafik 2.10: Türkiye’de Üretimin Su Ayak İzi	104
Grafik 2.11: Sektörlere Göre Üretimin Su Ayak İzi	105
Grafik 2.12: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Türkiye’de Üretimin Su Ayak İzi	105
Grafik 2.13: Türkiye’de Tüketimin Su Ayak İzi	106
Grafik 2.14: Sektörlere Göre Tüketimin Su Ayak İzi	107
Grafik 2.15: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Türkiye’de Tüketimin Su Ayak İzi	107
Grafik 2.16: Almanya’da Kullanılabilir Su Kaynakları ve Sektörel Su Çekimi (2013)	120
Grafik 2.16: Almanya’da Kullanılabilir Su Kaynakları ve Sektörel Su Çekimi (2013)	121
Grafik 2.18: Almanya’da Yıllara Göre Sektörel Tatlı Su Çekimi (milyar m ³ /yıl)	122
Grafik 2.19: Almanya’da Su Kullanım Endeksi	123
Grafik 2.20: Almanya’nın Sektörel Su Kullanım Dağılımının Karşılaştırılması	129
Grafik 2.21: Almanya’da Üretimin Su Ayak İzi	130
Grafik 2.22: Sektörlere Göre Üretimin Su Ayak İzi	131
Grafik 2.23: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Almanya’da Üretimin Su Ayak İzi	131

Grafik 2.24: Almanya'da Tüketimin Su Ayak İzi.....	132
Grafik 2.25: Sektörlere Göre Tüketimin Ayak İzi.....	133
Grafik 2.26: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Almanya'da Tüketimin Su Ayak İzi...	133
Grafik 2.27: Su Arzında Kamu ve Özel Kesim Dağılımı.....	209
Grafik 2.28: Almanya'nın Su Teminindeki Maliyet Yapısı	218
Grafik 2.29: Almanya'nın Atıksu Bertarafındaki Maliyet Yapısı.....	219
Grafik 2.30: Almanya'da Yüzey Sularının Ekolojik Yönden SÇY'ye Uyum Durumu (1. Havza Yönetim Dönemi).....	227
Grafik 2.31: Almanya'da Yüzey Sularının Ekolojik Yönden SÇY'ye Uyum Durumu (2. Havza Yönetim Dönemi).....	229
Grafik 2.32: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler hariç) ...	232
Grafik 2.33: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler dahil) ...	233
Grafik 2.34: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Miktar Yönünden Uyum Durumu.....	235
Grafik 2.35: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Miktar Yönünden Uyum Durumu	236
Grafik 2.36: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönünden Uyum Durumu	237
Grafik 2.37: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönünden Uyum Durumu.....	238
Grafik 3.1: Küresel Sıcaklık Anomalisindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049).....	285
Grafik 3.2: Türkiye'nin Tarım Sektörüne Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)	286
Grafik 3.3: Türkiye'nin Tarım Dışı Sektörlere Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022- 2049)	288
Grafik 3.4: Türkiye'nin GSYİH'sindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049).....	289
Grafik 3.5: Türkiye'nin İşsizlik Oranındaki Değişim Öngörüsü (2022-2032).....	290
Grafik 3.6: Tuz Gölü Havzasına Ait Toplam Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)	291
Grafik 3.7: Almanya'nın Tarım Sektörüne Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)	293
Grafik 3.9: Almanya'nın Kentsel Kullanıma Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022- 2032)	295

Grafik 3.10: Almanya'nın Toplam Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2032)	296
Grafik 3.11: Almanya'nın GSYİH'sindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049)	297
Grafik 3.12: Almanya'nın İşsizlik Oranındaki Değişim Öngörüsü (2022-2049).....	298
Grafik 3.13: Weser Havzasına Ait Toplam Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)	299



KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABA	: Avrupa Birliği'ni Kuran Antlaşma
AbwAG	: Abwasser abgabengesetz (Atıksu Vergi Yasası)
AbwV	: Abwasserverordnung (Atıksu Yönetmeliği)
AÇA	: Avrupa Çevre Ajansı
ADF	: Augmented Dickey-Fuller
AE	: Aqua Europa (Aqua Avrupa)
AET	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
AöW	: Allianz der öffentlichen Wasserversorger e.V. (Kamu Su Tedarikçileri Birliği)
APE	: Aqua Publica Europea
AR	: Otoregresif Model
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli)
AT	: Avrupa Topluluğu
ATT	: Association of Drinking Water from Reservoirs (Rezervuarlardan İçme Suyu Derneği)
ATV-DVWK	: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Alman Su Yönetimi, Kanalizasyon ve Atık Derneği)
AwSV	: Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Suyu Kirleten Maddelerin İşlenmesine Yönelik Tesisler Yönetmeliği)
AYA	: Avrupa Yeşil Anlaşması
AYB	: Avrupa Yatırım Bankası
AYO	: Araştırma ve Yatırım Ortaklığı
BAM	: Federal Malzeme Araştırma ve Deneme Enstitüsü
BAW	: Federal Su Yolları Mühendisliği ve Araştırma Enstitüsü
BBodSchG	: Bodenschutzgesetz (Toprak Koruma Yasası)
BDE	: Bromlu Difenil Eterler
BDEW	: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Federal Enerji ve Su Yönetimi Birliği)
BGR	: Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü
BGW	: Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (Federal Alman Gaz ve Su Yönetimi Birliği)

BfArM	: Federal İlaç ve Tıbbi Cihaz Enstitüsü
BfG	: Federal Hidroloji Enstitüsü
BfN	: Federal Doğa Koruma Ajansı
BfR	: Federal Risk Değerlendirme Enstitüsü
BfS	: Federal Radyasyondan Korunma Dairesi
BMBF	: Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı
BMEL	: Federal Gıda ve Tarım Bakanlığı
BMG	: Federal Sağlık Bakanlığı
BMVI	: Federal Ulaştırma ve Dijital Altyapı Bakanlığı
BMWİ	: Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı
BMUB	: Alman Nükleer Güvenlik Bakanlığı
BMZ	: Federal Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Bakanlığı
BNatSchG	: Bundesnaturschutzgesetz (Federal Doğa Koruma Yasası)
BREF	: Best Available Techniques Reference
BSH	: Federal Denizcilik ve Hidrografi Kurumu
BWK	: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (Su Kaynakları Yönetimi, Atık Yönetimi ve Ziraat Mühendisliği Mühendisleri Federasyonu)
CEN	: The European Committee for Standardization (Avrupa Standardizasyon Komitesi)
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇKS	: Çevresel Kalite Standardı
ÇŞB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
ÇYGM	: Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
DGL	: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (Alman Limnoloji Derneği)
DF	: Dickey-Fuller
DIN/NAW	: Deutsches Institut für Normung, Fachausschuss Wasserwesen (Alman Standardizasyon Enstitüsü, Su Yönetimi Komitesi)
DSİ	: Devlet Su İşleri
DüngG	: Düngegesetz (Gübre Yasası)
DÜV	: Düngeverordnung (Gübre Yönetmeliği)
DVGW	: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Alman Gaz ve Su Birliği)
DWD	: Alman Meteoroloji Servisi

EC	: European Commission (Avrupa Komisyonu)
EEA	: European Environment Agency (AÇA)
EEC	: European Economic Community (AET)
EIP	: European Innovation Partnerships (Avrupa Yenilikçilik Ortaklıkları)
EMAS	: Environmental Management System (Çevresel Yönetim Sistemi)
EQSD	: Environmental Quality Standards Directive (Çevresel Kalite Standartları Yönergesi)
ESTAR	: Exponential Smooth Transition Autoregressive (Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif Model)
ETP	: European Technology Platform (Avrupa Teknoloji Platformu)
EurAqua	: European Network of Freshwater Research Organisations (Avrupa Tatlı Su Araştırma Kuruluşları Ağı)
EurEau	: European Federation of National Associations of Water Services (Avrupa Ulusal Su Hizmetleri Birlikleri Federasyonu)
EWA	: The European Water Association (Avrupa Su Birliği)
EWP	: The European Water Partnership (Avrupa Su Ortaklığı)
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FBR	: Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (Endüstriyel ve Yağmur Suyu Kullanımı Derneği)
FIGAWA	: Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e.V. (Federal Gaz ve Su Firmaları Birliği)
GDP	: Gross Domestic Product (GSYİH)
GrwV	: Grundwasserverordnung (Yeraltı Suları Yönetmeliği)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GTHB	: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
GWD	: Groundwater Directive (Yeraltı Suları Yönergesi)
HES	: Hidroelektrik Santrali
HFC	: Hidroflorokarbon
HYMK	: Havza Yönetimi Merkez Kurulu
ICID	: The International Commission on Irrigation and Drainage (Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu)
IED	: Industrial Emissions Directive (Endüstriyel Emisyonlar Yönergesi)
IfSG	: Infektionsschutzgesetz (Enfeksiyon Koruma Yasası)
ILO	: International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)

IPA	: Instrument for Pre-accession Assistance (Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı)
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
JKI	: Ekili Bitkiler Federal Araştırma Merkezi
KAAD	: Kentsel Atık Su Arıtma Yönergesi
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KHK	: Kanun Hükmünde Karanname
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KrWG	: Kreislaufwirtschaftsgesetz (Döngüsel Ekonomi Yasası)
LAWA	: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Federal Eyaletler Su Sorunları Çalışma Grubu)
LSTAR	: Logistic Smooth Transition Autoregressive (Bıçimsel STAR Model)
LSTM	: Long Short-Term Memory (Uzun Kısa Süreli Bellek)
MIT	: Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)
MSFD	: Marine Strategy Framework Directive (Deniz Stratejisi Çerçeve Yönergesi)
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
MS-VAR	: Markov Anahtarlama-Vektör Otoregresif Model
NASA	: Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NCAR	: National Center for Atmospheric Research (Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi)
NETWERC	: The Network for Water in European Regions and Cities (Avrupa Bölgeleri ve Şehirlerinde Su Ağı)
OBP	: Ortak Balıkçılık Politikası
ODKA	: Orta Doğu ve Kuzey Afrika
ODNI	: Office of the Director of National Intelligence (Ulusal İstihbarat Dairesi Başkanlığı)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
OGewV	: Oberflächengewässerverordnung (Yüzey Suları Yönetmeliği)
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
OTP	: Ortak Tarım Politikası

PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PRTR	: European Pollutant Release and Transfer Register
RCP	: Representative Concentration Pathway (Temsili Konsantrasyon Yolu)
RSME	: Root Mean Square Error (Kök Ortalama Kare Hatası)
SARIMA	: Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Dönemsel ARIMA Model)
SB	: Sağlık Bakanlığı
SÇY	: Su Çerçeve Yönergesi
SDG	: Sustainable Development Goals (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri)
SME	: Small and Medium-sized Enterprise (KOBİ)
SPI	: Standart Yağış İndeksi
STAR	: Smooth Transition Autoregressive (Yumuşak Geçişli Otoregresif Model)
StGB	: Strafgesetzbuch (Alman Ceza Yasası)
SUEN	: Türkiye Su Enstitüsü
SYGM	: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAR	: Üçüncü Değerlendirme Raporu
TAR	: Threshold Autoregressive (Sınır Otoregresif Model)
TBT	: Tributil Kalay
TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TI	: Johann Heinrich von Thünen Enstitüsü, Kırsal Alanlar, Ormancılık ve Balıkçılık Federal Araştırma Enstitüsü
TR	: Türkiye
TrinkwV	: Trinkwasserverordnung (İçme Suyu Yönetmeliği)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TYP	: Taşkın Yönetim Planı
UBA	: Alman Çevre Ajansı
UÇES	: Entegre Çevre Uyum Stratejisi
UDHB	: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UNDP	: United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
UNECE	: Nations Economic Commission for Europe (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu)

UNESCO	: nited Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
uPBT	: Her yerde bulunan (mevcut, görünen veya her yerde bulunan), kalıcı, biyolojik olarak biriken ve toksik maddeler grubu
USchadG	: Umweltschadensgesetz (Çevresel Hasar Yasası)
UVPg	: Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Yasa)
VAR	: Vector Autoregressive (Vektör Otoregresif Model)
VECM	: Vector Error Correction Model (Vektör Hata Düzeltme Modeli)
VEDEWA	: Kommunale Vereinigung für Wasser,- Abfall- und Energiewirtschaft e.V. (Belediye Su, Atık ve Enerji Endüstrisi Birliği)
VKU	: Verband kommunaler Unternehmen e.V. (Belediye İşletmeleri Derneği)
WaStrG	: Bundeswasserstraßengesetz (Federal Su Yolları Yasası)
WE	: Water Europe (Su Avrupa)
WFN	: Water Footprint Network (Su Ayak İzi Ağı)
WFD	: Water Framework Directive (SÇY)
WHG	: Wasserhaushaltsgesetz (Alman Federal Su Yasası)
WRG	: Water Resources Group (Su Kaynakları Grubu)
WRMG	: Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (Yıkama ve Temizleme Maddeleri Yasası)

GİRİŞ

Küresel ısınma, çok yönlü etkileri olan bir kavram olup birden çok disiplinin çalışma alanına girmektedir. Fakat çalışmada küresel ısınma kavramı su kaynakları üzerindeki etkisi doğrultusunda ele alınacaktır. Su kaynaklarını olumsuz etkileyen birçok etken vardır. Bunların çok büyük kısmı insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla doğru bir yaklaşım geliştirerek insanın sebep olduğu olumsuzlukları hafifletmek mümkündür. Özellikle su kaynakları açısından bakılacak olursa dünyanın mevcut durumunda su ihtiyacı giderek artacaktır. Gıda güvenliğinin sağlanması için tarımda, sanayi girdisi olarak ve kentsel kullanımda suya kaçınılmaz biçimde ihtiyaç vardır. İnsan nüfusunun artması tüm bu ihtiyaçları günden güne katladığı için suya olan talep de aynı ölçüde artmaktadır.

Bu çalışmanın araştırma sorusu; küresel ısınma ve makro ekonomik göstergeler ile ekonomik faaliyetin yürütülebilmesi için gerekli olan su çekimi arasında bir nedensellik bağının bulunup bulunmadığı ve 2030 ila 2049 yıllarına kadar kullanılabilir su kaynaklarının ekonomik faaliyeti destekleyip destekleyemeyeceğidir.

Sera gazı salınımının önlem alınmadığı takdirde artarak dünyayı ısıttığı yadsınamayacak bir gerçektir. Sera gazları salınımının kısıtlanmasına yönelik oluşturulmuş olan eylem planları tam olarak uygulansa dahi küresel sıcaklığın gelecek elli yıl içerisinde 1,5-2°C artacağı IPCC tarafından hesaplanmıştır. Bu şartlar altında gerçekleşecek olan ısınma tarımdan sanayiye, sosyal yaşamdan vahşi yaşama kadar dünyada birçok alanı olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Ekonomik açıdan bu olumsuz etkinin hesaplanmasını sağlamak, ortaya çıkacak olan tahribatın somut bir portresini çizerek ekonomi politik açısından farkındalığı artırmak ve tavsiyelerde bulunmak tez çalışmasının genel amacıdır. Çalışmanın hipotezleri ise aşağıdaki gibidir.

H1: Küresel ısınma ve örnek ülkelerin su çekimleri arasında nedensellik bağı bulunmaktadır.

H1a: Küresel ısınma ve örnek ülkelerin tarım sektörlerine ait su çekimleri arasında nedensellik bağı bulunmaktadır.

H1b: Küresel ısınma ve örnek ülkelerin sanayi sektörlerine ait su çekimleri arasında nedensellik bağı bulunmaktadır.

H1c: Küresel ısınma ve örnek ülkelerin kentsel kullanıma ait su çekimleri arasında nedensellik bağı bulunmaktadır.

H1d: Küresel ısınma ve örnek ülkelerin örnek havzalarında yapılan toplam su çekimleri arasında nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2: Örnek ülkelerde yapılan su çekimleri ve makro ekonomik göstergeler arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2a: Örnek ülkelerin tarım sektörüne ait su çekimleri ve GSYİH'leri arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2b: Örnek ülkelerin sanayi sektörüne ait su çekimleri ve GSYİH'leri arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2c: Örnek ülkelerin kentsel kullanıma ait su çekimleri ve GSYİH'leri arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2d: Örnek ülkelerin tarım sektörüne ait su çekimleri ve örnek ülkelerin işsizlik oranları arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2e: Örnek ülkelerin sanayi sektörüne ait su çekimleri ve örnek ülkelerin işsizlik oranları arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H2f: Örnek ülkelerin kentsel kullanıma ait su çekimleri ve örnek ülkelerin işsizlik oranları arasında bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

H3: Küresel ısınmada 1990-2017 referans dönemi için meydana gelecek tahmini değişim IPCC'nin RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 senaryolarından biriyle uyumludur.

H4: Örnek ülkelerin kullanılabilir tatlı su kaynakları örnek ülkelerin gelecekteki ekonomik faaliyetlerini miktar açısından destekleyebilecek durumdadır.

Çalışmanın ilk bölümünde küresel ısınma ve iklim değişikliği ele alınacaktır. Küresel ısınmanın neden olacağı iklim değişikliği, dünyada birçok kurum ve kuruluş tarafından üzerinde çalışılan bir kavramdır. Her ne kadar politik düzlemde bazı çevreler tarafından inkâr edilse de küresel iklim değişikliği bilimsel olarak ispatlanmış bir olgudur. İklim değişikliğine neden olan faktör, sera gazlarının atmosferdeki ısının çıkışını engellemesi ile dünyanın giderek ısınmasına neden olmasıdır (Bahsi geçen gazları, CO₂ (Karbon dioksit), CH₄ (Metan), C₄H₁₀ (Bütan) gibi gazlardır. Fakat iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar genellikle, sera gazları içinde en büyük paya sahip olan CO₂ üzerinde yoğunlaşmıştır). Küresel ısınma bugün mevcut olan haliyle artmaya devam ederse, dünyada bir takım iklim değişiklikleri meydana gelecek bunlar da ekonomik ve sosyal yaşantıyı ciddi anlamda olumsuz etkileyecektir. Bu etkiler, dünyadaki kurak alanların giderek daha da kuraklaşması, bol yağış alan alanların daha çok yağmura maruz kalması ve buzulların eriyerek deniz seviyesinin yükselmesi olarak çok genel biçimde sıralanabilir. Bunun sonucunda meydana gelecek sosyal ve ekonomik felaketler arasında kabaca; kıtlık, deniz seviyesine yakın bulunan yerleşim yerlerinin deniz suyu işgali sonucunda ortaya çıkacak olan kitlesel göçler ve de kıtlığın, sıcaklık artışının ve göçlerin neden olacağı salgın hastalıklar sayılabilir.

Küresel ısınmanın etkisini azaltması planlanan önlemlerin alınması halinde bile dünyadaki genel sıcaklık seviyesi ortalama 2°C artacaktır. Bu durumda tarımsal verim düşecek, enerjiye ve suya olan talep artacaktır. Daha fazla su ve enerji tüketen sektörlerin maliyetleri artacak ve genel ekonomik çıktı düşme eğilimi gösterecektir. Bunun yanında tarım arazisi vasfını kaybedecek olan arazilerde yaşayan insanlar göç edecek ve maliyetleri artan sektörler küçüleceği için bunlar da istihdam üzerinde bir baskı oluşturacaktır. Bu bağlamda; tez çalışması, ortaya çıkacak olan su arzı ve talebi arasındaki dengeyi ve ekonomik etkiyi analiz etmek üzerine bir kuramsal çerçeve içine oturtulacaktır.

Daha sonra sektörlere göre su kullanımı ele alınacaktır. Tarımsal girdi olarak suyun kullanımına bakılacak olursa, su talebinin en büyük kısmının bu sektörden gelmekte olduğunu görürüz. Bu nedenle tarım; sulama, tasarruf ve etkinlik önlemlerinin uygulanması için en önemli alandır. Giderek ısınan dünyanın ve artan nüfusun etkileri de göz önüne alınırsa tarımsal sulamanın su kaynakları üzerinde oluşturacağı baskı az çok hayal edilebilir. Bu nedenle tarımda damla sulama,

yağmurlama tekniği gibi yüksek verimli ve tasarruflu yöntemler tercih edilmeli, kuraklığa dirençli tarımsal bitki türleri geliştirilerek yaygınlaştırılmalıdır. Sanayi kullanımında girdi olarak kullanılan su miktarı tarımsal kullanımdaki kadar çok olmasa bile kaynaklarda yarattığı kirlilik bakımından ciddi tehdit oluşturmaktadır. Sanayide su, soğutma, atık ayrıştırma, yıkama ve enerji üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Soğutma suyu kullanımı kimyasal kirlilik yaratmasa bile sıcak boşaltım çevreye zarar vermektedir. Madencilik alanında da su olmazsa olmaz bir girdidir. Fakat madencilikte kullanılan sular yüksek kirlilik yaratır. Suyun kentsel kullanımı, pay olarak talepte en düşük dilime sahip olandır. Arıtımı sanayi sularına göre daha kolay olduğu için geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi uygulamalara daha yatkındır. Su kaynakları stratejik açıdan da son derece önemlidir. Fakat bu alan tez çalışması konusu dışında kaldığı için derinlemesine irdelenmeyecektir. Suyun çevresel önemi ise başlı başına bir çalışma konusudur. Bu çalışmada çevresel başlık, suyun ekonomik bir girdi olarak sürekliliğinin sağlanabilmesine dikkati çekmek ve teorik çerçeveyi bütünlemektir. Su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi, yalnızca ekonomik bir girdi olan suyun kıtlasıyla sınırlı kalmaz aynı zamanda yoğun kimyasal atıkların kaynaklara sızmasına ve su kalitesinde düşüşe sebep olur. Kirlenmiş olan su, soğutma suyu olarak sanayide ve kullanma suyu olarak kentsel alanlarda da kullanılamaz hale gelir.

İkinci bölüme gelindiğinde AB su politikasının temel metni olan Su Çerçeve Yönergesi ele alınacak ve örnek ülkelerin bu bağlamada incelemesi yapılacaktır. Türkiye ile kıyaslandığında Avrupa Birliği'nde su kaynaklarının önemi ve su kaynaklarına yönelik tehditler çok daha önce fark edilmiştir. Bu doğrultuda Birlik tüm ülkelerin uygulamakla yükümlü olduğu bir "Su Çerçeve Yönergesi" yayımlamıştır. Türkiye de bu yönergeye uyacağını taahhüt etmiştir. Fakat henüz istenilen düzeyde uyum sağlanamamıştır. Yönerge küresel ısınmanın daha az zarara yol açacağı Almanya gibi kuzey ülkelerinde uygulanmasına karşın, ciddi risk altında olan Türkiye, Yönerge'ye uyum konusunda tam anlamıyla başarı sağlayamamıştır. Çalışma, Türkiye'nin Yönerge'ye uyum konusunda aldığı yola da değinirken Almanya'nın su arz ve talebini Türkiye'nin su arz ve talebini kıyaslama amacını taşımaktadır. Alman yöneticiler, Alman su kaynakları yönetiminin başarısının Almanya'nın ihtiyaçları doğrultusunda geliştirildiğine bağlamaktadırlar. Türkiye'ye bu bağlamda bir su kaynakları modeli önermek tez çalışmasının amaçları dışında kalsa

da, çalışma; içereceği iki ülkenin kaynak/arz/talep karşılaştırması, model önerisi yapma amacı taşıyan çalışmalara veri sağlayabilme umudunu taşımaktadır.

Bu çalışmanın son bölümünde ise, Vektör Otoregresyon (VAR) ve Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) modellerin kullanılacağı ekonometrik bir analiz yer alacaktır. Çalışmanın analiz değişkenleri; küresel sıcaklık anomalileri, tatlı su çekimi, GSYİH ve işsizlik oranlarıdır. Bu veriler, örnek ülkeler olan Almanya ve Türkiye için ayrı ayrı ele alınacaktır. Seçilen veri setleri ilk önce durağanlık sınamasına tabi tutulacaktır. Bu sınama, yapılacak olan analizlerin doğru ilişki sonucu verebilmesi için veri dizilerinin durağan bir yapıda olup olmadığını araştıracaktır. Eğer zaman serileri analizinde durağan olmayan veriler kullanılırsa, veriler anlamlı bir ilişki içinde olmasa bile anlamlı görünür. Bu da analizin doğru sonuçlar vermesini engeller. Durağan sonuçlar alma şartı sağlandıktan sonra VAR ekonometrik modeli, değişkenler arasında nedensellik bağı olup olmadığını göstermek, ESTAR model ise değişkenlerin gösterdikleri eğilimlerin geleceğe yönelik olarak tahminlemesi için kullanılacaktır.

Sonuç olarak, elde edilen ekonometrik analiz sonuçları ışığında örnek ülkeler için değerlendirmeler yapılacaktır. Bu değerlendirmeler içerisinde yeşil ekonomi açısından daha gelişmiş bir ülke olan Almanya'nın küresel ısınmadan etkilenmek konusunda ekonomik açıdan avantajlarının olup olmadığı ve bu açıdan Türkiye'nin potansiyelinin değerlendirildiğinde ekonomik fayda sağlayıp sağlamayacağı da kabaca ele alınacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KÜRESEL ISINMA ve SU KAYNAKLARININ ÖNEMİ

Su yeryüzünde var olan tüm yaşam biçimlerinin ana bileşenini oluşturur. Bitkilerden insanlara kadar tüm canlılar su sayesinde hayat bulmaktadır. Su, ekosistemin devamlılığını sağlamak için en önemli kelimelerden biridir. İnsanın biyolojik yaşamına ek olarak sosyal ve ekonomik hayatında temel girdisi sayılabilir. Bu sebeple ekonominin, politikanın ve kültürün şekillenmesinde yer alan önemli bir kaynaktır. Tarihin penceresinden bakacak olursak; tarımın doğuşunda ve şekillenmesinde, sanayinin gelişmesinde, mimaride, siyasi çekişmelerde ve askeri üstünlüğün korunmasında suyun hep temel aktörlerden biri olduğunu görürüz.

Yeryüzündeki toplam suyun yalnızca %3'ü tatlı su iken geriye kalan %97'si tuzlu sudur. %3'lük tatlı suyun; %79'u kutuplardaki buz dağlarında, %20'si yerin derinliklerinde iken suyun yalnızca %1'i erişilebilir durumdadır. Bu %1'in %52'sini göller, %28'ini toprak nemi, %8'ini Atmosferdeki su buharı, %1'ini yaşayan organizmaların bünyesindeki su, %1'ini ise nehirler ve dereler oluşturmaktadır. Bütün nehirlerin üstüne barajlar kurulsa, bütün göllerdeki su şebekeye bağlansa dahi, yıllık insan kullanımına uygun su döngüsün tamamı, yeryüzündeki suyun milyonda üçünden fazla değildir. Üstelik son derece kıt olan bu doğal kaynağın da dengesi geçtiğimiz yüzyılın içinde bozulmuştur. Son yüz yılda dünya nüfusu 4 kattan fazla artmışken, su ihtiyacı dokuz kattan fazla artmıştır.¹ Bu durum bile, insanlığın suyun önemini ancak kısmen kavramasını sağlayabilmiştir.

1.1. Küresel Isınma ve Sera Gazları

1.1.1. Küresel Isınma

Dünya'nın güneş sistemindeki diğer gezegenler ya sıcak ya da acı bir şekilde kavurucu olsa da, Dünya yüzeyinin nispeten yumuşak ve istikrarlı sıcaklıkları vardır. Dünya, bu sıcaklıkları, gezegeni gizleyen ve koruyan ince gaz tabakası olan atmosferi nedeniyle sahiptir. Bununla birlikte, iklim bilimciler, insanların son iki yüzyıl boyunca dünya atmosferini dramatik yollarla değiştirdiğini ve bunun küresel ısınma

¹ Jean Robert, **Suyun Ekonomi-Politiki**, Ankara, Ütopya Yayınevi, 2003, ss.23-25.

ile sonuçlandığını kabul etmektedirler.² Hızlı nüfus artışı ve yaşam koşullarının yükseltilmesi için sanayileşmenin artması gibi olaylar sonucu üretim ihtiyacını karşılamak amacıyla kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımının artması, atmosfere gereğinden çok fazla sera gazı salınımı yapılmıştır. Atmosfere çok miktarda bırakılan sera gazları, atmosferde aşırı sera etkisi yaparak küresel ısınma olgusunu meydana getirmektedir.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology/MIT), nicel çözümleme yöntemleri kullanarak küresel ısınma ile ilgili olarak çeşitli senaryolar üretmiştir. Bu çalışmalara göre, 1990 - 2100 yılları arasında küresel yeryüzü sıcaklığındaki artış için, %95 güvenilirlikle, 0,9 – 4,8°C aralığında olmak üzere 2,5°C'lik bir medyan değer tespit etmiştir. Benzer bir araştırma da Boulder/Colorado'da bulunan Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi (National Center for Atmospheric Research/NCAR) tarafından yapılmıştır. Aynı yıllar için, %90 güvenilirlik ile 1,7 – 4,9° C aralığında, 3,07 – 3,18° C'lik bir medyan aralığında küresel yeryüzü sıcaklığı artışı tespit edilmiştir. İklim değişikliğinin azaltılması politikalarının yokluğu durumunda, küresel yeryüzü sıcaklığının 1990 - 2100 yılları arasında 2,5 – 3,2° C artacağını kuvvetle muhtemel³ olduğunu söyleyen görece iyimser bakışa ek olarak, daha kötümser bakış açıları da mevcuttur.

Örneğin; farklı modern iklim modellerinin tahminlerini karşılaştırarak Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC) Üçüncü Değerlendirme Raporu'nda (TAR), olası iklim duyarlılığı aralığının 1,5 ° - 4,5 ° C olduğu sonucuna varmıştır. Bu aralık, karbondioksit konsantrasyonlarının iki katından beklenen 1 ° C'lik doğrudan ısınma etkisinden çok daha büyüktür. Örnek olarak, bu hassasiyetler aralığının kullanılması durumunda, sera gazı seviyeleri bugünün seviyelerinde (430 ppm CO₂e) stabilize edilebilirse, küresel ortalama sıcaklık artışı nihayetinde endüstriyel öncesi dönemden 1 ° - 3 ° C'nin üzerinde (bugünden 2° C daha yüksek) olacaktır.⁴

²Aleksandar Sabljic, **Environmental and Ecological Chemistry - Volume I**, Singapore, EOLSS Publications, 2009, ss. 39-40.

³ Aleksandar Sabljic, **a.g.e.**, 2009, ss.55-56.

⁴ Nicholas Stern, **The Economics of Climate Change: The Stern Review**, Cambridge, Cambridge University Press, 2007, s.8.

Tablo 1.1: 1986–2005 Referans Dönemine Göre 21. Yüzyılın Ortaları ve Sonları İçin Küresel Ortalama Yüzey Hava Sıcaklığındaki Tahmini Değişim⁵

		2046-2065		2081-2100	
	Senaryo	Ortalama	Olası Aralık	Ortalama	Olası Aralık
Küresel Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değişimi (° C)	RCP2.6	1.0	0.4 ila 1.6	1.0	0.3 ila 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 ila 2.0	1.8	1.1 ila 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 ila 1.8	2.2	1.4 ila 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 ila 2.6	3.7	2.6 ila 4.8

Kaynak: IPCC, WG1AR5, **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**, s.23.

Küresel ısınma, küresel ölçekte bir iklim değişikliğine sebep olan bir olgudur. İklim değişikliği, dünyadaki ekonomik ve sosyal yaşantıyı ciddi anlamda olumsuz etkileyecektir. Bu etkiler, dünyadaki kurak alanların giderek daha da kuraklaşması, bol yağış alan alanların daha çok yağmura maruz kalması, buzulların eriyerek ve de termal deniz suyu genişlemesi ile deniz suyu seviyesinin yükselmesi olarak çok genel biçimde sıralanabilir. Deniz suyu seviyesinin yükselmesine ilişkin IPCC senaryolarına göre tahminler Tablo 1.2’te yer almaktadır.

Tablo 1.2: 1986–2005 Referans Dönemine Göre 21. Yüzyılın Ortaları ve Sonları İçin Küresel Ortalama Deniz Suyu Seviyesi Yüksekliğindeki Tahmini Değişim⁶

		2046-2065		2081-2100	
	Senaryo	Ortalama	Olası Aralık	Ortalama	Olası Aralık
Küresel Ortalama Deniz Suyu Seviyesi Yükselişi (m)	RCP2.6	0.24	0.17 ila 0.32	0.40	0.26 ila 0.55
	RCP4.5	0.26	0.19 ila 0.33	0.47	0.32 ila 0.63
	RCP6.0	0.25	0.18 ila 0.32	0.48	0.33 ila 0.63
	RCP8.5	0.30	0.22 ila 0.38	0.63	0.45 ila 0.82

Kaynak: IPCC, WG1AR5, **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**, s.23.

⁵ Sıcaklık tahminleri, sırasıyla 0.61 veya 0.11°C eklenerek 1850–1900 veya 1980–99 referans dönemine dönüştürülebilir.

Bunun sonucunda meydana gelecek sosyal ve ekonomik felaketler arasında kabaca; toprak kaybindan kaynaklanan kıtlık, deniz seviyesine yakın bulunan yerleşim yerlerinin deniz suyu işgali sonucunda ortaya çıkacak olan kitlesel göçler ve de sıcaklık artışının ve göçlerin neden olacağı salgın hastalıklar sayılabilir. Tablo 1.3 iklim değişikliği ile meydana gelmesi beklenen etkilerine örnekler içermektedir.

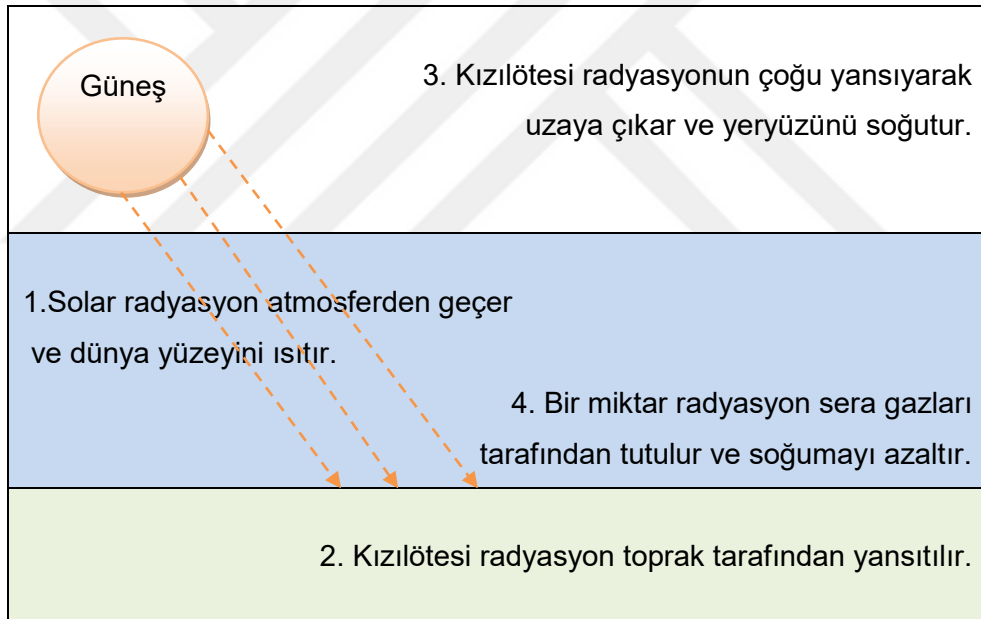
Tablo 1.3: İklim Değişikliğine, Aşırı İklim Olaylarına ve Bunların Etkilerine Örnekler

Aşırı iklim olaylarında 21. yüzyılda öngörülen değişiklikler ve olasılıkları	Öngörülen etkilerin temsili örnekleri (bazı alanlarda ortaya çıkma konusunda yüksek güven)
Neredeyse tüm kara alanlarında daha yüksek maksimum sıcaklıklar, daha sıcak günler ve sıcak hava dalgaları (<i>yüksek olasılık</i>)	İleri yaş gruplarında ve kentsel yoksullarda ölüm ve ciddi hastalık oranlarında artış. Hayvancılık ve vahşi yaşamda artan ısı stresi. Turistik güzergahlarda değişim. Birkaç tarımsal üründe daha fazla hasar riski. Artan elektrikli soğutma talebi / azaltılmış enerji arzı güvenilirliği
Hemen hemen tüm kara alanlarında yüksek (artan) minimum sıcaklıklar. Daha az soğuk günler, don günleri ve soğuk dalgalar (<i>yüksek olasılık</i>)	Azalan soğukla ilişkili insan hastalıkları ve ölümleri. Bazı mahsullerdeki hasar riskinde azalma, diğerlerinde ise risk artışı. Bazı zararlı haşerelerin ve hastalık taşıyıcı canlıların yaygınlaşması ve daha etkin hale gelmesi. Azalan ısıtma enerjisi talebi.
Birçok alanda daha yoğun yağış olayları (<i>yüksek olasılık</i>)	Artan taşkın, heyelan, çığ ve toprak kayması hasarı. Artan toprak erozyonu. Artan taşkın akışı, bazı taşkın yatağı akiferlerinin yenilenmesini (şarjını) artırabilir. Kamu sektörü ve özel sektör sel sigortaları ve afet yardımları üzerindeki baskıların artışı.
Orta irtifa kıtasal iç mekanların çoğunda yaz kuruluğu artışı ve buna bağlı kuraklık riski (<i>olası</i>)	Azalan mahsul verimi. Zemin büzülmesinden kaynaklanan bina temellerinde daha fazla hasar. Azalan su kaynağı miktarı ve kalitesi. Orman yangını riskinde artış.
Bazı bölgelerde tropik kasırgalarda yüksek rüzgar yoğunlukları, ortalama ve azami yağış yoğunluklarında artış (<i>olası</i>)	İnsan hayatı için artmış riskler, bulaşıcı hastalık salgınları riski ve diğer birçok risk. Artan kıyı erozyonu, kıyı binalarında ve altyapısında hasar. Mercan resifleri ve mangrov gibi kıyı ekosistemlerine daha fazla hasar.
Pek çok farklı bölgedeki El Niño olaylarıyla ilişkili olarak yoğun kuraklık ve taşkınlar (<i>olası</i>)	Kuraklık ve sele eğilimli bölgelerde tarımsal ve mera verimliliğinde azalma. Kuraklığa eğilimli bölgelerde azalan hidroelektrik potansiyeli.
Artan Asya yaz muson yağış değişkenliği (<i>olası</i>)	Sel ve kuraklık büyüklüğünün artması, ılıman ve tropik Asya'da zararlar.
Artan orta enlem fırtınası yoğunluğu (<i>mevcut modeller arasında düşük fikir birliği</i>)	İnsan hayatı ve sağlığı için artan riskler. Artan mülk ve altyapı kayıpları. Kıyı ekosistemlerine daha fazla hasar.

Kaynak: Paul Watkiss, vd., **The Impacts and Costs of Climate Change**, s.3.

1.1.2. Küresel Isınma ve Sera Gazları İlişkisi

Küresel ısınmayı anlamak için sera etkisinin ne olduğunu anlamak gerekmektedir.⁷ Sera etkisinin şu andaki anlayışının kökleri, Fourier, Tyndall ve Arrhenius gibi bilim adamları tarafından on dokuzuncu yüzyılda ortaya konan basit hesaplamalara dayanmaktadır. Fourier, 1820'lerde atmosferin, güneşten gelen solar radyasyon için, yüzeyden giden kızılötesi radyasyona göre, daha geçirgen olduğunu ve bu nedenle ısıyı yakaladığını fark etti. Otuz yıl sonra, Tyndall, ısı tutucu etki yaratan başlıca karbon dioksit ve su buharı gibi molekül tiplerini (sera gazlarını) tanımladı. Arrhenius ise bunu, atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunu ikiye katlamanın yüzey sıcaklıklarında önemli değişikliklere yol açacağını gösteren bir adım daha ileri taşımıştır.⁸



Şekil 1.1: Sera Gazı Etkisi

Kaynak: Nicholas Stern, **The Economics of Climate Change: The Stern Review**, 2007, s.7

Bugün genel kabul gören tanıma göre; sera gazları, genellikle termal radyasyon veya ısı olarak adlandırılan kızılötesi aralıkta radyasyonu emen ve yayan gazlardır. Atmosferde bulunduklarında, bu gazlar ısı şeklinde radyasyon yakalar ve sera etkisi denilen bir ısınma sürecine neden olurlar. Atmosferdeki bazı sera gazı

⁷ <https://www.livescience.com/37743-greenhouse-effect.html> 24/05/2018 (Çevrimiçi).

⁸ Nicholas Stern, **a.g.e.**, 2007, s.7.

konsantrasyonları normaldir ve aslında Dünya'daki yaşam için gereklidir. Bu gazların konsantrasyonlarının zamanla dalgalanması normaldir ve ortalama küresel sıcaklığın yüz binlerce veya milyonlarca yıl boyunca değişmesine neden olur. Bu doğal dalgalanmalar, özellikle atmosferdeki sera gazlarının yaşam süreleriyle (ya da atmosfere yayılan bir gazın okyanus tarafından, biyosferle veya başka yollarla alınmasına) kıyasla yavaştır. Normal şartlar altında sera gazları konsantrasyonlarındaki değişiklikler yavaş ve tamponlanmış olduğundan, Dünya'daki yaşamın sıcaklıktaki değişikliklere uyum sağlama zamanı vardır.⁹

1.1.3. Sera Etkisine Neden Olan Gazlar

Sanayi devriminden sonra, başta CO₂, CH₄, N₂O olmak üzere insan kaynaklı sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin artması sonucu, sera etkisi doğal olarak olması gereken düzeyin üstüne çıkarak, yeryüzünde gerekli değişikliklerin oluşmasına fırsat bırakmayacak kadar hızlı bir biçimde yerkürenin ortalama sıcaklığının yükselmesine neden olmuşlardır.¹⁰ Bu olguya küresel ısınma adı verilmektedir.

Sera gazlarının atmosferdeki miktarı arttıkça bunların sera etkisi de artmaktadır. Atmosferde en çok sera etkisi yapan gazlar;¹¹

- **Karbondiyoksit (CO₂):** Karbondiyoksit, insan faaliyetleri yoluyla yayılan birincil sera gazıdır. Karbondiyoksit atmosferde doğal olarak Dünya'nın karbon döngüsünün bir parçası (atmosfer, okyanuslar, topraklar, bitkiler ve hayvanlar arasındaki doğal karbon dolaşımı) olarak bulunur. Hem atmosfere daha fazla CO₂ ekleyen hem de ormanlar gibi doğal ortamların atmosferin CO₂'sini etkileme yeteneğini düşüren insan aktiviteleri, Dünya'nın karbon döngüsünü değiştirmişlerdir. Bazı endüstriyel süreçler ve arazi kullanımındaki değişimler (ormansızlaştırma ve tarım arazisi açma gibi) de CO₂ salınımı yapmasına rağmen, CO₂ salınımı yapan ana insan faaliyeti enerji ve ulaşım için fosil yakıtların (kömür, doğal gaz ve petrol) yakılmasıdır.

⁹ <http://beacon.berkeley.edu/GHGs.aspx> 24/05/18 (Çevrimiçi).

¹⁰ Semiha Özlem Çabuk, **Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazları Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği**, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), Ankara, 2011, s.11.

¹¹ <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Gas> 29/05/18 (Çevrimiçi).

Sanayi devriminin başlangıcında CO₂ konsantrasyonu önceki 700 yıl ile hemen hemen aynı seviyede yaklaşık olarak 280 ppm oranındadır. Fakat sanayi devrimi ile birlikte CO₂ konsantrasyonu artmaya başlamıştır. Son yıllarda atmosferdeki CO₂ nin artış hızı her yıl %0.5 oranındadır. Eğer bu hızda artmaya devam ederse 140 yıl sonra konsantrasyon 2 katına çıkacaktır. Bugün atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu yaklaşık 350 ppm'dir. Bu miktarın 2050 yılına kadar 450 ppm' e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu oran sanayi devrimi öncesinin 1,5 katından fazladır.¹² Arazilerin ve ormanların ağaçlandırılması, toprakların iyileştirilmesi ve benzer diğer faaliyetlerin CO₂'yi azaltmaya yardımcı olacağı düşünülmektedir.

- **Metan (CH₄):** Havadan hafif, renksiz, kokusuz bir gazdır. CO₂'den sonra en çok sera etkisi yapan gazdır. Atmosferde CO₂ nin 1/200'inden daha az bulunur. Metan moleküllerinin ısı tutma yeteneği CO₂ moleküllerinin 20 katıdır. 1991 ve 1992'de atmosferik metan artışı durmuştur. Yine de günümüzde atmosferdeki metan oranı 18. yy.dakinin 2,5 katıdır.¹³ Metan'ın atmosferdeki ömrü, karbondioksitten çok daha kısadır (12 yıl), fakat CH₄, radyasyonun CO₂'den daha yüksek tutulmasında etkilidir. CH₄'ün karşılaştırmalı etkisi 100 yıl boyunca CO₂'den 25 kat daha fazladır. Metan yayan insan faaliyetleri arasında doğalgaz sistemlerindeki sızıntı, pirinç üretimi ve çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesi gibi faaliyetler yer almaktadır. Metan doğal sulak alanlar gibi doğal kaynaklar tarafından da yayılır. Ayrıca, topraktaki doğal süreçler ve atmosferdeki kimyasal reaksiyonlar CH₄'ü atmosferden temizlemeye yardımcı olur.
- **Azot Oksit (N₂O):** Azot oksit, karbondioksit ve metan gazından sonra atmosferde en çok bulunan üçüncü gazdır. Sanayi devriminden bu yana %17 oranında artış göstermiştir.¹⁴ Tarım, yakıtların yanması, atık su yönetimi ve endüstriyel süreçler gibi insan faaliyetleri atmosferdeki N₂O miktarını arttırmaktadır. Azot oksit de doğal olarak Dünya'nın azot döngüsünün bir parçası olarak atmosferde bulunur ve çeşitli doğal kaynaklara sahiptir. Azot oksit molekülleri, atmosferin içinde bir bataklık tarafından uzaklaştırılmadan veya kimyasal reaksiyonlar nedeniyle yok edilmeden önce ortalama 114 yıl

¹² Cemal Seçkin Aksay, vd., "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği", **Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi**, Sayı 25, 2005, Konya, (ss.29 -41), ss.32-33.

¹³ Cemal Seçkin Aksay, vd., **A.e.**, s.34.

¹⁴ Galip Akın, "Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları", **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 46/2, Ankara, 2006, (ss.29-43), s.33.

(130 yıl¹⁵) kalır. N₂O'nun atmosferin ısınması üzerindeki etkisi karbondioksitin yaklaşık 300 katıdır.

- **F - Gazlar (Florlu Gazlar):** Diğer sera gazlarının aksine, florlu gazlar doğal kaynaklara sahip değildir ve sadece insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Alüminyum ve yarı iletken üretim gibi çeşitli endüstriyel işlemlerden yayılırlar. Birçok florlu gaz diğer sera gazlarına göre çok yüksek küresel ısınma potansiyeline sahiptir, bu nedenle küçük atmosferik konsantrasyonlar küresel sıcaklıklarda orantısız olarak büyük etkilere sahip olabilir. Ayrıca, bazı durumlarda, binlerce yıl süren uzun atmosferik ömürlere de sahip olabilirler. Diğer uzun ömürlü sera gazları gibi, çoğu florlu gaz atmosferin içinde iyi bir şekilde karışır, sonra da dünyaya dağılır. Birçok florlu gaz, atmosferden ancak üst atmosferde güneş ışığı ile yok edildiğinde uzaklaştırılır. Genel olarak, florlu gazlar, insan faaliyetleri tarafından yayılan en güçlü ve en uzun süreli sera gazı türüdür.

Tablo 1.4: F-Gazların Özellikleri

F-Gazlar	Kimyasal Formül	Atmosferde Kalış Süresi	CO ₂ ye Kıyasla Küresel Isınma Potansiyeli Katsayısı
Hidroflorokarbonlar	HFCs	270 yıla kadar	14.800'e kadar
Perflorokarbonlar	PFCs	2.600 - 50.000 yıl	7.390 – 12.200
Kloroflorokarbonlar	CFCs	140 yıla kadar ¹⁶	16.400'e kadar ¹⁷
Nitrojentriflorür	NF ₃	740 yıl	17.200
Sülfürheksaflorür	SF ₆	3.200 yıl	22.800

Kaynak: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> 30/05/18
(Çevrimiçi).

¹⁵ Aleksandar Sabljic, a.g.e., 2009, s.45.

¹⁶ <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/publicn/elkins/cfcs.html> 10/12/18 (Çevrimiçi).

¹⁷ <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/when-it-comes-greenhouse-gases-co2-isnt-only-game-town-180958772/> 10/12/18 (Çevrimiçi).

Aşağıda yer alan Tablo 1.4'te sera gazlarının salınım kaynakları ve salınımlarını azaltmaya yönelik olarak alınabilecek önlemlere bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 1.5: Sera Gazları Salınımlarını Azaltma Yollarına Örnekler

Karbondiyoksit Salınımını Azaltma Yollarına Örnekler	
Strateji	Salınımların Azaltılmasına Dair Bazı Önlemler
Enerji Verimliliği	Binaların yalıtımının iyileştirilmesi, daha fazla yakıt tasarruflu araçlarla seyahat edilmesi ve daha verimli elektrikli cihazların kullanılması, enerji tüketiminin ve dolayısıyla CO ₂ salınımının azaltılması.
Enerji Tasarrufu	Kullanımda değışken ışıkları ve elektronik eşyaları kapatarak kişisel enerji kullanımını azaltmak, elektrik talebini azaltır. Araçlarda, seyahat edilen mesafenin azaltılması petrol tüketimini azaltır. Her ikisi de tasarruf yoluyla enerji ve dolayısıyla CO ₂ salınımının azaltılması.
Yakıt Türünün Değiştirilmesi	Yenilenebilir kaynaklardan daha fazla enerji üreterek ve daha düşük karbon içeren yakıtları kullanarak, karbon salınımının azaltılması.
Karbon Yakalama	Karbondiyoksit yakalama, yeni ve mevcut kömürle / gazla çalışan enerji santrallerinden, endüstriyel proseslerden ve diğer sabit CO ₂ kaynaklarından gelen CO ₂ salınımlarını büyük ölçüde azaltabilen bir teknolojidir.
Diğer Sera Gazları	
Salınım Kaynağı	Salınımların Azaltılmasına Dair Bazı Önlemler
Metan Gazı	
Sanayi	Petrol ve gaz üretmek, depolamak ve taşımak için kullanılan ekipmanın yükseltilmesi, CH ₄ salınımlarına katkıda bulunan birçok sızıntıyı azaltabilir. Kömür madenlerinden gelen metan da yakalanabilir ve enerji için kullanılabilir.
Tarım	Gübre yönetimi uygulamaları değiştirilerek metan çıkışı azaltılabilir ve metan yakalanabilir. Ek olarak, hayvan besleme uygulamalarındaki değişiklikler, enterik fermentasyondan kaynaklanan metan salınımları azaltılabilir.
Konut ve İş Yeri Atıkları	Çöp depolama alanlarından kaynaklanan metan gazı salınımları, büyük bir CH ₄ salınım kaynağı olduğundan, düzenli bir biçimde depolama alanlarındaki CH ₄ 'ün yakalanması salınım azaltıcı bir önlemdir.
Azot Oksit	
Tarım	Azot bazlı gübre kullanımlarının azaltılması ve bu gübrelerin daha verimli bir şekilde uygulanması ve bir çiftliğin gübre yönetim uygulamalarının değiştirilmesiyle salınım azaltılabilir.
Yakıtlar	Azot oksit, yakıt yanmasının bir yan ürünüdür, bu nedenle motorlu taşıtlardaki ve ikincil kaynaklardaki yakıt tüketimini azaltmak, salınımı azaltabilir. Ek olarak, kirleticileri kontrol altına alan teknolojilerinin (örneğin, binek otomobillerden gelen egzoz kirleticilerini azaltmak için katalitik konvertörler) uygulanması da N ₂ O salınımını azaltabilir.
Sanayi	Azot oksit, sanayiden fosil yakıtın yanmasıyla yayılır, bu nedenle teknolojik yükseltmeler ve yakıt değişimi, N ₂ O'nun salınımlarını azaltmanın etkili yollarıdır. Adipik asit üretimi, teknolojik yükseltmelerle azaltılabilen N ₂ O salınımı sağlar.
F-Gazları	
Evlerde ve İşletmelerde Ozon Tüketen Maddelerin İkame Edilmesi	İşletmeler ve konutlar tarafından kullanılan soğutucu akışkanlar florlu gazlar yayarlar. Bu gazların daha iyi işlenmesi veya daha düşük küresel ısınma potansiyelleri olanlar ile ikamesi ve diğer teknolojik gelişmeler ile salınım azaltılabilir.
Sanayi	Florlu gazların endüstriyel kullanımları, florlu gaz geri dönüşüm ve imha süreçlerini benimseyerek emisyonları azaltabilir, emisyonları en aza indirmek için üretimi optimize eder ve bu gazları alternatiflerle değiştirebilir.
Elektrik İletimi ve Dağıtımı	Sülfürheksaflorür, elektrik şebekesinden elektrik iletirken çeşitli amaçlarla kullanılan son derece güçlü bir sera gazıdır. Sızıntı tespiti ve onarımını, geri dönüşüm ekipmanlarının kullanımını ve çalışan eğitimi SF ₆ salınımını azaltmak konusunda etkilidir.
Taşımacılık	Hidroflorokarbonlar (HFC'ler), taşıt iklimlendirme sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların sızmasıyla serbest bırakılır. Sızıntı, daha iyi sistem bileşenleriyle ve şu anda kullanılanlardan daha düşük küresel ısınma potansiyeline sahip alternatif soğutucuların kullanılmasıyla azaltılabilir.

Kaynak: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> 30/05/18
(Çevrimiçi).

Temel fiziksel yasaları izleyen iklim modellerini kullanarak, bilim adamları artık atmosferdeki belirli bir sera gazı seviyesi için olası ısınma aralığını değerlendirebilmektedirler. Şu anda bir sera gazı seviyesi ile ilişkilendirilecek olan

sıcaklıktaki kesin değişikliği saptamak imkansızdır. Bununla birlikte, giderek daha sofistike iklim modelleri iklimin kaotik doğasını yakalayabilmekte ve bu da bilim adamlarının sistem içindeki karmaşık etkileşimleri daha iyi anlamasını ve sera gazı seviyelerinin iklim değişikliğini nasıl etkileyeceğini tahmin etmelerini sağlamaktadır. Örneğin, şu anda karbondioksitin ısınma etkisinin atmosferdeki konsantrasyonu ile yaklaşık olarak logaritmik arttığı iyi bilinmektedir. Basit enerji alan hesaplamalarından, karbondioksit konsantrasyonlarının ikiye katlanmasının doğrudan ısınma etkisi, yaklaşık 1 ° C'lik ortalama bir yüzey ısınmasına yol açacaktır. Ancak atmosfer, bu basit modellerin önerdiğinden çok daha karmaşıktır. Sonuçta ortaya çıkan ısınma, doğrudan ısınmayı yükseltmek veya sönümlmek için hareket eden atmosferdeki geri besleme arasındaki etkileşim nedeniyle 1 ° C'den çok daha büyük olacaktır.¹⁸

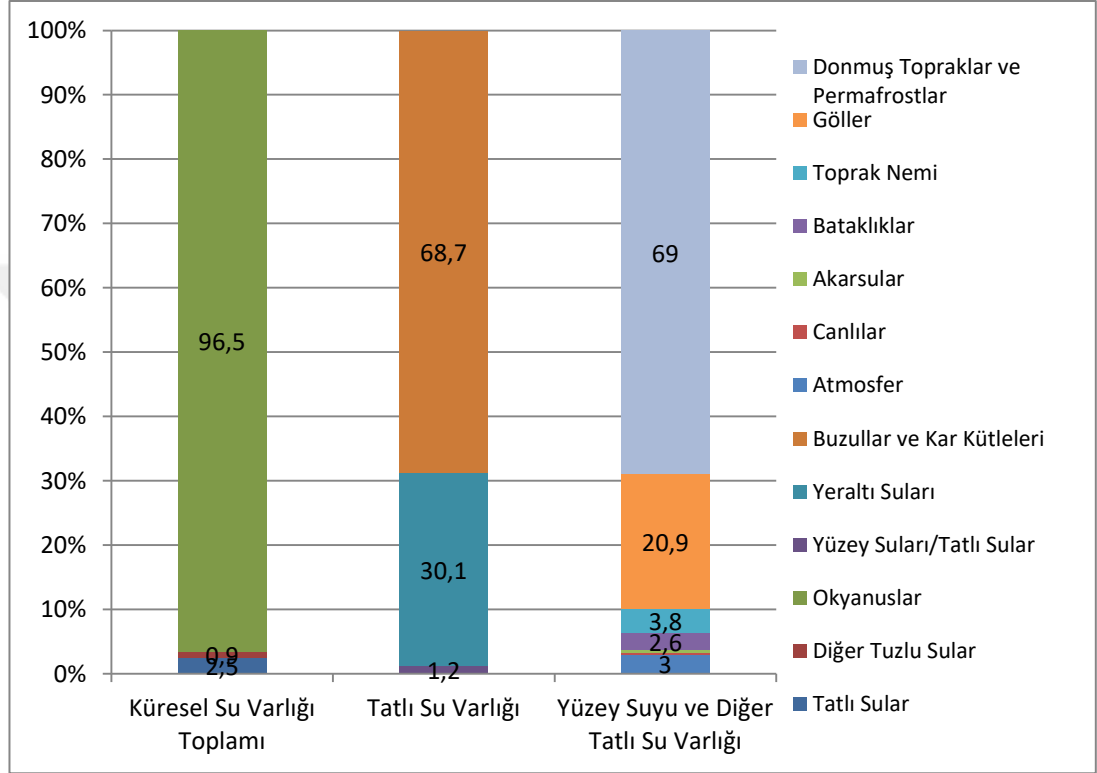
1.2. Su Kaynakları ve Suyun Önemi

1.2.1. Su Kaynakları

Su kaynakları tanımı buhar, sıvı veya katı halde de olsa, Dünya üzerinde bulunan ve insanlar için kullanım potansiyeli olan doğal su çeşitlerinin tamamını içine alır. Bunlar içinde insan kullanımına uygunluk bakımından tümü aynı değildir. Kullanıma en uygun kaynaklar okyanusların, nehirlerin ve göllerin sularıdır. Diğer mevcut su kaynakları arasında yeraltı suyu ve derin yeraltı suları ile buzullar ve kalıcı kar alanları bulunur. Doğal suların, özellikle de tatlı su kaynaklarının insanlar tarafından kullanımı yüzyıllar boyunca istikrarlı bir biçimde artmıştır. Nüfusun devam eden büyümesi ve suyun tarım, sanayi ve kentsel amaçlı sürekli büyüyen kullanımı bu büyüme eğilimin gelecekte de süreceği olasıdır. Bu durum, insanlığın gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli su kaynaklarının mevcudiyeti konusunda artan endişelere yol açmıştır. Yüzey suyu kaynakları, örneğin güneybatı Amerika Birleşik Devletleri'nde olduğu gibi, dünyanın çeşitli bölgelerinde halihazırda en yüksek kapasitelerinde kullanılmaktadır. Su kaynakları üzerinde yalnızca miktarı yönünden baskı yoktur aynı zamanda kalite baskısı da mevcuttur. Bunun nedeni aşırı kullanımın su kalitesinin kademeli olarak bozulmasına neden olmasıdır. Sunî gübrelerin ve tarım ilaçlarının yüzey ve yeraltı sularına sızması, onları yalnızca insan tüketimine uygun halden çıkarmakla kalmamış, aynı zamanda su ekosistemlerini de

¹⁸ Nicholas Stern, **a.g.e.**, 2007, ss.7-8.

bozmuştur. Göller ve nehirler ayrıca kanalizasyonun uygun olmayan şekilde bertaraf edilmemesi, arıtılmamış sanayi atıkların deşarjı, nükleer santrallerden ve diğer endüstriyel tesislerden soğutma suyu olarak kullanılan sıcak atık suyun salınmasıyla da kirlenmiştir.¹⁹



Grafik 1.1: Dünyadaki Suyun Kaynaklara Göre Dağılımı

Kaynak: <https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth> 05/11/22 (Çevrimiçi).

Dünya'daki su varlığının kaynaklara göre dağılımı Grafik 1.1'de gösterilmiştir. Buna göre miktar açısından en büyük su kaynağı okyanuslardır. Dünyadaki suların yalnızca %3'ten azı tatlı sulardan oluşur. Bu tatlı suların da büyük kısmını buzullar ve kalıcı kar kütleleri oluşturur. Ardından gelen en büyük tatlı su kaynağı ise yeraltı sularıdır. Bunların dışında kalan tatlı su kaynakları ise yüzey suları ve diğer tatlı su kaynaklarıdır ki bunlar tüm tatlı su varlığının ancak %1,2'sini oluşturur. Bu küçük oranın da en büyük kısmı olan %69'luk kısmı donmuş topraklar ve permafrostlar içinde bulunurken onu %20,9'luk payla göller izler. Bu durum insan kullanımına

¹⁹ <https://www.britannica.com/science/water-resource> 05/11/2022 (Çevrimiçi).

uygun su kaynaklarının ne kadar kısıtlı bir kaynak içerisinde bulunduğunu göstermektedir.

1.2.2. Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı

Küresel olarak, artan nüfusun, büyüyen ekonomilerin, değişen yaşam tarzlarının ve değişen tüketim kalıplarının ihtiyaçlarını karşılamak için tatlı suya olan talep önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artmaya devam edecektir. Bu, sınırlı doğal kaynaklar ve ekosistemler üzerindeki baskıları büyük ölçüde artıracaktır. Bu zorluk, hızlı ekonomik büyüme yaşayan ülkelerde, özellikle su kaynaklarının kıt olduğu ya da su ile ilgili altyapının ve hizmetlerin yetersiz olduğu yerlerde çok daha keskin olacaktır.²⁰

Fiziksel Su Kıtlığı: Fiziksel su kıtlığı genel olarak doğanın ihtiyacı olan en az seviyedeki suyu ayrı tutmak koşulu ile tüm insan ihtiyaçlarının mevcut su kaynaklarıyla karşılanamaması anlamına gelmektedir. Dünyada kuraklık çeken birçok bölgede genellikle sorun fiziksel su kıtlığından kaynaklanmaktadır. Bu tür kıtlık doğal koşullarda sulak olan alanlarda dahi baş göstermeye başlamıştır. Bunun sebebi ağırlıklı olarak insan etkisinden kaynaklanmaktadır. Hidrolik gereksinimi olan sistemlerin artışı, tarımda aşırı sulama, kirlilik gibi insan odaklı etmenler su kaynaklarının üzerine sürdürülemez bir yük bindirerek fiziksel su kıtlığına sebep olmaktadır.²¹ Bunun yanında fiziksel su kıtlığına küresel ısınma da katkı yapmaktadır. 900 milyon civarında insan suyun fiziksel kıtlığının mutlak olduğu havzalarda yaşamaktadır (havzaların kapanmış olduğu yerlerde). Bu sayının dışında kalan 700 milyon kişi ise, su kaynakları sınırının hızla yaklaşmakta olduğu yerlerde yaşamaya devam etmektedir (havzaların hızla kapandığı yerlerde).²²

Ekonomik Su Kıtlığı: Ekonomik su kıtlığı, fiziksel su kıtlığından farklı olarak su kaynaklarının yetersiz olması ile ilgili değildir. Ekonomik su kıtlığı, büyük ölçüde kötü yönetim ve duyarsızlıktan ileri gelmektedir. Dünyada bu tür su kıtlığı, fiziksel su kıtlığına göre çok daha yaygındır. Fakat fiziksel su kıtlığına nazaran ekonomik su

²⁰ UNESCO, **The United Nations World Water Development Report, Water and Energy**, Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2014, s.12.

²¹ <https://thewaterproject.org/water-scarcity/water-scarcity-2> 08/01/2019 (Çevrimiçi).

²² Stockholm World Water Week, **Insights from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, 2006, s.7.

kıtlığının üstesinden gelmek daha kolaydır²³. Çünkü ekonomik su kıtlığı; altyapı yetersizliği, bir gurubun diğerine tercih edilmesi, talebi karşılayacak arzı sağlayacak yeterli sayıda yetişmiş insan kaynağının bulunmaması ve belirli grupların seslerini duyuramaması gibi insan odaklı sorunlardan ileri geldiği için fiziksel kıtlığa nazaran daha hızlı ve etkili olarak çözüme kavuşturulabilir.²⁴

Fakat bazı kaynaklar, ekonomik su kıtlığının, sanıldığından daha karmaşık bir sorun olduğunu göstermektedir. Bu da sorunun çözümünün, tıpkı fiziksel su kıtlığı sorunun çözümü kadar çetrefilli olabileceğini gösterir niteliktedir. Örneğin, enerji üretmek için gereken su miktarları, takip edilen enerji üretim biçimleri tarafından belirlenir; tatlı su kaynaklarının tahsisi, kullanımı ve yönetimi, enerji üretimi için suyun ne kadar (veya az) kullanılabileceğini belirleyebilir. Su ve enerji için yapılan seçimler diğer sektörleri de etkileyebilir ve bunun tersi de geçerlidir. Başlıca bölgesel ve küresel krizler - iklim, gıda, enerji, finansal – su/enerji bağı ile birbirine bağlıdır.²⁵ Suyun birçok sektörle aynı anda bir bağ oluşturması toptan bir planlamanın yapılabilmesini çok güçleştirmektedir. Piyasa talebi ve yolsuzluk gibi, kendi içinde birçok değişkeni olan, kontrol ve tahmin edilmesi çok zor olan unsurlar, ekonomik su kıtlığı ile mücadelenin sanıldığından çok zor olacağını göstermektedir.

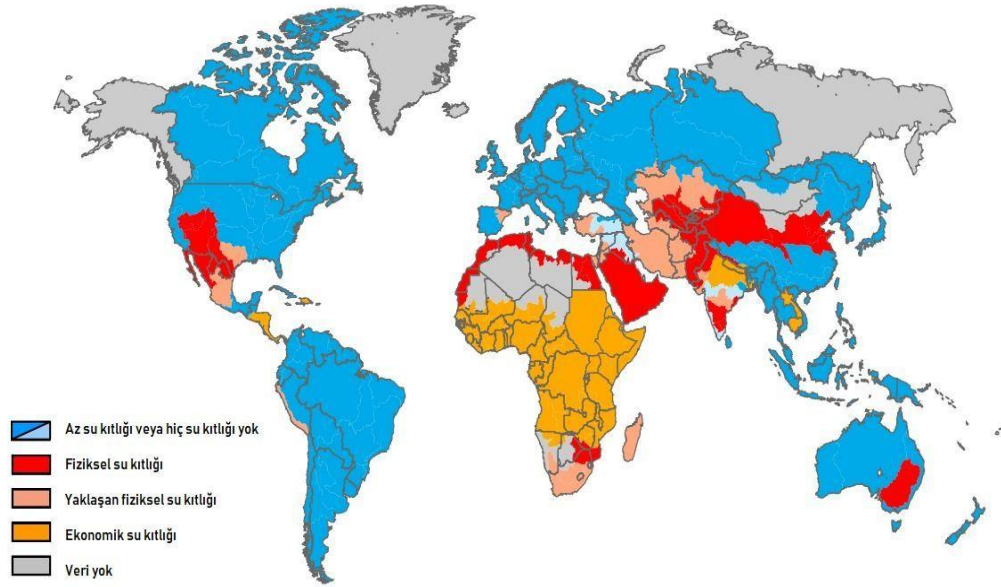
Dünyada yaklaşık 780 milyon insan güvenli içme suyuna erişim sağlayamamaktadır. Yaklaşık iki milyar insan sürekli ve güvenli suya erişememektedir. Dünyada artan su kıtlığı ile karşı karşıya kaldıkça erişimin iyileştirilmesi - kalitenin yanı sıra - gerekmektedir. 2025 itibarıyla, 1,8 milyar insan “su kıtlığı olan” olarak sınıflandırılan yerlerde yaşayacaktır. Yoksulluk içinde yaşayan insanlar en fazla risk altındadır.²⁶ İlgili raporda belirtilen erişim yoksunluğu ve bağlantılı sayılar, çok büyük oranda ekonomik su kıtlığı ve bu tür kıtlıktan mustarip olan insan sayısı ile ilgilidir.

²³ https://thewaterproject.org/water-scarcity/water_scarcity_2_11/01/2019 (Çevrimiçi).

²⁴ Stockholm World Water Week, **a.g.e.**, s.7.

²⁵ UNESCO, **a.g.e.**, 2014, s.13.

²⁶ David Molden, **The Report of the High-Level Panel of Eminent Persons on the Post-2015 Development Agenda**, International Water Management Institute, New York, 2013, s.42.



Şekil 1.2: Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı Alanları

Kaynak: David Molden, **Insights from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**, s.11.

Kırmızı: Fiziksel su kıtlığı. Nehir akışının % 75'inden fazlası tarıma, sanayiye veya evsel amaçlara tahsis edilmektedir. Bu kıtlığın tanımı, -suya erişim su talebine bağlı olduğu için - kuru alanların mutlaka su kıtlığı olmadığı anlamına gelir.

Açık Kırmızı: Yaklaşan fiziksel su kıtlığı. Nehir akışlarının % 60'ından fazlası tahsis edilmiştir. Bu havzalar yakın gelecekte fiziksel su kıtlığı yaşayacaklar.

Turuncu: Ekonomik su kıtlığı. Su kaynakları su kullanımına göre bol miktarda bulunur, nehirlerdeki suyun %25'inden azı insan ihtiyaçları için çekilmiştir, ancak yetersiz beslenme vardır. Bu alanlar, mavi ve yeşil suların da geliştirilip eklenmesiyle fayda sağlayabilir, ancak insan kapasitesi ve finansal kapasite sınırlıdır.

Mavi: Kullanıma göre bol su kaynakları. Nehirlerden gelen suyun % 25'inden azı insan ihtiyaçları için çekilir.

Dünya Kaynakları Enstitüsü'nün yayınladığı rapora göre, 2040 yılında dünyada ciddi su kıtlığı yaşanacaktır. Rapor, tarım hayvancılık ve sanayi

değişkenlerini de içeren, dünyanın en yüksek su kıtlığı çekecek olan ülkeler sıralamasını yapmıştır. Bu sıralamada ilk sırayı Bahreyn ile genellikle orta doğu ülkeler alırken; Türkiye en yüksek su kıtlığı çekecek olan yirmi yedinci ülkedir konumundadır. Türkiye, genellikle Akdeniz ve Orta Asya ülkelerinin yer aldığı banttadır. Almanya'nın ise; seksen altıncı sıra ile Türkiye'ye kıyasla çok daha iyi bir durumda olacağı tahmin edilmektedir.²⁷ Genel anlamda Türkiye'yi tehdit eden su kıtlığı, Avrupa'nın geneli ile kıyaslandığında çok daha ciddi görünmektedir.

Su Kıtlığının Nedenleri:

- Aşırı ve gereksiz kullanımlar,
- Endüstriyel ve evsel kullanımın neden olduğu su kaynaklarındaki kirlenme,
- Tasarruf önlemlerinin alınmaması ya da iyi uygulanamaması,
- Yönetim, bilgi ve finansal kaynak yetersizliğinin neden olduğu ekonomik su kıtlığı,
- Akiferlerden çekilen suyun, akiferlerin yenilenme hızlarından yüksek olması,
- Su zengini bölgelerden su fakiri bölgelere kaynak aktarımının yetersiz olması,
- Hukuki zeminde mevcut olan boşluklar ya da yasal takibatin yapılamaması diğer bir deyişle; su sektöründeki yolsuzluklar.

Su kıtlığı söz konusu olduğunda, en yaygın su kıtlığı tipinin ekonomik su kıtlığı olduğu açıktır. Bu tip kıtlık çok büyük ölçüde suya olan ulaşımın güvenliği ile ilgilidir. Bu durumda su sektöründe meydana gelen yolsuzlukların suya güvenli erişimde –özellikle yoksul kesimlerde- büyük sorun teşkil ettiği saptanmıştır. 2008 yılında yayımlanan Su Sektöründe Yolsuzluk adlı rapor konuyu ayrıntılı bir biçimde el almaktadır. Rapora göre su sektöründeki yolsuzluk ilişkisinde genellikle üç tür etkileşim vardır. Bunlar²⁸;

- *Kamu görevlileri ve diğer kamu görevlileri arasında meydana gelen yolsuzluk türleri:* Bu, bir politikacının evinin yakınındaki bir yolu iyileştirmek

²⁷ <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040> 17/01/19 (Çevrimiçi).

²⁸ Transparency International (TI), **Global Corruption Report 2008: Corruption in the Water Sector**, Cambridge University Press, New York, 2008, ss.6-7.

için ödeme yapmak amacıyla bir su tedarik ağına fon dağıtmak gibi kaynak tahsisinde yolsuzluk uygulamalarını içerir. Personel yönetimi kararlarının sonucunu belirlemek için rüşvet kullanmayı da içerebilir. Örneğin, transferler için bireylere ödemeler ve kazançlı pozisyonlara atanmalar. Potansiyel maaş arttıkça, görev almak için rüşvet de artar.

- *Kamu görevlileri ve özel sektör kişileri arasında eş zamanlı meydana gelen yolsuzluk türleri:* Lisanslama, satın alma ve inşaat ile ilgili olarak ortaya çıkan rüşvet ve dolandırıcılık biçimlerini içerir. Muvazaa ve ihaleye fesat karıştırma, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki ihale süreçlerine yaygındır ve hem uluslararası hem de ulusal aktörleri içerir.
- *Kamu görevlileri ile kullanıcılar / vatandaşlar / tüketiciler arasında ortaya çıkan türden yolsuzluklar:* İdari veya küçük yolsuzluk olarak bilinen bu uygulamalar, fakir ve fakir olmayan hanelerin, çiftçilerin ve diğer kullanıcıların su almalarını, daha hızlı bir şekilde almalarını veya daha ucuza almalarını sağlar.

Su kıtlığının bir başka boyutu da uluslararası politika bağlamındadır. Buna sebep olan şey ise kullanılabilir tatlı suların ülkeler arasında orantısız bir biçimde dağılık olmasında ileri gelmektedir. Her ne kadar küresel ölçekte yeterli miktarda tatlı su varsa da, bu kaynaklara ulaşım her ülke için aynı derecede imkan dahilinde değildir. Bir ülkenin siyasal sınırları içerisinde dengesiz dağılmış olan suyu kıt kaynaklı diğer bölgelere tahsis etmek, ülkeler arasında tahsis etmekten kuşkusuz daha kolaydır.

Örneğin, seyrek yerleşime sahip olan Sibiryâ bölgesindeki Baykal Gölü, dünyadaki tatlı su miktarının hemen hemen dörtte birini barındırır. Dünyadaki tatlı su kaynaklarının %31'ini içeren Güney Amerika, kişi başına düşen su miktarı bakımından Güney Asya'dan on iki kat daha zengindir. Brezilya ve Kanada gibi ülkeler ihtiyaçları olan sudan çok daha fazlasına sahipken, Orta Doğu ülkeleri ciddi su kıtlığı çekmektedirler. Kanada kişi başına 90.000m³ tatlı suya sahipken, Yemen kişi başına 198m³ ile ciddi su kıtlığı çekmektedir.²⁹

²⁹UNDP, **Human Development Report 2006, Beyond Scarcity: Power, Poverty and The Global Water Crisis**, New York, Published for the United Nations Development Programme, 2006, s.135.

Dünyada su baskısını ölçebilmek için çeşitli göstergeler kullanılmaktadır. Bunlardan biri de Falkenmark Göstergesi'dir. Bu gösterge, bir bölgede veya ülkede kişi başına düşen yıllık su miktarını belirlemek için kullanılır. Falkenmark'a göre yıllık olarak kişi başına 1700m³ veya bu değerin altında kalan bölgeler ciddi su kıtlığı yaşamaktadırlar. Falkenmark Göstergesi, genellikle kolay ulaşılabilir veriler kullanması, sonuçlarının basit olması, kolay kullanılabilir ve yorumlanabilir olması onu kullanışlı bir gösterge yapmaktadır.³⁰

Tablo 1.6: Falkenmark Göstergesi

Sınıflandırma	Su varlığı (m ³ / kişi / yıl)
Su baskısı yok	>1700
Su baskısının başlaması	1700–1000
Yoğun su baskısı	1000–500
Yoğun su sorunlarının yaşanması	<500

Kaynak: Daria Nepomilueva, **Water Scarcity Indexes: Water Availability to Satisfy Human Needs**, 2017, s.10.

Fakat Falkenmark Göstergesi'nin bazı dezavantajları da vardır. Bunlar³¹;

- İklim ve kültür vb. gibi basit eşikler tarafından belirlenen, ülkeler arasındaki su talebindeki farklılıkları görmezden gelmesi,
- Değerlendirme için ulusal yıllık ortalamaların kullanılması, su stresinin daha küçük ölçekte anlaşılmasını engellenmesi ve mevsimsel su mevcudiyeti değişikliklerini göz ardı edilmesi,
- Gösterge su kalitesini veya su erişilebilirliğini dikkate almaması,
- Falkenmark Göstergesi su kaynaklarının yeterliliğini temsil edebilir, ancak gerçekte, su kullanılamaz hale gelmesi için kirlenmiş ya da derin yeraltında depolanmış olabileceği,
- Ayrıca mevcut su miktarını artıran tuzdan arındırma tesisleri gibi yapay su kaynaklarını da dikkate almaması, olarak sayılabilir.

³⁰ Daria Nepomilueva, “**Water Scarcity Indexes: Water Availability to Satisfy Human Needs**”, (Yayımlanmamış Lisans Tezi, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences), Helsinki, 2017, s.10.

³¹ Daria Nepomilueva, **A.e.**, s.11.

Su kıtlığının büyüklüğünü göstermek için kullanılan göstergelerden biri de Shiklomanov Göstergesi'dir. Bu gösterge, ihtiyaçlardan bağımsız olarak, iklim koşullarına bağlı brüt su potansiyelini dikkate alarak su arzı imkânlarını ortaya koymaktadır. Su zengini bir ülke altyapı yetersizliği veya su israfı gibi sebeplerle talebi yönlendiremediği için, değerler Falkenmark'ın verdiği eşik değerlerin altına düşebilir. Belirtilen nedenler ile iki göstergenin kullanım amaçları birbirinden farklıdır.³²

Tablo 1.7: Shiklomanov Göstergesi

Sınıflandırma	Su varlığı (m ³ / kişi / yıl)
Olağanüstü az	<1 000
Çok az	1 000–2 000
Az	2 000–5 000
Vasat	5 000–10 000
Vasat Üstü	10 000–20 000
Yüksek	20 000–50 000
Çok yüksek	>50 000

Kaynak: Özden Bilen, **Türkiye'nin Su Gündemi, Su Yönetimi ve AB Su Politikaları**, 2008, s.58.

Falkenmark Göstergesi esas alınacak olursa; yıllık kişi başına düşen su miktarı 1700m³'ün altına düşen yerlerde insanların çoğunun yoksul kalacağı ve 2030 yılına kadar 3.9 milyar insanın bu bağlamda ciddi su kıtlığı altında yaşayacağı tahmin edilmektedir.³³

1.2.3. Suyun Ekonomik Önemi

Klasik iktisatçılar toprakları (ve tüm doğal kaynakları), emeği ve üretilmiş sermayeyi temel zenginlik kaynakları olarak kabul ettiler. Neo-Klasik iktisatçılar ise sadece emek ve sermayeye odaklandılar, "toprakları" başka bir değiştirilebilir sermaye biçimi olarak ele aldılar. Doğal kaynaklar, talebe göre bol miktarda kabul

³² Özden Bilen, **Türkiye'nin Su Gündemi, Su Yönetimi ve AB Su Politikaları**, Umut Basımevi, Ankara, 2008, s.58.

³³ UNEP, **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication**, Arendal, United Nations Environment Programme, 2011, s.126.

edildi ve bu nedenle, görevi k t kaynakları tahsis etmek olan ekonomi için, önemli bir odak noktası olmadı. Çevrenin  ifte rolü, değerli girdilerin kaynağı olarak ve ekonominin atığının ve kirliliğinin toplandığı bir yer olarak çok az dikkate alındı.³⁴

Erken dönemlerdeki nüfus artışı su (doğal kaynak) tüketimi üzerindeki en önemli etkindir. Fakat suya olan talep en yüksek nüfus artışı hızına sahip olan  lkelerden ziyade en yüksek sanayileşme seviyesine ve hali hazırda nüfusu yüksek olan ülkelerde meydana gelmiştir. Artan gelir insanları daha çok tüketir hale getirip milyonlarca insanın günde iki öğün beslenmesi için daha fazla su gereksinimine neden olmuştur. Daha sonraki dönemlerde beslenmeye daha fazla etin girmesi, gıda dışı tüketimin artışı ve hizmet sektöründe artan talep, daha fazla suya talebi de beraberinde getirmiştir. Artan miktarda su talebine yüksek kaliteli su ihtiyacı da eklenince su kaynakları üzerindeki baskı giderek artmıştır. G   n hızlanması, politik baskılar ve  evre kirliliğinin artışı da sayılan diğer nedenlere eklenince su, son derece önemli ve k t bir kaynak hale gelmiş, suyun sosyo-ekonomik önemi çok artmıştır.³⁵

Bugün su, ekonomilerimizin en önemli bileşenlerinden biridir ve ekonominin her alanında iş yaratmak ve sürdürmek için gereklidir. Genel olarak bakıldığında, tarımsal, endüstriyel ve kentsel kullanım olarak genelde   e ayrılrsa da özelde birincil derecede kullanım alanları olarak; tarım, hayvancılık, tatlı su balıkçılığı, su ürünleri yetiştiriciliği, madencilik ve diğer doğal kaynakların çıkarımı olarak sıralanabilir. İkincil derecede kullanım alanı olarak; ağır sanayi, imalat, elektrik ve yakıt üretimi sayılabilir. Birincil ve ikincil kullanım dışında turizm ve eğlence gibi alanlarda hizmet sektörünün de bir bileşeni durumundadır. Bu sektörlerin birçoğu üretim zincirinin bir ya da birkaç halkasında büyük miktarda suya ihtiyaç duymaktadır. Küresel istihdamın yarısını birincil ve ikincil derecede su kullanımı yapan sektörlerden sekizi barındırmaktadır. Bunlar; tarım, ormancılık, balıkçılık, enerji, yoğun kaynak gerektiren üretim, geri dönüşüm, inşaat ve taşımacılıktır. Bir milyardan fazla insan sadece balıkçılık, tarım ve ormancılık alanlarında istihdam

³⁴ UNESCO, **The United Nations World Water Development Report, Water in a Changing World**, London, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2009, s.14.

³⁵ UNESCO, **A.e.**, s.15.

edilmektedir. Ormancılık ve tarım, tatlı su kıtlığı yüzünden en çok tehdit altında olan sektörlerdir.³⁶

Değerli bir kaynak üzerindeki kısıtlamalar, talep verimliliğini ve arzı güçlendirici yeni yatırımları ve belirleyici politikaları oluşturmaktadır. Ancak, muhtemelen sahip olduğumuz en kısıtlı ve değerli kaynaklardan biri olan su için, bu olmuyor gibi görünmektedir. Harekete geçmek için yapılan çağrıların çoğalmasına rağmen çok sayıda kanıt, durumun kötüye gittiğini göstermektedir. Kendi başına bırakılan su sektörünün, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının getirdiği artan su gereksinimlerini karşılamak için sürdürülebilir, uygun maliyetli bir çözüme ulaşabileceğinin pek az göstergesi bulunmaktadır.³⁷ Bu şartlar altında, belki de en önemli doğal kaynak olan suyun ekonomik olarak giderek daha da değerleneceğini var saymak mümkündür.

1.2.3.1. Suyun Tarımsal Kullanımı

Tarım sürdürülebilirlik mücadelesinin kalbinde yer almaktadır. Nüfus artışı ve artan yaşam standartları, gıda ve tarım ürünleri için ek talep oluşturmaktadır. Günümüz, kıt kaynaklar, daha fazla talep ve fiyat değişkenliği çağı olarak tanımlanmaktadır. Su, gıda ve enerji talepleri giderek; işletmeler, topluluklar ve çiftçiler ile daha çok kesişmektedir. Gıda üretiminde sulamaya ve suya olan ihtiyaç, bu ihtiyaca paralel gelişen enerji talebi ile birlikte değerlendirildiği zaman tarımın ekonomik önemi öne çıkmaktadır. Gideren artan dünya nüfusunu doyurabilmek ve sanayiye hammadde sağlayabilmek için tarımsal sulama son derece kritik bir öneme sahiptir. Bunun sebebi ise tarımın, tüm sektörler içinde en çok su çeken sektör olmasıdır. Bugün ortalama olarak 1 kg pirinç üretmek için 3,400 litre, 1 kg sığır eti için 15.500 litre, 1 litre süt için 1.000 litre, 1 kg tavuk eti için 3,900 litre, 1 kg buğday için 1,300 litre suya ihtiyaç vardır.³⁸

Su için küresel talep geçen yüzyılda keskin bir şekilde artmıştır. Tarım, belediyeler ve endüstrilerden yıllık toplam su çekimi 1900 yılında 580 km³'ten 2010'da 3 900 km³'e yükselmiştir. Tarım, çoğunlukla sulama yoluyla, dünyadaki

³⁶ UNESCO, **United Nations World Water Development Report, Water and Jobs**, Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2016, s.10.

³⁷ Willem Alexander, **Charting Our Water Future, Economic Frameworks to Inform Decision-making**, Washington DC, 2030 Water Resources Group, 2009, s.4.

³⁸ <http://greenreality.fi/en/people/did-you-know> 18/04/18 (Çevrimiçi).

toplam tatlı su çekiminin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Sulama, kuraklık riskini azalttığından ve ürün çeşitliliğini teşvik ettiğinden ve aynı zamanda kırsal gelirleri de artırdığından, gıda üretiminde elde edilen kazanımlar için bu çok önemli olmuştur. Sulanan tarım ekili arazinin yaklaşık % 20'sini oluştururken, küresel gıda üretiminin % 40'ına katkıda bulunmaktadır.³⁹

Dünya genelinde tatlı su çekiminin yaklaşık % 70'ini temsil eden sulanan tarım sektöründe, artan su verimliliğinden kaynaklanan potansiyel verimlilik tasarrufu, 2030 yılına kadar (2011 fiyatlarıyla) yıllık olarak 115 milyar dolara yakın olacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak, 100 milyon fakir çiftçiye daha verimli su teknolojilerinin sağlanması durumunda 100-200 milyar dolarlık tahmini toplam net fayda yaratabileceği öngörülmektedir.⁴⁰

Tablo 1.8: Dünyada Sulanan Arazilerin Kıtalar Göre Dağılımı

	Kıta	Sulanan Alan Milyon Hektar	Sulanan Alanların Yüzdesi
1	Afrika	14.74	4.9
2	Kuzey ve Güney Amerika	46.51	15.6
3	Asya ve Okyanusya	214.41	71.7
4	Avrupa	23.28	7.8
	Toplam	299.04	100

Kaynak: ICID, **Annual Report 2014-15**, s.83.

Yukarıda yer alan Tablo 1.8'e göre, 14.74 milyon hektar ile dünyada sulanan arazilerin %4.9'u Afrika kıtasında yer almaktadır. 30 milyon km²'nin üzerinde olan kıta yüz ölçümüne kıyasla sulanan arazilerin çok kısıtlı kaldığından söz etmek mümkündür. Dünyada sulanan arazilerin oranı bakımından en büyük ikinci paya sahip olan Amerika'nın sulanan alan yüzdesi 15.6 iken; en büyük pay %71.7 ile Asya kıtasına aittir. Kıtanın toplam sulanan arazi yüz ölçümü 214.41 milyon hektardır. Avrupa ise 23.28 milyon hektar ile sulanan alanların %7.8'ini barındırmaktadır. Avrupa'nın yaklaşık 10 milyon km²'lik yüz ölçümü dikkate alındığında sulanan alanlar görece en geniş paya sahiptir.

³⁹ FAO, **Statistical Pocketbook World Food and Agriculture**, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015, s.38.

⁴⁰ UNESCO, **a.g.e.**, 2016, s.11.

Tablo 1.9: Dünyada Sulanan Alanların Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı

	Bölge	Sulanan Alan Milyon Hektar	Sulanan Alanların Yüzdesi
1	Gelişmiş Ülkeler	47.31	15.8
2	Gelişmekte Olan Ülkeler	233.33	78
3	Gelişmemiş Ülkeler	18.40	6.2
	Toplam	299.04	100

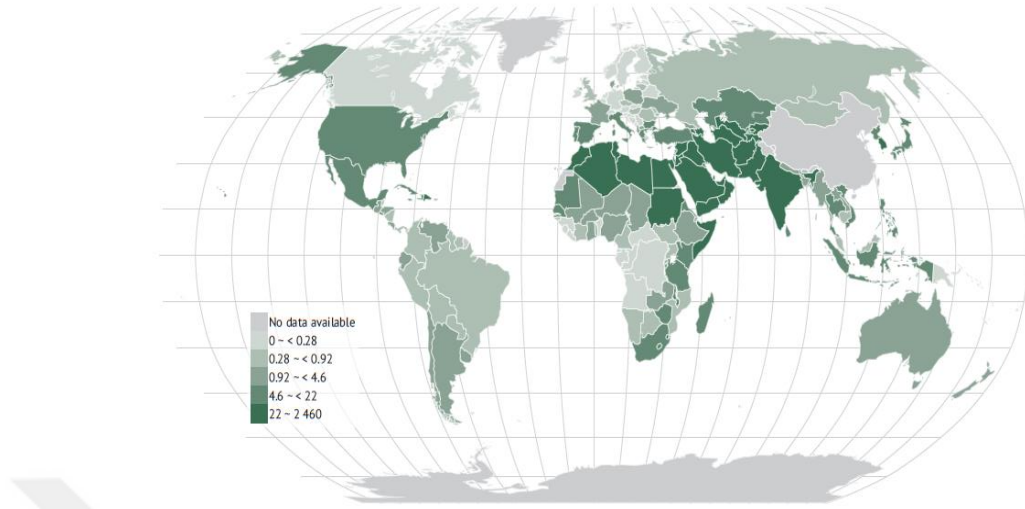
Kaynak: ICID, **Annual Report 2014-15**, s.83.

Tablo 1.10: Dünyada Sulanan Alanların Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı (2018)

	Bölge	Sulanan Alan Milyon Hektar	Sulanan Alanların Yüzdesi
1	Gelişmiş Ülkeler	51.761	16.808
2	Gelişmekte Olan Ülkeler	245.873	79.871
3	Gelişmemiş Ülkeler	10.321	3.351
	Toplam	307.955	100

Kaynak: ICID, **Annual Report 2018**, s.96.

Tablo 1.9 ve Tablo 1.10'da üç yıl arayla sulanan alanların ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre dağılımları verilmiştir. Genel olarak bakıldığında dünyadaki sulanan alanlar yaklaşık olarak %3'lük bir artış göstermiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artış gözlenirken, gelişmemiş ülkelerde bir azalma mevcuttur. Gelişmiş ülkelerde nüfus artış hızının çok düşük olduğu göz önünde bulundurulursa, bu ülkelerdeki sulanan arazilerin artışını büyük ölçüde gelişmiş sanayinin tarımsal kökenli ham madde ihtiyacını karşılamaya yönelik olduğu düşünülebilir. Gelişmekte olan ülkelerde ise nüfus artışı yüksek olduğundan; sulanan tarım arazilerinin artışı, ham madde üretiminden ziyade gıda arzını güvence altına almak olduğunu söylemek doğru olacaktır.



Şekil 1.3: Tarımsal Etkinlik Tarafından Çekilen Tatlı Su Miktarı (% , 1999-2013)

Kaynak: FAO, **Statistical Pocketbook World Food and Agriculture 2015**, s.39.

Yukarıda yer alan Şekil 1.3'te 1999-2003 yılları arasında dünyada tarımsal etkinlik tarafından çekilen su miktarları gösterilmektedir. Harita üzerinde yüksek tarımsal su çekimi olan ülkelerin genellikle (ABD ve G. Kore dışında) tarımsal verimliliklerinin düşük olduğu görülmektedir.⁴¹ Bu ülkeler aynı zamanda gelişmekte olan ekonomiler grubuna girdiğinden, yüksek su çekimine rağmen tarımsal verimliliklerinin düşük olmasının sebebi ekstansif tarım (kara/ilkel tarım) yönteminin yoğun olarak kullanılması gösterilebilir.

Tarımsal üretimin yoğunlaştırılması, sulama için su kaynaklarının mevcudiyetine bağlıdır. Fakat artan nüfus ve ekonomik gelişmeler, neredeyse her yerdeki su kaynakları üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır. Sadece birkaç örnek vermek gerekirse; 1990 ve 2010 yılları arasında kişi başına düşen su mevcudiyeti Solomon Adaları'nda yüzde 42, Malezya, Pakistan ve Nepal'de yüzde 36, Hindistan ve Bangladeş'te yüzde 29 ve Vietnam'da yüzde 23 oranında azalmıştır.⁴²

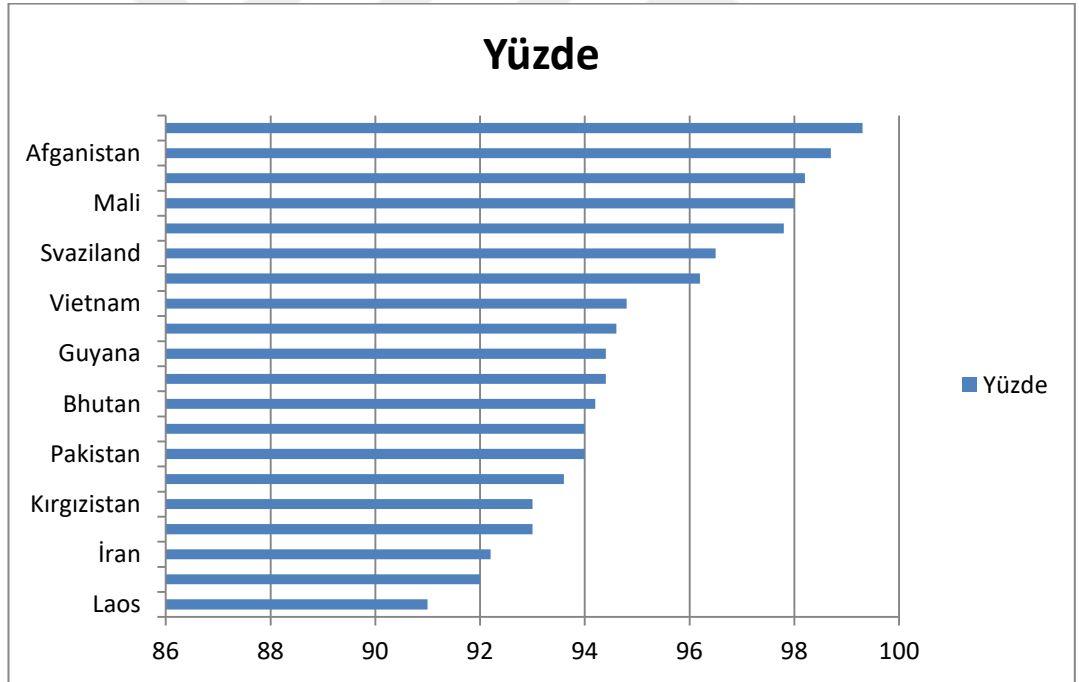
Tarımda su kullanımının verimliliğini arttırmak için geniş çaplı çalışmalar yapılmaktadır. Verimli su kullanımı yoğun (intensif) tarımın hayata geçirilebilmesi için

⁴¹ https://www.theglobaleconomy.com/rankings/Agriculture_productivity/ 18/04/18 (Çevrimiçi)

⁴² FAO, **Statistical Yearbook 2014, Asia and the Pacific Food and Agriculture**, Bangkok, Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2014, s.12.

ilk ve en önemli adımdır. Bu amaçla yapılan uygulamaları kısaca belirtecek olursak⁴³:

- Su kullanım etkinliğinin ve su verimliliğinin ölçülmesi için sırasıyla; tarımsal üretimi tahmin edilecek olan alanın belirlenmesi, tarımsal üretimin tahmini, tüketilecek olan suyun tahmini, bölgesel düzeyde ve havza düzeyinde su verimliliğinin ölçülmesi (istatistiksel yaklaşım, uzaktan algılama ve ürün sayımı verilerini bütünleştirme) yapılır.
- Tarımsal su verimliliğinin artırılması için sırasıyla; bitki düzeyinde su verimliliği, tarla ve çiftlik seviyesinde su ve gübre etkileşimleri, kıt su koşullarında su verimliliği, büyük sistemlerin / nehir havzalarının su verimliliği ele alınır.



Grafik 1.2: Tarım Sektörü Tatlı Su Çekiminin Toplam Su Çekimindeki Payı En Yüksek Olan 20 ülke (1999-2013)

Kaynak: FAO, **Statistical Pocketbook World Food and Agriculture 2015**, s.38.

⁴³ Bharat Sharma, vd., "Water Use Efficiency in Agriculture: Measurement, Current Situation and Trends", Chapter 3, Montpellier (Chapter 3, Colombo), **CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems**, 2015, (ss.39-63), ss.41-54.

Yukarıda yer alan Grafik 1.3'te tarım sektöründeki su çekimi diğer sektörlerdeki su çekimine olan oranı en yüksek yirmi ülke bulunmaktadır. Bu ülkelerin tarım sektöründeki su çekim oranlarının % 90'nın üzerinde olduğu görülmektedir. Grafikten anlaşılabacağı üzere neredeyse hiç sanayileşmemiş olan söz konusu ülkelerin işçi başına tarımsal katma değer cinsinden verimlilikleri de son derece düşüktür. Örnek verilecek olursa; grafikte en iyi durumda olan Laos, (tarımsal verimlilik açısından) yüz elli beş ülke içinden yüz yirmi altıncı (927.6 dolar) sırada iken; en kötü ikinci sırada olan Afganistan ise yüz elli dördüncü sıradadır (632.95 dolar).⁴⁴

Su, geçimi sağlayan üretim sistemlerini destekleyen doğal sermaye tabanının önemli bir parçasıdır. Bu nedenle tarımda su güvenliği, insani gelişmenin her yönüne yayılmıştır. 2014 yılı verilerine göre yaklaşık 7.5 milyarlık dünya nüfusunun % 30.7'si tarım sektöründe çalışmaktadır⁴⁵. İki milyarı aşkın tarımsal nüfus, yetersiz ve düzensiz su kaynakları ile birleşince, gıda sektöründeki çıktının ve istihdamın kalitesi ve miktarı da etkilenmektedir. Olağan senaryoda, küresel GSYİH'nin % 45'ini, dünya nüfusunun % 52'sini ve tahıl üretiminin % 40'ını 2050 yılına kadar su baskısı nedeniyle risk altında olabileceği belirtilmektedir.⁴⁶

Yağışlardaki değişiklikler veya su arzındaki bozulmalar, yeterli beslenme ve açlık, sağlık ve hastalık ile en nihayetinde yaşam ve ölüm arasındaki farkı yaratmaktadır. Kırsal geçim kaynakları, su ve küresel yoksulluğun azaltılması çabaları arasındaki bağlantılar hemen belirgindir. Günde 1 dolardan az bir kazançla geçinen tüm insanların dörtte üçü tarıma bağlı kırsal alanlarda yaşıyor. Küçük ölçekli çiftçiler ve tarım işçileri de dünyanın 830 milyon yetersiz beslenen insanının yaklaşık üçte ikisini oluşturmaktadır.⁴⁷ Doğal kaynakların tükenmesinin yarattığı istihdam açığıyla bağlantılı olarak göçler meydana gelmektedir. Bu göçleri oluşturanlar tarıma bağlı yaşayan kimseler olduğu için kent yaşamında kendilerini yoksulluk tuzağından

⁴⁴ https://www.theglobaleconomy.com/rankings/Agriculture_productivity/ (Çevrimiçi).

⁴⁵ FAO, **a.g.e.**, 2015, s.48.

⁴⁶ UNESCO, **a.g.e.**, 2016, s.41.

⁴⁷ UNDP, **a.g.e.**, 2006, s.174.

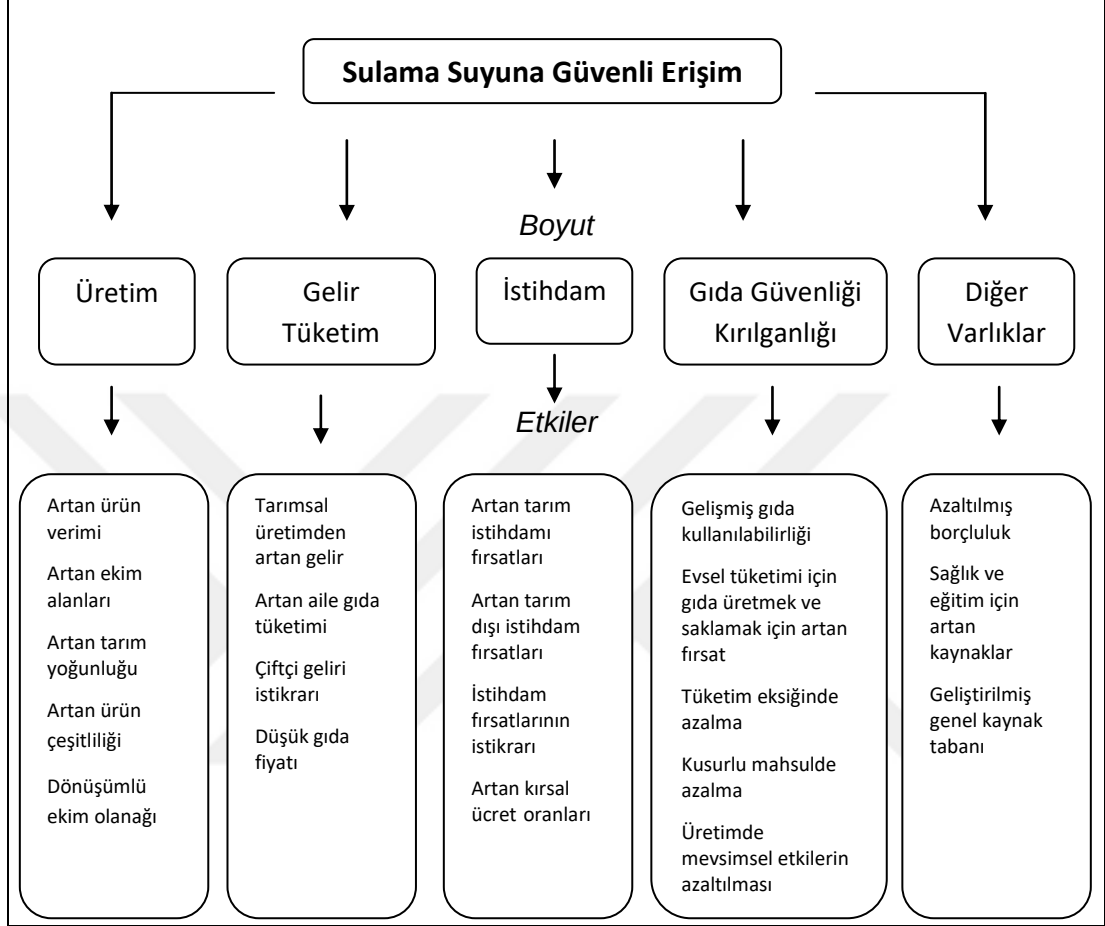
kurtarabilecek beşeri sermayeye sahip değillerdir. Bu durum da uzun vadede toplumsal çatışmalara sebep olmaktadır.⁴⁸

Geçmişte, kadın başlı hane halklarının tahminleri çoğu kez gerçek sayılarının altındaydı, çünkü çoğu ülkede bir erkek hâlâ “patron” ve hane reisi olarak algılanmaktaydı. Daha yeni ve daha iyi kavramlar ve araştırma metodolojileri, hem daha yüksek sayıda kadın başlı hane halkının daha fazla olduğunu hem de kadınların tarımsal işlerde daha fazla yer aldığını ortaya koymaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar tarımda çalışan nüfusun %25.2’si kadınlardan oluşmakta olduğunu göstermiştir. Fakat halen daha kadınların kontrolünde tarım yapılan toprakların, erkek başlı veya kadın başlı hane halklarında olsun, çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Örnek vermek gerekirse; Burkina Faso’da kadınlar toplam arazinin yaklaşık beşte birinde bağımsız olarak tarım yapmakta iken, Endonezya veya Bangladeş’te de çiftliklerin işletilmesinde de kadınlar egemen durumdadır. Bu durum, kadınların üretim birimlerinin bölünmesinde, kadınların ve erkeklerin tarımsal üretimdeki su ihtiyaçlarının şekillenmesinde etkili olduklarını göstermektedir.⁴⁹

⁴⁸ IOM, **Annual Report 2014, Migration in the Middle East and North Africa**, Geneva, International Organization for Migration, 2014, s.30.

⁴⁹ WWV, **The World Water Vision Results of the Gender Mainstreaming Project: A Way Forward**, Marseille, World Water Council Secretariat, 2000, ss.21-22.

Tablo 1.11: Sulama Suyuna Erişimin Yoksulluk Üzerindeki Olası Etkileri



Kaynak: UNDP, *Human Development Report 2006*, s.175.

Tablo 1.11’de tarımsal alanda suya güvenli erişimin olası etkileri gösterilmektedir. Suya güvenli erişim çeşitli boyutlarda, çeşitli etkiler göstermektedir. Yağmura bel bağlamadan yeterli, doğru ve düzenli yapılacak olan sulama; ürün verimliliğini ve çeşidini artırarak gıda arzı güvenliğinin sağlanmasında önemli role sahiptir. Bunun yanında artan üretim, istihdamı ve geliri artırarak tüketimin de artmasına yardımcı olacaktır. Sulama suyuna güvenli erişimin mikro ve makro düzeyde ekonomik refah artışına katkıda bulunması beklenebilir.

1.2.3.2. Suyun Endüstriyel Kullanımı

Sanayi ve enerji için su kullanımı hızla gelişmekte ve de gelişmekte olan piyasa ekonomilerinde su kullanım modellerini dönüştürmektedir. Sanayi ve enerji birlikte su talebinin % 20'sini oluşturmaktadır. Su sanayi tarafından çok yönlü olarak kullanılır: temizlik, ısıtma ve soğutma için; buhar üretmek için; çözünmüş maddelerin veya partiküllerin taşınması için; hammadde olarak; bir çözücü olarak; ve ürünlerin bir parçası olarak (içecek endüstrisinde olduğu gibi). Bir ülkenin üretim endeksi (hacim, değer ve istihdam) ile su için toplam endüstriyel talep arasında basit bir ilişki yoktur. Talep, öncelikle sanayi sektörünün kompozisyonuna, kullanımdaki süreçlere ve her sektörde yer alan geri dönüşüm derecesine bağlıdır. Farklı endüstriler farklı su kalitesi ve farklı miktarda su talep etmektedir (yüksek teknoloji endüstrisi içme suyundan daha yüksek kalitede su gerektirir).⁵⁰

Tablo 1.12: Bazı Sanayi Kollarında Üretilen Ürün Tonu Başına Su Kullanımı

Ürün	Su Kullanımı (m ³ / Ton)*
Kağıt	80 - 2000
Şeker	3 - 400
Çelik	2 - 350
Petrol	0.1 - 40
Sabun	1 - 35
Bira	8 - 25
*Kullanılan üretim yöntemine göre değişiklik gösterir.	

Kaynak: UNESCO, **World Water Development Report, 2009**, s.116.

Endüstrinin su bağımlılığı, yiyecek ve içecek sektöründeki büyük kullanıcılardan ve madencilik endüstrisinden KOBİ'lere kadar uzanmaktadır. Su kullanımı, bir sanayi veya bireysel tesisin toplam su ayak izi (özellikle tedarik zinciri) dikkate alındığında daha da genişletilir. Su kıtlığı, bazı büyük sanayi sektörleri üzerinde çok ciddi etkilere sahip olabilir. Endüstrinin kullanımı için uygun kalitede güvenilir bir miktarda suya sahip olması ve en azından yeterince verimli bir şekilde yönetmesi gerekmektedir. Herhangi bir iş gerçekleşmeden önce, bir şirket endüstriyel yatırımı için uygun bir yer bulmalıdır. Bir yatırım kararı alındığında; bir

⁵⁰ UNESCO, **a.g.e.**, 2009, ss.115-116.

dizi faktör (bazıları yerel emek havuzları, hammaddeler, ulaşım ve potansiyel pazarlar) ve bunlardan birisi olan su ile suyun olası kıtlığı göz önünde bulundurulmaktadır.⁵¹

Su kıtlığı riski, yapılan bir çalışmaya göre yüzde olarak sektörlere göre şöyle sıralanmıştır;⁵²

- Zorunlu tüketim malları sektörü yiyecek, içecek ve temizlik ürünleri gibi mallar üretmektedir. Bu endüstrilerin üretimi için yeterli miktarda yüksek kaliteli su sağlanması hayati önem taşımaktadır. Su kaynaklı risklere %77'lik oranla en yüksek derecede maruz kalan sektördür.
- Zorunlu olmayan tüketim malları sektörü, giyim, kozmetik malzemeler ve otomobil gibi mallar üreten sektördür. Firmalar, tekstil üretiminde boyama veya araba imalatında boyama gibi birçok üretim sürecinde suya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sektör % 53 oranında su kaynaklı risklere maruz kalmaktadır.
- Ağır sanayi sektörü, makinelerden, yapı ürünlerinden ticaret şirketlerine ve dağıtıcılara kadar farklı şirketler grubundan oluşmaktadır. Su genellikle tedarik zincirine gömülü olduğu gibi, soğutma ve temizleme gibi üretim süreçleri için de gereklidir. Bu sektör % 47 oranında su kaynaklı risklere maruz kalmaktadır.
- Bilgi teknolojileri sektöründe gerekli miktarda suya ve su kalitesine erişim sağlamak özel bir öneme sahiptir. Yarı iletkenler üreten bazı işletmelerde üretim süreçleri için son derece yüksek kalitede suya ihtiyaç vardır. Dünyanın bulut bilgisine güç veren birçok veri merkezi de önemli miktarda suyla soğutulur. Sektörün riske maruz kalma oranı %49'dur.
- Malzeme sektörü metalleri ve madenciliği içerir ve dünyaya inşaat malzemeleri, kimyasallar ve kağıt ürünleri sağlar. Su, buhar üretiminden soğumaya ve temizlemeye kadar olan süreçler için hem anahtar hem de temel bir unsurdur. Bu sektör % 69 oranında su kaynaklı risklere maruz kalmaktadır.

⁵¹ UNESCO, a.g.e., 2016, s.48.

⁵² CDP, **Thirsty business: Why water is vital to climate action 2016 Annual Report of Corporate Water Disclosure**, London, CDP(Carbon Disclosure Project) Worldwide, 2016, ss.34-46.

- Su, enerji üretiminin temelidir. Düşük karbonlu hidroelektrik için türbinleri hareket ettirir; güç üretimi için soğutma sağlar; yakıtların çıkarılmasını ve işlenmesini kolaylaştırır; ve giderek artan oranda biyokütle bitkilerini sular. Su kaynaklı risklere maruz kalma oranı %72'dir.

Su kıtlığı Tablo 1.13'te belirtildiği gibi bazı büyük sanayi sektörleri üzerinde çok ciddi etkilere sahip olabilir.

Tablo 1.13: Su Kıtlığının Etkileri Belirli Sanayi Kolları Üzerindeki Etkileri

Sektör	Etki
Yiyecek ve içecek	Üretim kesintileri, daha yüksek emtia maliyetleri, daha yüksek güç maliyetleri, şişelenmiş su kaynaklarına erişim kaybı
İmalat	Üretim kesintileri, sıvı atıkların boşaltılması ile ilgili sorunlar
Yarı iletken üretimi	Üretim kesintileri, su arıtımı için daha yüksek maliyetler, gelişme üzerindeki engeller
Maden endüstrisi	Sondaj, madencilik, çamurlu sıvı (slurry) taşımacılığı ve atık deşarjı üzerindeki potansiyel kısıtlamalar

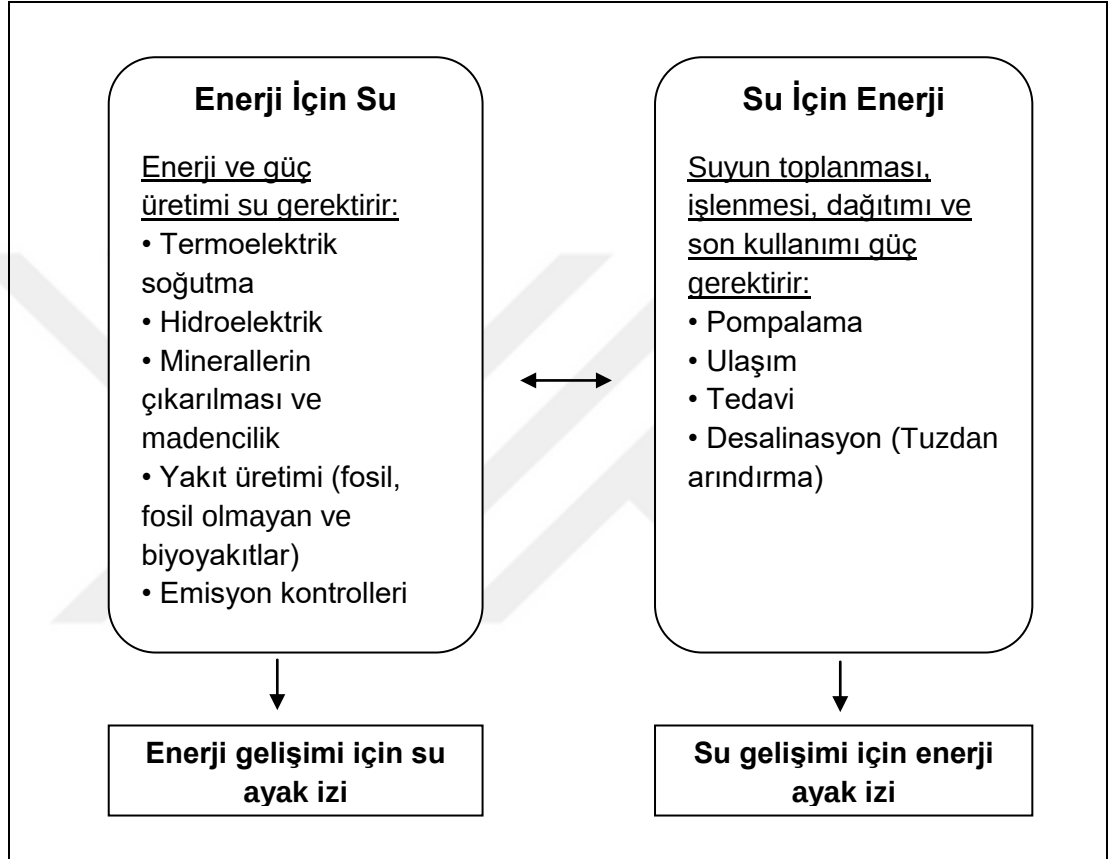
Kaynak: UNESCO, **World Water Development Report, 2016**, s.49.

Öte yandan, su ile enerji arasındaki bağı diğer sanayi kollarından ayrı incelemek faydalı olacaktır çünkü enerji ve su her zaman ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Su, enerji kaynağı geliştirme ve kullanımının ayrılmaz bir parçasıdır olup, soğutma ve enerji üretimi için gereklidir. Enerji de suyun pompalanması, taşınması ve arıtılması için kullanılır.⁵³ Fakat enerji üretimi ve diğer amaçlar için inşa edilen rezervuarlar önemli miktarlarda suyu buharlaştırarak pasif olarak tüketilir. Hidroelektrik, dalga veya gelgit enerjisi üretimi için su, kinetik enerjiyi elektriğe aktarmak için "aktif" bir ortam sunar. Termal ve nükleer santralleri soğutmak veya biyoenerji üretmek için, su aynı derecede önemli olsa da daha pasif bir rol oynamaktadır. Bu nedenle enerji talebi, su ve tarımsal kalkınmanın önemli bir itici

⁵³ WEC, **Water for Energy**, London, World Energy Council, 2010, s.9.

gücü olup, tatlı su kaynaklarının miktarını ve kalitesini güçlü bir şekilde etkileyen baskılar yaratmaktadır.⁵⁴

Tablo 1.14: Suyun ve Enerjinin Birbirleriyle Bağlantısı



Kaynak: UNESCO, a.g.e., 2009, s.117.

Küresel güç üretiminin yaklaşık % 90'ı su yoğundur. Elektrik üretimi açısından bakıldığında su, hidroelektrik (şu anda dünyadaki elektrik üretimi için en büyük yenilenebilir kaynaktır ve 2010 yılında küresel elektrik ihtiyacının % 16'sını karşılamıştır) sistemlerinin yanı sıra her türlü termal güç üretim şeması için doğrudan kullanılır. Küresel olarak, elektrik talebinin (her türlü birincil enerji talebinin 2035'a kadar artacağına dair kanıtlar vardır) 2035 yılına kadar yaklaşık % 70 oranında artması beklenmektedir ki bu büyümenin, neredeyse tamamen OECD üyesi olmayan ülkelerde olması ön görülmektedir.⁵⁵

⁵⁴UNESCO, a.g.e., 2009, ss.116-117.

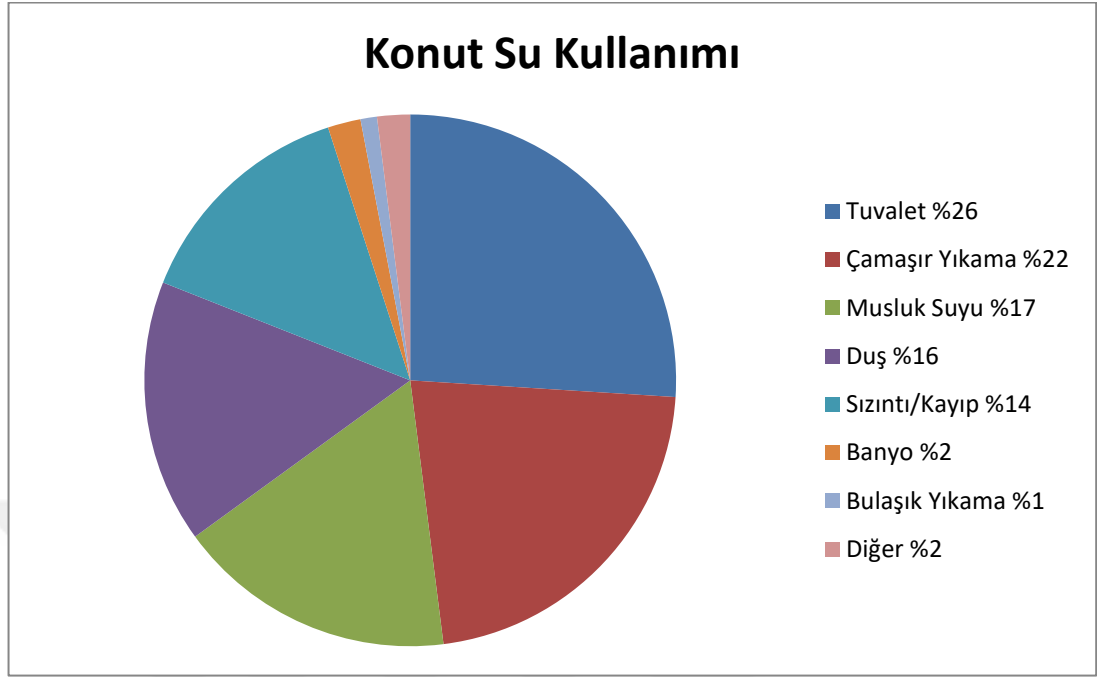
⁵⁵UNESCO, a.g.e., 2014, ss.30-39.

Rüzgar enerjisi tribünleri ve güneş enerjisi fotovoltaikleri ihmal edilebilir miktarda su tüketirler, ancak büyük şebekelerde yük dengelerini korumak için diğer güç kaynakları (su ihtiyacı yüksek olan) tarafından telafi edilmesi gereken aralıklı bir hizmet sunarlar. Bu sebeple su, rüzgar ve güneş enerjisi seçenekleri için de çok önemlidir. Ulaştırma yakıtları sektöründe ise, son yıllarda dünyanın büyük bir kısmı geleneksel petrol bazlı yakıtlardan (petrol ve dizel, nispeten su bazlı üretimden) uzaklaşmaktadır. Birçok ülke, geleneksel olmayan fosil yakıtlar (hidrolik kırılma, kömürden sıvıya veya petrol kumu), biyoyakıt ve elektrik gibi daha fazla su yoğun olan seçenekleri tercih ediyor. Elektrikle çalışan taşımacılık bile, enerji santralindeki su gereksinimi nedeniyle su yoğunluğu yüksek bir seçenek olarak karşımızda durmaktadır.⁵⁶

1.2.3.3. Suyun Kentsel Kullanımı

Su kullanımının kentsel kısmı toplam su kullanımının %10'unu oluşturmaktadır. Evsel kullanım açısından bakıldığında su tüketiminin %26'sı tuvalet, %22'si çamaşır yıkama, %17'si musluk suyu kullanımı, %16'sı duş, %14'ü sızıntılar/kayıp %2'si banyo, %1'i bulaşık yıkama faaliyetlerinde kalan %2'si de diğer faaliyetlerde kullanılmaktadır. Evsel kullanıma ek olarak araba yıkama, yüzme havuzlarının doldurulması ve su parkları gibi daha birçok alandaki su kullanımı da kentsel kullanıma girmektedir.

⁵⁶ UNESCO, a.g.e., 2014, ss. 40-43



Grafik 1.4: Konutlarda Su Kullanımının Faaliyete Göre Dağılımı

Kaynak: <https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/water-consumption> 27/04/18 (Çevrimiçi).

Evlerde, küçük iş yerlerinde ve hastanelerde günlük yaşamın idame ettirilmesinde kullanılan sular evsel atık sular olarak adlandırılmaktadırlar. Evsel atık sular, gri su ve siyah su olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Tuvaletlerden gelen sular siyah su olarak tanımlanmıştır. Hacimsel olarak evsel atık suyun %75'ini oluşturan gri sular ise az kirli ve çok kirli olmak üzere kendi içinde ikiye ayrılmıştır. Az kirli gri suları duş banyo ve lavabo atık suları oluşturmaktayken; çok kirli gri sular mutfakta ve çamaşır yıkamakta kullanılan suların atıklarıdır.⁵⁷

Gri sular geri dönüşüm işlemi ile yeniden kullanıma kazandırılması bakımından diğer tüm atık su tiplerinden oldukça avantajlıdır. Siyah sular ile kıyaslandığında zararlı bakteriler açısından daha düşük yoğunlukludur. Sanayi atık suları ise ağır metaller ve endüstriyel kimyasallarla aşırı kirlenmiş durumdadır. Bu bakımdan gri suların geri dönüşümü nispeten daha kolaydır. Tablo 1.15'te gri suların kaynağı ve içerdiği kirleticiler verilmiştir.

⁵⁷ Gökhan Ekrem Üstün ve Ayşenur Tırpancı, "Gri Suyun Arıtımı ve Yeniden Kullanımı", **Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi**, Cilt 20, Sayı 2, 2015, Bursa, (ss.119-139), s.119.

Tablo 1.15: Gri Suyun Kaynağına Göre Oluşan Kirletici Maddeler

Gri Su Kaynağı	Kirletici Maddeler
Çamaşır Makinesi	Askıda katı madde, organik madde, yağ ve gres, tuzluluk, sodyum, nitrat, fosfor(deterjandan), çamaşır suyu, pH
Bulaşık Makinesi	Askıda katı madde, organik madde, yağ ve gres, artan tuzluluk, pH, bakteri ve deterjan
Küvet-Duş	Bakteri, saç, askıda katı madde, organik madde, yağ ve gres, sabun, şampuan kalıntıları
Lavabo (Mutfak dâhil)	Bakteri, askıda katı madde, organik madde, yağ ve gres, sabun, şampuan kalıntıları

Kaynak: Gökhan Ekrem Üstün ve Ayşenur Tırpancı, “Gri Suyun Arıtımı ve Yeniden Kullanımı”, **Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi**, Cilt 20, Sayı 2, 2015, Bursa, (ss.119-139), s.120.

Evsel su kullanımı sosyal - kültürel alışkanlıklara ve yaşam standardı gibi etkenlere göre değişebilmektedir. Aşağıda yer alan Tablo 1.16’da ev içi amaçlar için gerekli olan ortalama su miktarı listelenmektedir. Buna göre gelişmekte olan ülkelerde, kişi başına günlük 20 ila 30 litre su düşmektedir. Bu da temel insan ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli kabul edilmektedir. Kanada gibi bazı gelişmiş ülkeler ise, temel ihtiyaçları giderebilecek olan su miktarının on ila yirmi katını tüketmektedirler.⁵⁸

⁵⁸ <https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/water-consumption> 27/04/18
(Çevrimiçi)

Tablo 1.16: Günde Kişi Başına Düşen Asgari Su Miktarı

Düzy	Kullanım	Miktar (Günde kişi başına düşen litre)
En az “yaşamsal” düzeyde (yalnızca birkaç gün sürdürülebilir)		5 - 7
	İçme	3 - 4
	Yemek hazırlama ve temizlik	2 - 3
Orta düzeyde (yalnızca birkaç ay sürdürülebilir)		15 - 20
	İçme	3 - 4
	Yemek hazırlama ve temizlik	2 - 3
	Kişisel temizlik	6 - 7
	Çamaşır yıkma	4 - 6

Kaynak: <https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/water-consumption> 27/04/18
(Çevrimiçi).

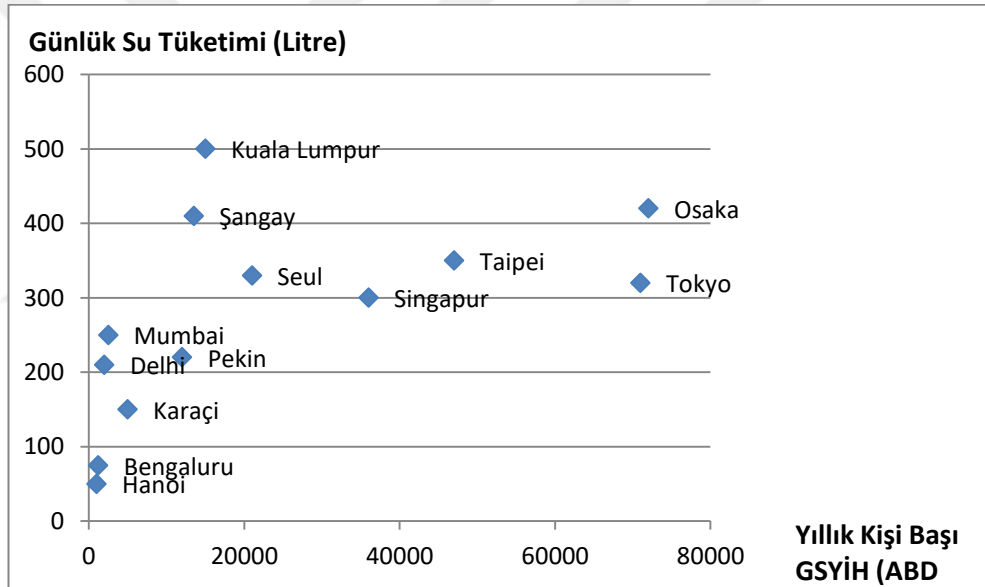
Günümüzde insanlığın yarısından fazlası kentlerde yaşamakta ve bu oranın hızla artması beklenmektedir. 2011-2050 yılları arasında kent nüfusu 2,6 milyar artması beklenmektedir. Bu artışın hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerde bulunan şehirlerde gerçekleşirken, gelişmiş ülkelerdeki kentsel nüfus ise sabit kalmaya devam edecektir. Gelişmekte olan ülkelerde, kentsel büyüme daha büyük şehirlerde yoğunlaşacak, ancak bunlarla sınırlı olmayacaktır. 2011 yılında, dünyadaki kentsel nüfusun yaklaşık % 60'ı bir milyondan az insandan oluşan bir nüfusa sahip şehirlerde yaşamaktadır. 2025 yılına gelindiğinde ise, bu oran yaklaşık % 50'ye düşecek, bir milyondan fazla nüfusu olan şehirlerde yaşayanların sayısı da % 40'tan % 47'ye yükselecektir. Hali hazırda altı büyük gelişmekte olan ülke kentindeki yıllık nüfus artışı - Dakka, Karaçi, Kinshasa, Lagos, Mumbai ve Yeni Delhi - Avrupa nüfusunun tamamından daha büyüktür.⁵⁹

Gelir, kentsel su kullanımının önemli bir itici gücüdür ve GSYİH arttıkça, kamu kaynaklarına bağlı hane halklarının oranı artar. Daha yüksek hane geliri, daha fazla su kullanımı ve sahip olunan su teçhizatlarının kapasitesinin artmasıyla bağlantılıdır. Kişi başına su kullanımı ile milli gelir arasındaki ilişkiyi tanımlamak için sigmoid (S biçimli) eğrisi kullanılmıştır. Bu sayede düşük gelir seviyelerinde su kullanımı, gelişmekte olan ekonomilerin ve bu ekonomilerdeki yaşam tarzlarının gelişmesiyle keskin bir biçimde hızlanmaktadır. Kesin gözüyle bakılmaksızın, kamu su kullanımı ile GSYİH / gelir / refah arasındaki düşük gelir düzeyindeki pozitif ilişki,

⁵⁹ UNESCO, a.g.e., 2014, s. 62.

Avrupa'daki bazı alanlarda hane halkı kullanımında gelecekteki artışların muhtemel olduğunu göstermektedir.⁶⁰ Bu gösterge ışığında, tüm gelişmekte olan ekonomiler, özellikle de Dakka, Karaçi, Kinshasa, Lagos, Mumbai ve Yeni Delhi gibi aşırı nüfus artışının yaşandığı dev şehirleri olanların, ileriki yıllarda çok ciddi bir su sıkıntısı çekeceğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Artan evsel su tüketimi, bir hanede belirli bir refah seviyesine erişene kadar devam ettikten sonra sabit kalma eğilimi göstermektedir⁶¹. Grafik 1.5'te bazı Asya kentlerinde su tüketimi ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi gösterilmektedir. Grafikte gelir ile su tüketimi arasında doğrusal bir ilişki görünse de artış eğilimi yıllık yirmi bin dolar seviyesinden sonra genellikle düşmektedir.



Grafik 1.5: Bazı Asya Kentlerinde Su Tüketimi ve Kişi Başına Düşen Gelir

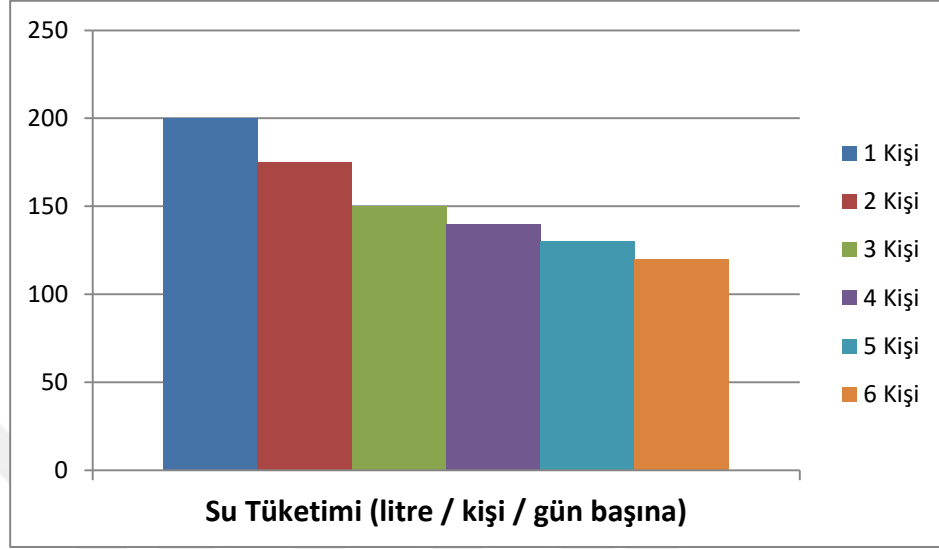
Kaynak: UNESCO, *World Water Development Report*, 2014, s.63.

Su tüketimde gözlenecek olası düşüşler ise, genellikle hane halklarının farkındalık düzeyinin artması ve tasarruflu tüketim araçların yaygın biçimde kullanılması ile açıklanmaktadır. Bunun yanında bir hanede yaşayan insan sayısı arttıkça su tüketiminde ölçek ekonomilerinin etkili olduğu da gözlemlenmiştir. (Bkz.

⁶⁰ EEA Report, *Water Resources Across Europe — Confronting Water Scarcity and Drought*, No 2/2009, Copenhagen, European Environment Agency, 2009, ss.28-29.

⁶¹ EEA, *A.e.*, ss.28-29.

Grafik 1.5) Fakat Avrupa örneğinden de görülebileceği üzere yaşam standardı arttıkça hane halkı büyüklüğünde de bir düşüş gözlenmektedir.⁶²



Grafik 1.6: Hane Halkı Büyüklüğünün Su Kullanımı Üzerindeki Etkisi
(Başı Günlük Litre)

Kaynak: EEA Report, **Water Resources Across Europe**, 2009, s.28.

1.2.4. Suyun Çevresel Önemi

Tarih boyunca insan toplulukları büyük ölçüde nehir kenarlarında konuşlanmıştır. Tarihsel olarak, insanlar, içme suyu sağlayabilecek, atıkları giderebilecek, sulama ve enerji endüstrilerini tedarik edebilecek su kaynaklarının yakınında bulunmak zorundaydılar. Geçtiğimiz yüz yıl boyunca, endüstriyel kalkınma, su kullanma, atık verme ve kirletme kapasitesindeki artışa paralel olarak; su taşımak ve kontrol etmek konusunda da artan bir beceriye sahip oldu. Bugün dünyanın birçok yerinde insanlık, ekolojik sürdürülebilirliğin sınırlarının ötesine geçerek, insani gelişme için tehditler ve yarının nesilleri için aşırı maliyetler yaratmaktadır. Yirminci yüzyılın sonuna kadar su, onun tükenebilir bir kaynak olduğu fikrinden bağımsız olarak sanayide, tarımda ve kentsel alanda sorumsuzca kullanıldı.⁶³

⁶² EEA, **A.e.**, ss.28-29.

⁶³ UNESCO, **a.g.e.**, 2016, ss.138-139.

“Sınırsız büyümeye olan inanç ve suya endüstriyel bir gelişim aracı olarak davranılması dünyanın su kaynaklarını tehlikeye atmaktadır. Su, zevk, kar ve kazanç aracı olmanın aksine, yaşayan bir ekosistemdeki tüm hayatın kaynağı olan en önemli unsurdur. Çoğu ulus devlet kanunu, doğayı ve suyu bir mülkiyet biçimi olarak kabul ettiği için, doğanın kanunları ile uyumlu yeni yasaların çıkarılması zorunludur. Yaşamın devam edebilmesi için akaçlama havzalarının ve doğanın korunması ve tadili için gerekli olan çevresel ve ekonomik politikalar oluşturulmalıdır.”⁶⁴ Doğru yönetimi engelleyen başlıca problemler politik ortamdadır. Bugün bilim ve teknoloji, öngörülebilir bir gelecek için uygun su yönetim planlarını desteklemek için yeterli durumdadır.⁶⁵

1.2.4.1. Suyun Doğal Kaynak Olarak Sürdürülebilirliği

İnsan toplumunun, hidrolojik döngünün ya da ona bağlı ekolojik sistemlerin bütünlüğünü bozmadan süreklilik arz eden ve belirsiz bir geleceğe kavuşmasını destekleyen su kullanımına sürdürülebilir su kullanımı adı verilir. Sürdürülebilir su kullanımı ve yönetimi kriterlerinin, geleneksel biyolojik veya fiziksel göstergelerin ölçülmesinden daha fazlasını içermesi gerektiği artık kabul görmüştür. Bu kriterlerin aynı zamanda, suyu kullanan ve yöneten, su üzerindeki çatışmaları çözen ve karar vermede kaçınılmaz belirsizlik ve riskleri ele alan bireyler ve kurumlar için de rehberlik sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Buna göre, su için sürdürülebilirlik hedefleri şöyle sıralanabilir⁶⁶;

- *İnsani Temel Su Gereksinimleri*: İnsanların temel ihtiyaçlarını karşılamak için temel miktarda su sağlanmasıdır. Bununun için, insan metabolizmasını desteklemek ve insan sağlığını korumak için temel miktarda tatlı suyun sağlanması - uygun fiyatlarla - hükümetler, uluslararası kuruluşlar, yerel su tedarikçileri ve sivil toplum kuruluşları tarafından garanti altına alınmış bir taahhüt olmalıdır.
- *Çevresel Temel Su Gereksinimleri*: Doğal ekosistemlerin temel ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli miktarda su temin edilmesidir. Bunlar,

⁶⁴ Maude Barlow, **Su Hakkı**, İstanbul, Yeşil İnsan Yayınevi, 2016, s.153.

⁶⁵ Walter M. Grayman, vd., **Toward a Sustainable Water Future, Visions for 2050**, Virginia, The American Society of Civil Engineers, 2012, s.16.

⁶⁶ Jan Lundqvist ve Peter Gleick, **Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, Sustaining Our Waters Into the 21th Century**, Stockholm, Stockholm Environment Institute, 1997, ss.7-11.

üzerine baraj kurulmamış nehir uzanımlarının korunması, bazı nehir uzanımlarında minimum akış gereksinimlerinin sağlanması, büyük su projelerinden çevreye suyun yeniden tahsis edilmesi ve sulak alanları korumak için standartların geliştirilmesidir.

- *Su Kalitesi Standartları:* Farklı kullanımlar farklı niteliklerde su gerektirir. Farklı amaçlar için su kalitesi standartları geliştirilmeli ve bu standartlara uygun olarak su kalitesi izlenmeli ve sürdürülmelidir. Örneğin, birçok endüstriyel, ticari, sulama veya çevre düzenlemesi için kullanılan su, önemli ekonomik tasarruflarla daha düşük bir standartta korunabilirken; Çevresel su gereksinimleri için benzer su kalitesi kriterleri geliştirilmelidir.
- *Su Kaynaklarının Yenilenebilirliği:* Tatlı su kaynakları genellikle yenilenebilir olarak kabul edilir. Bu yenilenmenin bozulmaması için, aynı kaynağın uzun süreli kullanılabilirliğini etkilemeyen bir işletme şekli benimsenmelidir.
- *Veri Toplama ve Kullanılabilirlik:* Su planlaması ve yönetimi demokratik ve etkili olması için, su döngüsünün tüm yönleri hakkında veriler toplanmalı ve sınırlandırılmamış bir şekilde ulaşımına açık olması gerekir. Bugün, bölgesel ve uluslararası ölçekte su ile ilgili verilerin miktarı ve ulaşılabilirliği konusunda ciddi yetersizlikler vardır. Gelişmiş ülkelerde dahi suya ilişkin veriler halen istenilen düzeyde toplanamamaktadır.
- *Kurumlar, Yönetim ve Uyuşmazlıkların Çözümü:* Sürdürülebilirlik kriterleri sadece uygun biyolojik veya fiziksel göstergeleri ölçmekle ilgili değildir; aynı zamanda, su üzerindeki çatışmaları çözecek ve karar vermede kaçınılmaz belirsizlik ve riskleri ele alacak kurumlar için de rehberlik sağlamalıdır.

Suya yönelik tüm olumsuzlukların çok hızlı bir biçimde büyümesi, eğer önlem alınmazsa, suyun sürdürülebilir bir kaynak olarak kullanımını imkansız hale getirmektedir. Bu sebeple sürdürülebilir su kullanımı için gelecekte dünyada su yönetimini şekillendirmesi beklenen eğilimler vardır. Bu, 2050 yılı için yapılan bir çalışmada; “beş temel yönlendirici etmen (birden fazla ikincil yönlendirici etmen tarafından desteklenen) 2050 dünyasını şekillendirecektir. Bunlar demografi, su kaynağı kısıtlamaları, artan su maliyetleri, artan enerji / su bağlantıları ve bölgesel

işbirliği. Bu etmenler, altyapı, finans, çevre, toplum ve işgücünde değişiklikler yapılmasını gerektirecektir⁶⁷ şeklinde belirtilmiştir.

Tablo 1.17: Sürdürülebilirlik İçin Yönlendirici Etmenler

Yönlendirici Etmenler	Sürdürülebilirlik İçin Temel Yönlendirici Etmenlerin Sonuçları				
	Altyapı	Finans	Çevre	Toplum	İşgücü
Demografi	Nüfus büyümesi, bazı coğrafyalarda genişleme, onarım ve değiştirme sürecini hızlandıracak ve nüfus daralması küçülen bölgelerdeki yüksek oranlı artışları hızlandıracaktır.	Büyüyen bölgelerde ücret tabanı artacak, küçülen bölgelerin ücret tabanında yukarı yönlü baskı olacaktır.	Kaynak su kalitesinin bozulması, geliştirme ve gübre / tarım ilacı kullanımı üzerinde daha fazla kontrol gerektirecektir.	Kentsel yoğunluk ve şehirleşme toplumsal bütünleşme için zorluklar ve fırsatlar yaratacaktır.	Bilim adamları ve mühendislerin gelişimi, su koruma ve iyileştirme gibi su hizmetleri için bir öncelik olacaktır.
Su Kaynağı Kısıtlamaları	Kaynak karmasındaki değişiklikler, farklı altyapı ihtiyaçlarını üretecektir. Tuzlu su ve tuz kaldırma teknolojilerine giderek daha fazla ihtiyaç duyulacak. Su tasarrufu, altyapı genişlemesini en aza indirecektir.	Su bütçesi bazı ücret yapıları geçerli olacaktır ("su zengini" alanlarında bile). Su diğer ev hizmetlerinden (gaz, elektrik, çöp vs.) daha pahalı olacaktır.	Doğal ekosistemler üzerindeki baskı, su ayak izimizi en aza indirmeye yönelik çabaları teşvik edecektir. Mevcut su projelerinin çevresel etkilerinin azaltılması gerekli olacaktır.	Halk, bir kaynak olarak suya karşı duyarlı olacaktır. Doğal peyzajlar yaygınlaşacaktır. Kişi başına düşen su kullanımı önemli ölçüde düşecektir.	İleri işlem teknolojisi, topluluk sosyal yardım ve otomasyon ile ilgili beceri setleri değerlendirilecektir.
Artan Su Maliyetleri	Kurumlar, altyapı faydalarının gerekli değer / maliyet analizini yapmak konusunda uzman olacaktır.	Ücret yapıları, sürdürülebilir su kullanımı için güçlü teşviklerle tam hizmet maliyetine dayanacaktır.	Su kullanımının çevre üzerindeki etkilerinin en aza indirgemesinin sağlanması, önemli bir maliyet etkeni olacaktır.	Yükselen su fiyatlarındaki politik "geri itme", kamu hizmeti yöneticilerinin iyi iletişim becerilerini gerektirecektir.	Hizmet operasyonlarında maliyet kontrolü için baskı artacaktır. İşgücü maliyetlerini azaltmak için otomasyon optimize edilecek ve yeni teknolojilerden faydalanacaktır.
Artan Enerji / Su Bağlantıları	Enerji ve kimyasal yoğun altyapı dikkatle incelenecektir. Yaşam döngüsü maliyet tespiti standart uygulama olacaktır.	Enerji maliyetleri artacaktır. Su hizmetleri alternatif enerji üretimi için varlıkları maksimize edecektir.	Alternatif enerji projeleri, yeni su altyapısının geliştirilmesinin standart yönleri olacak. Yeni su altyapısı ve operasyonları için sera gazı dengelemeleri gerekli olacaktır.	Halk, enerji ve su maliyetleri ile suyun değeri arasındaki ilişkiyi anlayacaktır.	Hizmet tasarımı ve operasyonlarında enerji verimliliği bir öncelik olacaktır.
Bölgesel İşbirliği	Konsolidasyon ve bölgesel altyapıların geliştirilmesinde artan işbirliği seviyeleri gerekecektir.	Bölgesel altyapının finansmanı için işbirliği gerekli olacaktır.	Bölgesel su planlaması kural haline gelecek.	Halk, bölünmüş hizmet sunumunun verimliliğini sorgulayacaktır. Yükselen maliyetler, komşu su tesisleri arasında birleşmenin / konsolidasyonun incelenmesini zorunlu kılacaktır.	Verimli çalışma için baskılar, bölgesel faturalandırma sistemlerine, çağrı merkezi fonksiyonlarının idare ve paylaşımına, bakım merkezlerine gibi uygulamalara öncülük edecektir.

Kaynak: Walter M. Grayman, vd., **Toward a Sustainable Water Future, Visions for 2050**, s.123.

⁶⁷ Walter M. Grayman, vd., **a.g.e.**, 2012, s.118.

Sürdürülebilir su kullanımı adına su tüketimini azaltmaya katkıda bulunacak bazı önlemler vardır. Bu önlemlerin en önemlisi tarımsal alanda alınacak önlemlerdir. Çünkü Tarım en büyük su tüketicisi olan sektördür. Tarımsal alanda, daha düşük miktarda su ve enerji tüketerek daha çok gıda üretimi yapabilmek sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir. Örneğin, gelişmekte olan birçok ülkede, tipik sulanan mısır verimi hektar başına bir ila üç ton civarındayken bu verimin hektar başına sekiz ton civarına çıkarmak mümkündür. Ayrıca tarımsal sulama için uzun mesafe su pompalama işlemi fazla enerji tükettiği için çok nadiren kazançlıdır.⁶⁸ Bu sebeple tarımsal alanda fayda/maliyet analizinin iyi yapılması şarttır.

Sanayi sistemlerinde verimlilik benzer şekilde sürdürülebilirlik açısından kritiktir. Sanayide su, güç üretimi, kağıt hamuru ve kağıt üretimi, tekstil ve çelik endüstrileri gibi alanlar arasında dağıtılmaktadır.⁶⁹ Enerji üretiminde soğutma için suya ihtiyaç vardır. Tüm sanayi de kullanılan suyun %40'ı soğutma suyudur.⁷⁰ Geri kalan kısım yıkma, ayrıştırma gibi alanlarda kullanılmaktadır. Eğer atık suların yeniden kullanımı (Özellikle gri suların yeniden kullanımı diğerlerine göre daha kolaydır. Tarımsal sulamada ve kentsel kullanımda tuvaletlerde ve sanayinin belirli dallarında soğutma suyu olarak kullanılabilir), daha az suya ihtiyaç duyan soğutma sistemleri ve daha az enerji tüketen sistemlerinin kullanımı verimlilik kazanımlarına dönüşebilecektir. Böylece sanayide su tüketimi, suyun doğal bir kaynak olarak sürdürülebilir kalmasına yardımcı olacaktır.

Kentsel su kullanımını da azaltmaya yardımcı önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerden biri su ve elektrik tasarruflu sistemlerin kullanımıdır. 1970 yılında evlerde 5kg pamuklu çamaşırı yıkamak için 200 litre su harcanırken, 2007 yılında bu miktar 49 litreye düşmüştür. İngiltere'de 1950'lerde tuvalet rezervuarları 12 litre su içerirken bugün 4 litreye kadar düşmüştür. Daha az enerji tüketen cihazlar, sensörlü musluk ve lambalar, susuz tuvalet sistemleri (kamusal alanda) sürdürülebilir su kullanımına katkı yapmak noktasında önemlidir. Örneğin, sensörlü musluklar su tüketimini %70 oranında azaltmıştır. Bunlara ek olarak kentlerde yağmur suyu hasadı kullanma suyu edinmek için neredeyse maliyetsiz bir yoldur. Toplanan sular tuvalet, bahçe sulama ve yıkma gibi faaliyetler için kullanılır. Binaların çatılarına

⁶⁸ UNEP, **a.g.e.**, 2011, ss.122-132.

⁶⁹ W. Alexander, **a.g.e.**, 2009, s.13.

⁷⁰ UNEP, **a.g.e.**, 2011, s.122.

kurulan su toplama ünitelerinin çevreye de zararları yoktur.⁷¹ Çin'de kurulan yerel bir yağmur toplama merkezi iki yüz bin kişiye yarar sağlamaktadır. Üstelik kişi başı 12\$ maliyetle, hükümet ya da devlet gibi hantal yapılara gerek kalmadan yerel topluluklar tarafından oluşturulmuştur.⁷²

Suyun sürdürülebilir bir kaynak olarak kalması tek bir kurum ya da sektörün çabasıyla mümkün değildir. Bu amaç için özel sektör ve kamu sektörü, sivil toplum kuruluşları ve bağımsız kişiler hep birlikte çalışmalıdırlar. Finans kuruluşları, teknoloji sağlayıcıları, inşaat şirketleri,⁷³ üniversiteler, belediyeler, uluslararası kuruluşlar ve tüketiciler bu konuda sorumluluk alması gerekenler arasındadırlar.

Sızıntı ve kayıpların azaltılması ile kullanım dışında kalan sular kullanıma kazandırılabilir. Sızıntı ile kaybolan sulara taşıma ve arıtma maliyetleri de eklenmiş olduğu için bu alanda yaşanan kayıpların giderilmesi çok önemlidir. Bu aynı zamanda başlı başına bir sorun olan su ölçümlemesini sağlıklı bir biçimde yapılmasına da katkıda bulunacaktır. Su tüketiminin ölçümlemesi sürdürülebilirlik çabalarına yönelik olarak yapılan planlamalar için veri sağlayacaktır. Su kaynakları konusunda veri yetersizliği, su üzerine yapılmış olan neredeyse tüm çalışmalarda yakınılan bir konudur.^{74 75 76} Suyun fiyatlandırılması ve farkındalığın artırılması su tüketiminin azaltılması için önemli araçlardır. Doğru bir fiyatlama politikası aşırı tüketimi önleyeceği gibi yoksul kesimlerin de suya erişimini kolaylaştırabilir.⁷⁷

1.2.4.2. Su Kaynaklarını Olumsuz Etkileyen Faktörler

Nehirler sağlıklı bir su ekosistemini sürdürmek için çevresel akış olarak adlandırılan yeterli miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Suyun nehirlerden aşırı miktarda çekilmesi, nehir havzalarındaki ekosisteme ciddi zarar vererek, bu alanlardaki balıkların ve omurgasızların yaşamlarını tehlikeye sokar. Akışın azalması, nehirlerin kirliliği seyreltme kapasitesini de azaltmaktadır.⁷⁸ Örneğin elektrik üretmek ve

⁷¹ EEA Report, **Water Resources Across Europe — Confronting Water Scarcity and Drought**, No 2/2009, Copenhagen, European Environment Agency, 2009, s.32.

⁷² UNEP, **a.g.e.**, 2011, s.130.

⁷³ W. Alexander, **a.g.e.**, 2009, s.14.

⁷⁴ UNESCO, **a.g.e.**, 2016, s.122.

⁷⁵ EEA Report, **a.g.e.**, 2009, s.48.

⁷⁶ UNEP, **a.g.e.**, 2011, s.119.

⁷⁷ http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/307na6_en.pdf 15/05/18 (Çevrimiçi).

⁷⁸ EEA Reports, **a.g.e.**, 2009, s.21.

taşıma sulama yapmak için kurulan barajlar, büyük nehirlerdeki ekosistemleri ve sulak arazileri yok etmektedir. Bu barajlar besin maddelerinin taşınmasını engelleyerek biyoçeşitliliğe zarar vermekte ayrıca; buharlaşma yüzeyini de çok arttırdığı için su kaybını arttırmaktadır.⁷⁹ Göller ve rezervuarlar da sağlıklı ekosistem işlevi için minimum miktarda suya ihtiyaç duyarlar; aşırı su çekimi, açık su ekosistemi ve onların uç bölgeleri üzerinde de olumsuz etki yapabilir. Su içinde yaşayan canlıların yanı sıra bu alanlara bağlı yaşayan göçebe kuş türleri de suyun azalmasından olumsuz etkilenmektedirler. Aşırı su çekimi, karasal ekosistemleri de etkileyerek, ağaçlık alanların, ormanların, arazinin, kumulların ve ağaçların kurumasına yol açarak onları karakteristik bitki ve hayvan yaşamına daha az uygun hale getirebilmektedir.⁸⁰

Karaya düşen yağmurun bir kısmı buharlaşırken bir kısmı yüzey akışları ile okyanusa ulaşmaktadır. Geriye kalan miktar ise toprağın içine süzülür ve bunun küçük bir kısmı zemin içinde hareketi durarak asılı kalır.⁸¹ Bu uzun süreç sebebiyle yeraltı suların yenilenebilirlik oranı diğer kaynaklara göre daha düşüktür. Aşırı su çekimi yeraltı su kaynaklarını ciddi biçimde tehdit etmektedir. Örneğin, tarımda bilinçsiz yer altı suyu kullanımı, yenilenme döngüsünün hızını aşmış ve bu kaynakları baskı altına almıştır. Yanlış uygulanan tarımsal sübvansiyonlar ise durumu daha da kötüleştirmektedirler.⁸² Yer altı sularını tehdit eden başka bir unsur da tuz girişi (tuz tecavüzü) olarak bilinen olaydır. Bir kıyı akiferinden (yer altı suyunu taşıyan geçirgen katman) aşırı yeraltı suyu çekimi, tatlı su seviyesinin alçalmasına ve deniz suyunun akifer içine akmasına neden olur bu süreç tuz girişi olarak bilinir.⁸³ Tuz girişi yeraltı su kaynağının kalitesini bozarak zamanla onu kullanılamaz duruma getirir.

Sı kaynaklarını olumsuz etkileyen faktörlerden biri de kuşkusuz kirlenmedir. Artan nüfusla birlikte büyüyen kentler, artan tarımsal ve endüstriyel faaliyetler alınan tüm önlemlere rağmen su kaynaklarını kirlletmeye devam etmektedirler. Gelişmiş ülkelerde daha sıkı çevre düzenlemeleri olmasına rağmen su kirliliği tüm dünyada

⁷⁹ M. Barlow, **a.g.e.**, 2016, ss.159-193.

⁸⁰ EEA Reports, **a.g.e.**, 2009, s.22.

⁸¹ http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/FJ_12_yeraltisuyu.pdf 20/05/18 (Çevrimiçi).

⁸² UNEP, **a.g.e.**, 2011, s.140.

⁸³ Murat Çobaner, **Kıyı Akiferlerinde Tuzlu Su Girişiminin Üç Boyutlu Simülasyonu: Göksu Deltası Örneği**, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü), Adana, 2009, s.1.

ortak bir sorundur. Kirlenme tipik olarak doğal şartlar altında meydana gelebilecek konsantrasyonlardan daha fazla kimyasallar veya başka maddelerin doğaya salınması anlamına gelmektedir. Büyük su kirleticileri arasında mikroplar, besin maddeleri, ağır metaller, organik kimyasallar, yağ ve tortuların yanı sıra; alıcı suyun sıcaklığını arttıran ısı da bir kirleticisi olarak sınıflandırılabilir.⁸⁴

Su kirleticileri, birincil kaynaklarına göre nokta veya nokta olarak sınıflandırılır. Noktasal kaynaklar, boru hatlarından ve diğer kolaylıkla tanımlanabilir kaynaklardan kaynaklanan kirleticilerdir. Endüstriyel atıklar genellikle nehirlerle ve denizlere bu şekilde boşaltılır. Noktasal olmayan kaynaklar, toprağın üzerinden akarken ve toprağa sızarak çökeltme ile harekete geçirilen kirleticilerdir. Noktasal olmayan kirlilik kaynakları genellikle “yaygın” kirlilik olarak da adlandırılır ve geniş bir alanda ortaya çıkan ve tek bir kaynağa kolayca atfedilemeyen girdilere ve etkilere atıfta bulunur. Noktasal kaynak deşarjlarının aksine genellikle belirli arazi kullanımlarıyla ilişkilidir. Örneğin, kentsel bölgelerde yağmur suları olarak akan sular, sokak yüzeylerinden geçerek çoğu zaman araba yağı, toz ve hayvanların dışkısı, toprak ve topraktan tortular ile kirlenmiş durumdadır. Bu da su yollarının ve koyların su kalitesini etkileyen en önemli kirlilik kaynaklarından biridir.⁸⁵

⁸⁴ UNESCO, a.g.e., 2009, s. 136.

⁸⁵ <http://www.epa.vic.gov.au/your-environment/water/protecting-victorias-waters/point-and-nonpoint-sources-of-water-pollution> 21/05/18 (Çevrimiçi).

Tablo 1.18: Noktasal ve Noktasal Olmayan Su Kirliliği Kaynaklarının Karşılaştırılması

Noktasal Kaynaklar	Noktasal Olmayan Kaynaklar
Oldukça sabit hacim ve kalitedirler.	Son derece dinamiktir. Hidrolojik döngü ile yakından ilişkili rastgele aralıklarla meydana gelir.
Değerlerin değişkenliği tipik olarak bir büyüklük sırasından daha azdır.	Değerlerin değişkenliği, birkaç büyüklük sırasına göre değişebilir.
En şiddetli su kalitesi etkileri genellikle düşük akışlı yaz dönemlerinde ortaya çıkar.	En şiddetli su kalitesi etkileri fırtına olayları sırasında veya sonrasında meydana gelir.
Genellikle boru hatları veya kanallar aracılığıyla tanımlanabilir noktalardan alıcı sulara girerler	Alıcı sulara giriş noktaları genellikle tespit edilemez; tipik olarak geniş arazi alanlarından kaynaklanırlar.
Geleneksel hidrolik tekniklerle ölçülebilirler.	Geleneksel tekniklerle ölçmek zordur.
Birincil su kalitesi parametreleri organik su kirleticileri (biyolojik oksijen ihtiyacı), çözülmüş oksijen, besin maddeleri, askıda katı maddeler ve bazen ağır metaller ve sentetik organik kimyasallardır.	Birincil su kalitesi parametreleri tortular, besin maddeleri, ağır metaller, sentetik organikler, asitlik ve çözülmüş oksijenlerdir.
Genellikle devlet kurumları tarafından uygulanan kontrol programları vardır.	Kontrol programları, normalde kirlilik kontrol programlarında (çiftçiler ve kentsel ev sahipleri gibi) dikkate alınmayan bireyleri içerir.

Kaynak: UNESCO, a.g.e., s.137.

Bugün dünyada doğrudan su talebini karşılayabilmek ve üretime devam edebilmek için yapılan uygulamalar, su kaynaklarını ciddi baskı altına almış durumdadır. Tarım arazisi elde etmek için büyük ovaların bitki örtüsünün temizlenmesi büyük toz çanaklarının oluşmasına sebep olmuştur. Bu da bitkiler tarafından tutulan su buharının kaybolmasıyla su döngüsünün bozulmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak tuzdan arındırma işlemi ile tatlı su elde etmek çok yüksek enerji gerektirdiğinden bu işlem de su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Çünkü enerji üretimi de suya ciddi biçimde ihtiyaç duymaktadır. Halihazırda artan enerji talebi suyun üzerine sürdürülemez bir yük bindirmektedir. Ortalama bir kömür santrali yılda 700 milyar litre su çekmekte ve bunun 4 milyar litresini yok etmektedir. Biyoyakıtlar da su tüketimini arttırmaktadır. 2015 yılında ABD’de 60 Milyar litre mısır etanolü üretimi için tahminen, yıllık 6 trilyon litre ek sulama suyuna ihtiyaç duyulacağı hesaplanmıştır. Yoğun üretime bağlı olarak ortaya çıkan atıklardaki nitrojen ve fosfor besleyici maddeler, yosun çanakları oluşturarak

belirli bir gölü ya da akarsudaki oksijeni tüketmek suretiyle su kaynağını öldürebilmektedirler.⁸⁶

Son araştırmalar deniz ortamlarında mikroplastiklerin artan varlığını bildirmektedirler. Bu küçük plastik parçaların boyutları, bir virüs ile bir karınca büyüklüğü arasında değişmektedir. Şu anda, dünya çapında; göllerin ve denizlerin sularında, nehirlerin ve deltaların çökellerinde ve hatta zooplanktondan balinalara kadar çeşitli organizmaların midelerinde bulunmaktadır. Mikroplastikler, Moğol dağ gölü kadar uzak ortamların ve deniz seviyesinin beş kilometre altında derin deniz çökeltilerinin içinde dahi tespit edilmiştir. Bir çalışmada, dünya okyanuslarının her kilometresinde yüzeyde yüzen 63.320 mikroplastik parçacık olduğu tahmin edilmektedir.⁸⁷

Su az olduğunda ya da yokken, ülkeler ve vatandaşları, ekonomik, politik, sosyal, kültürel ve çevresel olarak hesaplanamaz maliyetlere maruz kalmaktadır. Su yönetimi, gıda güvenliği, yoksulluğun azaltılması ve ekosistem korumasının dikkatli bir dengesini gerektirir. Bozulmuş ekosistemler, sellere, kuraklıklara ve diğer doğal afetlerin oluşma riskini artırır. Yolsuzluk, bu etkileri şiddetlendirir ve su yönetiminin önemli sorununu arttırarak su kaynakları üzerinde olumsuz bir etki olarak kendini gösterir. Su sektörünün birçok ve çeşitli kısımlarında yolsuzluk uygulamalarına karşı pratik çözüm yollarını geliştirmek için tüm paydaşları harekete geçirmek için acil eylem gerekmektedir.⁸⁸

1.2.5. Suyun Stratejik Önemi

Su, tarım, sanayi ve kentsel kullanım açısından vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda artan nüfus ve gelişen sanayi ile enerji ve gıda talebi son derece artmıştır. Bu artış eğiliminin önümüzdeki elli yılda da devam edeceği ön görülmektedir. Ekonomik büyümenin ve kalkınmanın devam edebilmesi için su güvenliğinin sağlanması şartı tüm ekonomilerin karşısında durmaktadır. Su güvenliği kavramı yeterli miktarda kaliteli suyun istenilen zamanda

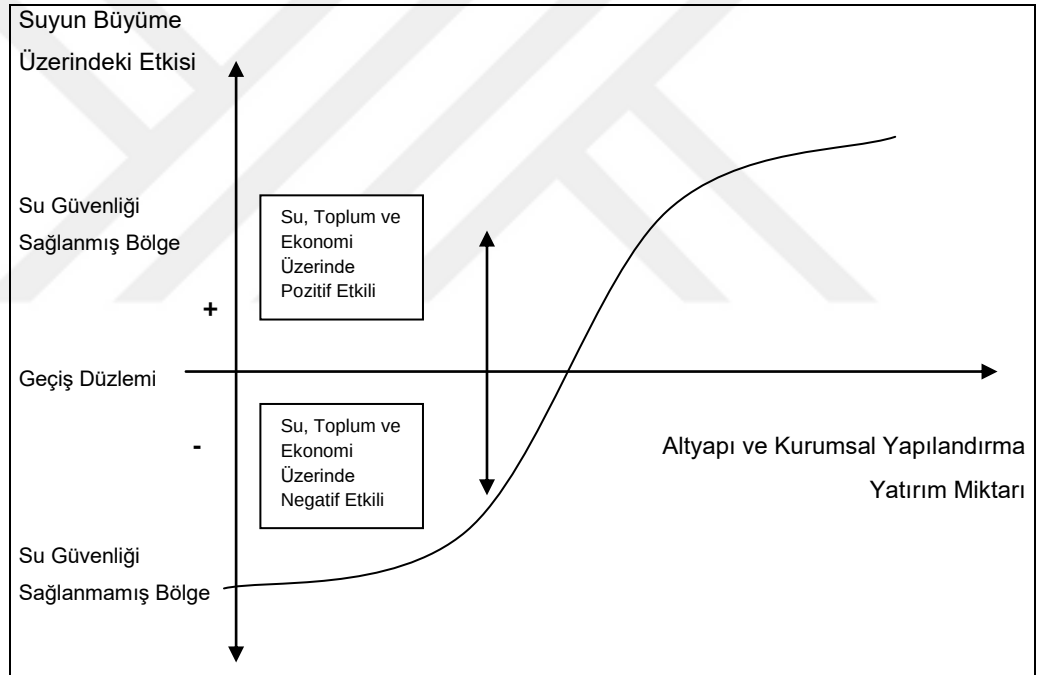
⁸⁶ M. Barlow, **a.g.e.**, 2016, ss.159-193.

⁸⁷ UNEP, **UNEP Frontiers 2016 Report, Emerging Issues of Environmental Concern**, Nairobi, United Nations Environment Programme, 2016, s.32.

⁸⁸ Global Corruption Report, **Corruption in the Water Sector**, New York, Cambridge University Press, 2008, ss.3-4.

sağlanabilmesi ve su kaynaklı felaketlerin meydana gelmesi riskini en aza indirmek olarak tanımlanabilir.

Bir ülkede temel ihtiyaçları karşılayacak su güvenliği sağlandıktan sonra, tarım ve enerji sektöründe yapılan ek yatırımların karlılığı önemli oranda artacaktır. Bu durum özel sektör için bir teşvik unsuru olur. Gelişmekte olan ülkelerin bazılarında asgari su altyapısına erişim mümkün olmadığı için özel sektörün su ve ekonominin diğer alanlarında etkin olarak yer alması güçtür. Bu da su güvenliğinin sağlanamamasının ekonomik gelişmeyi nasıl etkilediğini kısmen de olsa göstermektedir. Su sektöründe altyapı ve kurumsal yapının geliştirilmesi için yapılacak yatırımlar arasındaki ilişki S-Eğrisi ile gösterilir.⁸⁹



Şekil 1.4: Su Güvenliği ve S Eğrisi

Kaynak: Dursun Yıldız, **Su Güvenliği 2050**, s.35

Bugünün ekonomilerinde su, enerji ve gıda arasında ciddi bir iç içe geçmişlik hali vardır. Küresel ısınma olgusu su kaynaklarını tehdit ettikçe bu kavramlarının birbirlerini etkileyerek oluşturacağı krizler olası görünmektedir. Bu krizleri gerek ulusal gerek uluslararası çapta değerlendirmek mümkündür. Su ve buna bağlı olarak

⁸⁹ Dursun Yıldız, **Su Güvenliği 2050**, İstanbul, Truva Yayınları, 2014, ss.34-35.

gıda, hammadde ve enerji kıtlığı kitlesel göçleri ve salgın hastalıkları tetikleyecektir. Tüm bunlar, ülkelerin su kaynaklı olası krizler ile başa çıkabilmek için bölgesel ve küresel boyutta işbirliği stratejileri geliştirmek için bir araya gelmesinde birer sebep teşkil ediyor. Fakat madalyonun diğer yüzünde ülkeler yine aynı tehdit algısının etkisiyle siyasal ve ekonomik rekabet içine girmiş bulunmaktadır.

Birçok ülke ve şirket, 2005 ve 2009 yılları arasında uluslar ötesi arazi anlaşmalarının sayısındaki dramatik artışla kanıtlandığı üzere, yabancı ülkelerde nispeten ucuz ve verimli tarım arazisi edinmeye başlamışlardır. “Arazi kapma” (land grabbing) olarak bilinen bu olgu, daha önce hiç değerlendirilmemiş olan tatlı su kaynaklarının tahsis edilmesidir. Yani, bazı şirketler ve hükümetler gıda ve enerji güvenliği için uzun vadeli bir stratejinin bir parçası olarak tarım arazisine yatırım yapmaktadırlar.⁹⁰ Gelişmiş ülkeler arasında, toprağı verimli ve iklim düzensizliklerinden en az etkileneceğı düşünölen ölkelerden (bazen yerel halkı bu kaynaklardan yoksun bırakma pahasına da olsa) “arazi edinmek/arazi kapmak” için bir rekabet ortamı ve bunun üzerinden yeni bir gıda jeopolitiğı oluşmuştur.⁹¹

⁹⁰ Maria Cristina Rulli, vd., “Global Land and Water Grabbing”, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Volume 110, No. 3, 2013, Tempe/Arizona, (ss.892-897), s.892.

⁹¹ Dursun Yıldız, **a.g.e.**, 2014, ss.27-28.

Tablo 1.19: Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ını İçinde Barındıran 24 Ülke

Arazi Edinilen Ülke	Edinilen Arazi			
	Edinilen Arazi (Ort.) (10 ⁵ ha)	Küresel Çapta Edinilen Toplam Arazi Yüzdesi	Ülkenin Ekili Arazisinin Yüzdesi	Ülke Alanının Yüzdesi
Arjantin	6.31	1.34	1.97	2.26
Avustralya	46.45	9.90	9.78	0.60
Brezilya	22.55	4.80	3.29	0.26
Kamerun	2.95	0.63	4.01	0.62
Kongo Cumhuriyeti	6.64	1.41	8.91	0.28
Etiyopya	10.01	2.13	6.68	0.91
Gabon	4.07	0.87	85.75	1.52
Endonezya	71.39	15.21	16.76	3.75
Liberya	6.50	1.38	106.52	5.83
Madagaskar	3.69	0.79	10.40	0.63
Fas	7.00	1.49	7.73	1.57
Mozambik	14.97	3.19	28.24	1.87
Nijerya	3.62	0.77	0.98	0.39
Pakistan	3.34	0.71	1.57	0.42
Papua Yeni Gine	3.14	0.67	32.75	0.68
Filipinler	51.71	11.02	49.48	17.24
Demokratik Kongo Cumhuriyeti	80.50	17.15	1.08	3.43
Rusya	28.31	6.03	2.29	0.17
Sierra Leone	4.94	1.05	40.62	6.88
Sudan	46.90	9.99	23.00	1.87
Tanzanya	20.27	4.32	17.63	2.14
Uganda	8.59	1.83	9.70	3.56
Ukrayna	12.08	2.57	35.53	2.00
Uruguay	3.46	0.74	18.08	19.61
Bazı ülkelerde edinilen araziler, ekili arazilerinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.				

Kaynak: Maria Cristina Rulli, vd., **Global Land and Water Grabbing**, 2013, s.894.

Tablo 1.20: Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ını Elinde Bulunduran 41 Ülke

Arazi Edinen Ülke	Edinilen Arazi			Edinilen Su (10 ⁹ m ³)			
	Edinilen Arazi (Ort.) (10 ⁵ ha)	Küresel Çapta Edinilen Toplam Arazi Yüzdesi	Tarım Arazilerinde "Sanal" Artış Yüzdesi	Yeşil	Mavi (Ort.)	Mavi (En fazla)	Brüt Sulama
Arjantin	7.003	1.493	2.188	6.0020	0.0150	1.6035	3.1726
Avustralya	0.030	0.006	0.006	0.0287	0.0001	0.0054	0.0090
Bahreyn	0.100	0.021	263.158	0.0870	0.0021	0.0250	0.0417
Belçika	1.116	0.238	12.942	0.8630	0.0020	0.3860	0.8099
Brezilya	1.069	0.228	0.156	1.1580	0.0050	0.4233	0.8721
Kanada	3.508	0.748	0.673	1.9960	0.0021	0.1583	0.2638
Çin	34.116	7.272	32.192	5.7900	0.0800	2.2505	5.4176
Fildişi Sahili	0.088	0.019	0.124	0.0990	0.0010	0.0107	0.0178
Çek Cumhuriyeti	1.640	0.350	5.037	0.2870	0.0019	0.4790	1.4650
Danimarka	2.249	0.479	9.230	1.0030	0.0011	0.1581	0.2634
Cibuti	0.092	0.020	460.000	0.0560	0.0007	0.0269	0.0449
Mısır	14.469	3.084	39.222	7.9000	0.9870	6.1007	13.5012
Fransa	7.688	1.635	3.954	6.0450	0.0020	3.8864	8.9773
Almanya	3.336	0.711	2.747	0.8030	0.0060	1.1096	1.8493
İzlanda	0.003	0.001	3.857	0.0010	0.0002	0.0021	0.0035
Hindistan	12.117	2.583	0.714	8.6200	0.4257	10.3017	22.1695
İran	0.100	0.021	0.053	0.0710	0.0010	0.0679	0.1131
İsrail	20.000	4.263	10.531	20.0500	0.0060	3.7800	6.3000
İtalya	1.169	0.345	1.707	0.9980	0.0090	1.6213	2.7021
Japonya	1.110	0.237	2.408	1.0450	0.0070	0.3244	0.5406
Kazakistan	6.596	1.400	2.797	0.8760	0.0040	2.1556	4.7564
Libya	0.350	0.075	1.707	0.2630	0.0008	0.1826	0.3044
Litvanya	0.400	0.085	1.921	0.3520	0.0006	0.2513	0.3855
Malezya	9.739	2.076	12.840	7.4100	0.0050	3.0857	6.8095
Mauritius	0.860	0.183	94.505	1.0120	0.0070	0.3889	0.8148
Yeni Zelanda	0.009	0.002	0.157	0.0010	0.0003	0.0064	0.0107
Filipinler	0.250	0.053	0.239	0.1080	0.0005	0.0786	0.1310
Portekiz	2.088	0.445	10.970	0.3530	0.0010	1.3361	2.2269
Katar	8.500	1.812	5666.660	2.8400	0.0070	2.0897	3.4828
Rusya	2.500	0.533	0.202	1.0290	0.0050	0.6716	1.1193
Suudi Arabistan	7.585	1.617	21.968	3.8960	0.0080	3.2316	5.3860
Singapur	9.262	1.974	132318.000	8.8720	0.0090	3.6806	6.1010
G. Afrika	11.142	2.375	7.282	7.2300	0.0200	5.2430	10.9050
G. Kore	12.639	2.694	70.373	8.4000	0.0800	3.2468	6.5780
Sudan	1.510	0.322	0.741	0.7540	0.0900	1.7685	2.9474
İsveç	8.344	1.779	31.570	3.0210	0.9000	3.2074	6.5124
İsviçre	0.155	0.033	3.601	0.1880	0.0070	0.2236	0.3727
BAE	26.772	5.707	1014.090	16.8300	1.5000	11.9246	24.7077
Birleşik Krallık	44.092	9.399	72.378	26.8700	0.3000	7.5489	12.5815
ABD	37.002	7.887	2.236	28.2300	0.7000	15.2393	32.2322
Vietnam	0.140	0.030	0.145	0.2360	0.0050	0.1482	0.2470
Bilinmeyen	167.800	-	-	126.5560	6.2000	47.5340	81.8900
Toplam	469.139	-	-	308.2300	11.4050	145.9600	279.6800
Her ülke için, edinilen arazinin değerleri, küresel ölçekte toplam edinilen arazinin yüzdesi ve arazi edinme ile elde edilmiş ekili alanlardaki "sanal" artış (örneğin, edinilen alan / edinilen arazinin ekili kısmı), edinilen mavi ve yeşil suyun ilgili değerleri ile birlikte gösterilmektedir.							

Kaynak: Maria Cristina Rulli, vd., **Global Land and Water Grabbing**, 2013, s.895.

Tablo 1.21: Dünyanın En Yüksek Oranda Su Edinilen 24 Ülkesinin Değerlendirilmesi ve Küresel Çapta Edinilen Arazinin Yaklaşık % 90'ının Dağılımı

Su Edinilen Ülke	Edinilen Su (10 ⁹ m ³)				Birim Alan Başına Düşen Edinilmiş Su (10 ⁴ m ³ /ha)		Gıda Üretimi İçin Su (10 ⁹ m ³)	
	Yeşil	Mavi (Ort.)	Mavi (En fazla)	Brüt Sulama	Yeşil	Mavi (En fazla)	Yeşil	Mavi
Arjantin	0.49	0.01	0.26	0.52	0.08	0.04	176.19	5.08
Avustralya	1.00	0.21	3.64	5.21	0.02	0.08	113.49	14.39
Brezilya	20.23	0.36	8.43	16.86	0.90	0.37	435.97	12.09
Kamerun	2.62	0.02	6.75	13.50	0.89	1.79	24.62	0.21
Kongo Cumhuriyeti	5.54	0.02	4.48	8.95	0.83	0.67	1.20	0.02
Etiyopya	5.54	0.21	7.87	15.74	0.55	0.79	75.34	1.81
Gabon	3.26	0.04	3.32	6.65	0.80	0.82	1.26	0.01
Endonezya	117.40	1.19	7.01	14.01	1.64	0.10	292.35	11.94
Liberya	10.85	0.02	0.79	1.58	1.67	0.12	3.97	0.01
Madagaskar	1.66	0.23	0.74	1.48	0.45	0.20	21.98	2.53
Fas	3.70	0.46	2.79	5.59	0.53	0.40	29.99	5.25
Mozambik	7.97	0.31	12.18	24.37	0.53	0.81	23.21	0.20
Nijerya	1.42	0.02	2.76	5.52	0.39	0.76	195.87	1.54
Pakistan	0.95	3.52	3.75	7.50	0.29	1.12	74.67	75.18
Papua Yeni Gine	5.43	0.00	1.36	2.71	1.73	0.43	7.94	0.04
Filipinler	36.67	0.26	1.39	2.78	0.71	0.03	108.75	3.43
Demokratik Kongo Cumhuriyeti	24.88	0.05	10.42	20.85	0.31	0.13	26.57	0.08
Rusya	3.42	0.49	13.70	19.57	0.12	0.48	320.29	11.27
Sierra Leone	4.85	0.13	2.49	4.98	0.98	0.50	5.53	0.06
Sudan	24.51	2.44	19.84	39.67	0.52	0.42	48.37	9.10
Tanzanya	15.55	0.48	25.47	50.94	0.77	1.26	37.69	1.04
Uganda	3.14	0.01	2.35	4.70	0.37	0.27	35.32	0.14
Ukrayna	5.62	0.90	4.08	5.83	0.47	0.34	103.18	2.95
Uruguay	1.52	0.01	0.09	0.17	0.44	0.03	11.50	0.88
Toplam	308.23	11.41	145.96	279.68	-	-	-	-
Yeşil su, tarımsal üretimde kullanılan yağmur suyunu ifade eder. Ortalama mavi su, edinilen toprağın sulanan kısmının, ülkenin sulama ile donatılmış ekili alanın yüzdesiyle aynı olduğunu varsaymaktadır. En fazla mavi su tüketimi, üretimi en üst düzeye çıkaran optimal sulama seviyeleri varsayılarak hesaplanmaktadır. Mavi su, fidanlar tarafından fiilen kullanılan sudur ve brüt sulama suyu kayıplarını (buharlaştırma ve drenaj) hesaplar aynı zamanda mavi su ile sulama verimliliği arasındaki orandır. Birim alandaki değerler, ekili arazi alanı başına birim yeşil ve maksimum mavi suya karşılık gelir.								

Kaynak: Maria Cristina Rulli, vd., **Global Land and Water Grabbing**, 2013, s.896.

Tablo 1.19, 1.20 ve 1.21 en çok arazi edinilen yirmi dört ülkedeki tarımsal üretim için su kullanımı, arazi ele edinmenin, yağmur ve sulama ile sağlanan su da dahil olmak üzere önemli miktarda tatlı su kaynağının sanal bir şekilde ele geçirilmesiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Günümüzde küresel arazi edinimi (469.4×10^5 ha), mavi (ortalama 11×10^9 / yıl – en yüksek 146×10^9 m³ / yıl) ve yeşil (308×10^9 m³ / yıl) sular dahil olmak üzere, tarım için en yüksek oranda su edinimi sağlamaktadır.⁹²

Su edinimi ve toprak ediniminin kazandırdığı sanal su edinimi, suyun stratejik önemi belirtmek için verilebilecek birçok örnekten yalnızca biridir. Fakat sayısal verilere dayandığı için su sorununu ve suya dayalı küresel rekabeti kavramak bakımından somut bir tablo çizmektedir. Konuya dair çok daha basit ve anlaşılır örnekler vermek gerekirse, Çin'in Ukrayna'dan edindiği toprağın büyüklüğü (3 milyon hektar) elli ülkenin yüzölçümünden daha büyüktür. Bu büyüklük, Belçika'nın ya da Ermenistan'ın ülke yüzölçümüne neredeyse eşittir. Edinilen arazinin 3000 hektarlık bölümüne damla sulama sisteminin kurulması planlanmaktadır.⁹³ Bu da gösteriyor ki Ukrayna'nın tarım arazilerinin yanı sıra su kaynaklarının da bir bölümü Çin'in kontrolüne geçerek Ukrayna'da su baskısına katkı yapacaktır.

Toprak edinimi örneğinden sonra suyun stratejik önemine değinmek adına, Amerika Birleşik Devletleri'nin istihbarat servislerinin merkezi olan Ulusal İstihbarat Dairesi Başkanlığı'nın (Office of the Director of National Intelligence - ODNI) 2012 yılında yayınlamış olduğu Küresel Su Güvenliği raporu ele alınabilir. Rapor, su ile ilgili terimleri tanımladıktan sonra genel riskleri tanımlıyor. Daha sonra da ABD için önemli olan su kaynağı olan nehir havzalarını listeleyip, yine ABD için su kaynaklı riskleri ve fırsatları sıralamaktadır.

⁹² Maria Cristina Rulli, vd., "Global Land and Water Grabbing", **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Volume 110, No. 3, 2013, Tempe/Arizona, (ss.892-897), s.893.

⁹³ <https://qz.com/127258/why-china-just-bought-one-twentieth-of-ukraine/>
(Çevrimiçi)

05/05/18

İlgili raporda belirtilen su kaynaklı genel riskler şu şekilde sıralanmıştır;⁹⁴

- Su kıtlığı, yetersiz su kalitesi ve taşkınlar kendi başlarına devletin çökmesine yol açması olası değildir. Fakat su sorunları - yoksulluk, sosyal gerilimler, çevresel bozulma, etkisiz liderlik ve zayıf siyasi kurumlar ile birleştiğinde - devletin çökmesine yol açabilecek sosyal bozulmalara katkıda bulunur.
- Tarihsel olarak, su gerilimleri şiddetli çatışmalardan daha fazla su paylaşım anlaşmasına yol açmıştır. Ancak, su kıtlıklarının önümüzdeki 10 yılda daha şiddetli hale gelmesi nedeniyle, ortak havzalardaki suyun giderek baskı aracı olarak kullanılacağı ve 10 gelecek yılın sonrasında ise suyun bir silah ya da daha fazla terörist hedef olarak kullanılması olasıdır.
- Önümüzdeki 10 yıl boyunca, bazı tarımsal alanlarda - zayıf yönetim nedeniyle - yeraltı su kaynaklarının tükenmesi, hem ulusal hem de küresel gıda pazarları için risk oluşturacaktır.
- Şimdiden 2040 yılına kadar oluşacak olan su kıtlığı ve kirliliği önemli ticaret ortaklarının ekonomik performansına zarar verebilir.
- Kısmen ya da yetersiz su altyapısı ile gelen su kıtlığı, nüfusun güvenli olmayan içme suyu kaynaklarına dayanmasını ve kolera, dizanteri ve tifo gibi su kaynaklı hastalıkların yayılması riskini artırmaktadır. Su kıtlığı ile ilişkili hastalıklar, gelişmekte olan ülkelerdeki yoksul kesimleri orantısız bir şekilde daha da kötüleştirecek ve bu da ekonomik verimliliğin azalmasına, eğitim olanaklarının kaçırılmasına ve yüksek sağlık bakım maliyetlerine yol açacaktır.

ABD istihbarat kurumunun yayınlamış olduğu raporda, su kıtlığının getireceği fırsatlar şöyle sıralanmıştır;⁹⁵

- Hem kamu sektöründe hem de özel sektörde su kaynakları yönetimi konusunda ABD uzmanlığının dünyada büyük önem taşıdığı belirtilmektedir.
- Su sorunları olan devletlere, sağlam politika yapımı ve yönetimi için su ve arazi kullanımı ile ekonomik veriler gerekecektir. Bunun için, Amerika'nın,

⁹⁴ ODNI, **Global Water Security, Intelligence Community Assessment**, ICA 2012-08, 2012, Washington, DC, ss.iii-iv.

⁹⁵ ODNI, **a.g.e.**, 2012, s.vi

kullanıcıların kaynaklarını daha iyi anlamalarına ve yönetmelerine olanak tanıyan uydu ve diğer uzaktan algılama verilerini ve hidrolojik modelleme araçlarını geliştirmesi ve yayması gerektiği belirtilmiştir.

- Söz konusu su sorunu olan devletlerin, su kaynakları yetersiz olduğu ya da mevcut bir ortak havza yönetim düzenlemesi olmadığı için bu sorunlarını çözmek için kurumsal ve yasal düzenlemelerin yapımında ve su ile ilgili bölgesel gerilim risklerini ortadan kaldırmak için ABD'den yardımcı olması isteneceği söylenmektedir.
- Su kıtlığı arttıkça ABD'nin artan tarımsal talepten fayda sağlayacağı, su fakiri ülkelerin tarımsal arazi edinmek yerine açık pazarlara güvenmesinin sağlanması gerektiği belirtilmiştir.

Yukarıda sıralanan fırsatlara bakıldığında, ülkelerin açık pazar haline gelebileceği, eşit olmayan bir biçimde bazı anlaşmalara taraf olmak zorunda kalabileceği ya da sahip oldukları egemenlik hakları üzerinde bazı sorunlar yaşayabileceği gibi uç sonuçlara varmak mümkündür. Bu pencereden bakıldığında suyun gerçek bir stratejik araç olarak kullanılabileceğini görülebilir.

Tablo 1.22: Seçilen Nehir Havzalarına Genel Bakış

Nehir Havzası	Su Sorunu Türü	Beklenen Zaman/Etki	Nehir Havzası Yönetim Kapasitesi*
İndus	•Kötü su yönetimi • Verimsiz tarım uygulamaları •Toprak tuzlanması •Yetersiz altyapı •Su mevcudiyetinde daha büyük değişkenlik •Su kirliliği	•Bugünden 2040'a kadar düşük bölgesel gıda güvenliği •Bugünden 2040'a kadar sellere ve kuraklığa karşı düşük esneklik	Makul
Şeria	•Tüketilen yeraltı suyu kaynakları •Mevcut sularda daha büyük değişkenlik •Su kirliliği •Ülkeler arasında yetersiz koordinasyon	•Bugünden 2040'a kadar sellere ve kuraklığa karşı düşük esneklik •Bugünden 2040'a kadar düşük bölgesel gıda güvenliği •Bugünden 2040'a kadar Su üzerinde bölgesel gerilimlerin devam etmesi	Makul
Mekong	•Artan kalkınma ve talepler •Mevcut sularda daha büyük değişkenlik •Çökelti akışındaki değişiklikler	•Bugünden 2040'a kadar azalmış bölgesel gıda güvenliği (balıkçılık dahil) ve geçim kaynakları üzerinde olumsuz etki •Bugünden 2040'a kadar sellere ve kuraklıklara karşı düşük esneklik •Bugünden 2040'a kadar su geliştirme faaliyeti üzerinde artan bölgesel gerilim	Sınırlı
Nil	•Mevcut kişi başına su miktarının azaltılması •Yetersiz su anlaşmaları ve yönetim yapısı •Mevcut sularda daha büyük değişkenlik •Yeni baraj rezervuarları doldurulduğunda su akışı engellendi •Delta erozyonu	•Bugünden 2040'a kadar bozulmuş gıda güvenliği •Bugünden 2040'a kadar sellere ve kuraklıklara karşı düşük esneklik •Bugünden 2040'a kadar su üzerinde artan bölgesel gerilimler ve baskı aracı olarak su kullanımı	Sınırlı
Dicle - Fırat	•Çok taraflı su paylaşımı anlaşması yok. •Su tedarikinde artan değişkenlik •Yakın dönemlerde düşük su akışı •Aşağı havzadaki tarım ve bataklık topraklarına değişen çökelti akışı.	• Bugünden 2040'a kadar sellere ve kuraklıklara karşı düşük esneklik •Bugünden 2040'a kadar azalmış bölgesel gıda güvenliği •Bugünden 2040'a kadar tek taraflı su geliştirme projeleri ve yönetimi üzerinde devam eden bölgesel gerilimler	Sınırlı
Amuderya	• Yetersiz su anlaşmaları • Su kalitesinin bozulması ve bazı ülkelere su akışının kesilmesi • Kötü su yönetimi	•Bugünden 2040'a kadar düşük bölgesel gıda güvenliği •Bugünden 2040'a kadar su üzerinde artan bölgesel gerilimler •Kurmuş Aral Denizi çevresindeki nüfusların azalan sağlığı	Yetersiz
Brahmaputra	• Koordine edilmemiş arazi kullanımı ve kalkınma planları • Yetersiz su anlaşmaları • Azaltılmış su akışı • Delta içine tuzlu su girişi	•Bugünden 2040'a kadar tek taraflı su geliştirme projeleri üzerinde bölgesel gerilimlerin devam etmesi •2020'den 2040'a kadar bazı devletlerde hidroelektrik üretimi için azalmış potansiyel •Azalmış bölgesel gıda güvenliği, özellikle balıkçılıkta	Yetersiz
* Nehir havzası yönetim kapasitesi, istikrar sağlayabilen, işbirliğini artırabilen ve su üzerindeki siyasi mağduriyetleri hafifleten anlaşmalar ve nehir havzası örgütleri gibi kurumsal faktörlerin dayanıklılığının ve esnekliğinin bir değerlendirmesidir. Bununla birlikte, iyi hazırlanmış nehir havzalarının, artan su talebi ve iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerle karşı karşıya gelmesi muhtemeldir; bu da muhtemelen aşırı olaylarda daha fazla değişkenliğe yol açacaktır.			

Kaynak: ODNI, Global Water Security, Intelligence Community Assessment, s.v

Çin, Brahmaputra Nehri'nin kuzey-güney yönlü olmak üzere yatağını değiştirme planı yapmaktadır. Çin'in suyu politik bir silah olarak kullanma amacının olup olmadığı bilinmemektedir. Fakat plan hayata geçtiği andan itibaren Çin istediği anda suyu engelleme imkanını elinde bulundurmaktadır. Bu durum Çin'e, Hindistan başta olmak üzere diğer komşulara karşı kullanılabilecek bir koz sağlayacaktır. Hatta bu kozun kullanılmasının Hindistan'a karşı savaş açmak ile eşdeğer olduğu vurgulanmaktadır. Benzer bir durum da Kırgızistan ve Tacikistan'ın iki adet hidroelektrik santrali yapma planları aşağı akış yönündeki Özbekistan tarafından çok ciddi bir sorun olarak algılanmış ve dönemin Özbekistan devlet başkanı bu durumun "savaşa neden olabileceğini" söylemiştir. İran-Irak savaşında ise Antik Mezopotamya Bataklıkları kuruyarak Irak'a taktik avantaj sağlamıştır.⁹⁶

Bugün de Türkiye'nin Dicle Nehri üzerinde inşa etmeyi planladığı yirmi üç barajdan oluşan zincir aynı bataklıkları tehdit etmektedir. Proje hayata geçtiği takdirde Türkiye'nin toplam elektrik enerjisi ihtiyacının en az yüzde ikisini karşılayacaktır. Türk yetkililer bu barajların yapılış amacının elektrik üretmek olduğunu belirtirler de barajların, bölgede yürütülen terör faaliyetlerine bir engel oluşturma etkisi olacağını da kabul etmektedirler. Vadiye dolan su, (Hasankeyf gibi antik yerleşim yerlerini yok etmek pahasına) sığınak olarak kullanılan doğal mağaraları dolduracak, bölgeyi yürüyerek geçmeyi imkansızlaştıracak, Irak sınırında dev bir su duvarı oluşturacak ve Irak'a ve Suriye'ye olan akış üzerinde kontrol sağlamak gibi önemli stratejik etkileri olacaktır.⁹⁷

Kanada Milli Savunma Bakanlığı da 2050 yılına kadar altmışa yakın ülkenin su kıtlığı ya da stresi altın girmiş olacağını ve bunun suyun gelecekte önemli bir güç kaynağı ve gelecekteki çatışmaların nedeni olabileceğini belirtmiştir. Bu sebeple özellikle gelişmekte olan ülkelerde şiddet içeren çatışmaların yaşanacağını, devletler arası boyutta da kaynak savaşların meydana geleceğini ön görmektedir. Örneğin 1980 ve 2005 yılları arasında Sahraaltı Afrika'da yaşanan yirmi bir iç çatışmanın on altısı su ile ilgili iken, beşinin sebebi tamamen sudur.⁹⁸

⁹⁶ M. Barlow, **a.g.e.**, 2016, ss.295-296.

⁹⁷ <http://www.ipsnews.net/2012/06/dam-threatens-turkeys-past-and-future/> (Çevrimiçi).

⁹⁸ M. Barlow, **a.g.e.**, 2016, s.293.

Bugün birçok uzman su kaynakları sebebiyle gelecek yıllarda savaşların çoğalacağına inanmaktadır. Onlara göre; sınırlı tatlı su kaynakları üzerindeki talep, miktar ve kalite odaklı olarak artacak bu da sıkı rekabeti ve bölgesel çatışmaları beraberinde getirecektir. Bölgesel çatışmalar ise sıklıkla uluslararası boyuta taşınacaktır. Üstelik bu durum su kaynakları kıtlaştıkça kaçınılmaz olacaktır.⁹⁹

1.3. Küresel Isınmanın Su Arzı ve Talebi Üzerindeki Etkileri

1.3.1.Küresel Isınmanın Su Arzı Üzerindeki Etkisi

Öngörülen iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisi kayda değer büyüklüktedir. İklim değişikliğinin su kaynaklarını giderek baskı altına alacak olması, milyarlarca insanı sudan mahrum bırakacaktır. Bu durum özellikle, bugün dahi su baskısı altında olan bölgelerde, sorunu daha ciddileştirecektir. Küresel ısınmanın su arzında düşüşe neden olması çeşitli yollardan olacaktır. Bunlar içinde; seller, kuraklık ve tuzlanma gibi çeşitli olaylar sayılabilir.

Su kaynakları, dünyanın hemen hemen tüm bölgelerindeki iklim değişikliklerine karşı hassastır. Örneğin, Orta Asya'da, buzulların erimesi ve daha kısa kış mevsimi nehir akışını değiştirir. Orta enlem bölgelerinde ise, artan sıcaklıklar, özellikle sulama için, yüksek su talebine yol açar. Bu da su arzı üzerinde baskı oluşturur. Bunu yanında, azalan yağış ve daha değişken bir yağış düzeni, kuraklık riskini artırır. 2 ila 2,5 ° C'nin üzerinde, küresel ortalama sıcaklık artışının, ek olarak 2,4 ila 3,1 milyar insanın daha su stresi riski altında olacağı öngörülmektedir. Bazı senaryolarda su stresine maruz kalan bölge, dünyadaki yüzeyin % 10'udur.¹⁰⁰

Küresel ısınma buzullarda erime meydana getirip deniz seviyesinde bir artışa neden olacaktır. Bunun yanında, artan sıcaklıkla deniz suyu hacminde meydana gelecek olan artış da deniz seviyesinin yükselmesine katkı yapacaktır. Deniz suyunda meydana gelmesi beklenen yükselme, 2050 yılına kadar ortalama 24-30 cm arasında iken; 2100 yılına kadar ortalama yükselme 40-60 cm arasındadır.

⁹⁹ Jeremy Allaouche, “**Water Nationalism: An Explanation of the Past and Present Conflicts in Central Asia, Middle East and Indian Subcontinent?**”, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Université de Genève, Institut Universitaire de Hautes Études Internationales), Genève, 2005, ss.41-42.

¹⁰⁰ Paul Watkiss, vd., **The Impacts and Costs of Climate Change**, AEA Technology Environment, Brussels, 2005, ss.12-13.

Deniz suyu yükselmesi, tatlı su kaynaklarının tuzlanması yönünde bir baskı yapacaktır. Bu tuzlanma bazı tatlı su kaynaklarını tamamen kullanılamaz hale getirirken, bazılarını ise kalite yönünden aşağı çekecektir. Bu da tatlı su arzını doğrudan etkileyen bir unsurdur.

Deniz seviyesinin yükselmesi düz kıyı bölgelerinin kaybına da neden olacaktır. Küçük adalarda ve / veya alçakta kalan kıyı bölgelerinde yaşayan nüfuslar, deniz seviyesinin yükselmesi ve fırtına dalgalanmalarından kaynaklanan ciddi sosyal ve ekonomik risk altındadır. Bu alanların kaybı göç ve potansiyel olarak önemli ikincil etkilere sahiptir.¹⁰¹ Örneğin; 2100 yılına doğru deniz seviyesinde 60 cm'lik bir yükselme ABD' de toprak kaybının 25.000 km'ye ulaşacağı, büyük bir bölümü alçak deltalardan oluşan Bangladeş topraklarının % 10' unu yitireceği belirtilmektedir.¹⁰²

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak dünyadaki yağış düzeninde değişiklikler olacaktır. Genel anlamda her yerde yağışların artması ya da azalması gibi bir durum söz konusu olmayıp yağış düzeni çeşitlilik gösterecektir. Fakat küresel ölçekte genel olan şey yağışların sıklığının azalıp şiddetinin artacağıdır. Şiddetli ani yağışlar ile meydana gelecek olan taşkınlar ve seller artacaktır.¹⁰³ Bu da kullanılabilir tatlı su kaynaklarını kirleterek su arzı üzerinde bir baskı oluşturacaktır. Düşük kaliteli su mikrop barındırdığı için evsel kullanıma ve tarıma artık uygun olmaktan çıkacaktır. Bu durum, tatlı su kaynaklarına kanalizasyon sularının karışması, hastalık yayıcı vektörlerin ve sivrisineklerin kullanılabilir sularda çoğalacak duruma gelmesi¹⁰⁴ gibi şekillerde olabilir. Sanayi alanında ise, temiz olmayan ve parçacık içeren sular, soğutma sistemlerine zarar verdiği için artık kullanma daha az uygun olacaktır. Taşkınların ve sellerin su arzı bakımından olumsuz etkisine 1975 ve 2001 yılları arasında Avrupa'da kaydedilen 238 sel olayı örnek gösterilebilir. Bu süre zarfında, yıllık sel olaylarının sayısı açıkça artmıştır. İnsan sağlığı üzerindeki fiziksel ve

¹⁰¹ P. Watkiss, vd., **a.g.e.**, 2005, s.8.

¹⁰² C. S. Aksay, vd., **a.g.e.**, 2005, s.38.

¹⁰³ Hülya Silkin, "**İklim Değişikliğine Uyum Özelinde Bazı Uygulamaların Türkiye Açısından Değerlendirilmesi**", Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014, s.62.

¹⁰⁴ Deniz Akgün, "Batman'da Sel Sonrası Hastalık Sürveyans Çalışmalarının Değerlendirilmesi", **Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi**, Cilt 36, Sayı 1, 2009, Diyarbakır, (ss. 1-7) s.2.

psikolojik olumsuz sonuçları yönünden, sellerden etkilenen insan sayısı önemli ölçüde artmıştır.¹⁰⁵

Küresel ölçekte artan sıcaklıklar, göller ve nehirlerdeki su miktarını azaltacak, yağış miktarını düşürecektir. Bunlar küresel su arzını doğrudan azaltacak olan olaylardır. Bunun yanında, artan sıcaklıklar tarımda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarını da arttıracaktır. Verimli tarımsal araziler olan sulak bölgeler yükselen deniz suyu altında kalacağı ya da denize yakın olan tatlı su kaynaklarına tuz tecavüzü olacağı için, nispeten kurak olan iç bölgelerde yapılacak olan tarıma daha fazla ihtiyaç duyulacaktır. Dünyadaki tatlı su arzının yaklaşık olarak %70'ini tüketerek en büyük tatlı su tüketicisi olan tarım (hayvancılık dahil), göz önüne alındığında, dolaylı olarak tatlı su arzı üzerinde nasıl bir baskı oluşacağı açıktır. Örneğin, geniş bir sulanmaya dayanan Hindistan ve Çin gibi ülkelerde tatlı su arzının % 90'a yaklaşan bir oranı tarıma gitmektedir.

Halihazırda, gelişmekte olan 30 ülke su kıtlığıyla karşı karşıyadır ve 2050 yılında bu sayı, çoğunluğu gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan 55 ülkeye yükselecektir.¹⁰⁶ Buna ek olarak, 2080 yılına kadar 3°C'lik küresel sıcaklık artışı senaryosu altında, küresel ısınma ile birlikte gelen yağış düzensizlikleri sebebiyle yağmur suyuna bağımlı olarak yapılan tarımdaki tahıl üretimi ciddi biçimde düşecektir. Her ne kadar bu düşüş dünyadaki toplam üretimde az bir yer edinecek olsa da, bu düşüşten etkilenecek olan nüfus sayısının 3 milyar olacağı tahmin edilmektedir (yağış değişiminden kazançlı çıkan ülkelerin de olacağı saptanmıştır). Söz konusu olan olumsuz etkisi sonucunda yağmur suyuna bağımlı olarak üretilen tahıl miktarında %5 veya daha fazla artış olacağı öngörülmektedir.¹⁰⁷

Bu su kıtlığı, ekilebilir alanların bozulmasıyla birlikte, gıda üretiminin artmasının önündeki en ciddi engel olacaktır. Bozulmuş toprakların çoğunlukla, en yoksul ülkelerde, yoğun nüfuslu, yağmurla beslenen tarım alanlarında, aşırı otlatmanın, ormansızlaşmanın ve uygunsuz kullanımın olduğu yerlerde bulunur. Araziler kısır hale geldiğinde, geleneksel çiftçiler ya toprağın toparlanmasına kadar uzanmasına izin verirler ya da verimsiz arazileri terk ederek ormanları ve diğer

¹⁰⁵ P. Watkiss, vd., a.g.e., 2005, s.15.

¹⁰⁶ Günther Fischer, vd., **Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results**, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, 2002, s.2.

¹⁰⁷ P. Watkiss, vd., a.g.e., 2005, s.10.

kırılgan arazi alanlarını temizleyerek devam ederler. Oysa orman arazisini temizlemek küresel ısınma ve su arzının azalmasına katkı yapacaktır. Çünkü ormanlar, kereste, odun, yakıt ve diğer ürünlerin üretiminde rol oynamanın yanında; biyoçeşitliliğin ve vahşi yaşam habitatlarının korunması; küresel iklim değişikliğinin azaltılması; havzaların korunması ve sel risklerinin kontrolü gibi su arzının güvence altına alınmasında hayati bir çevresel etkidir. Son on yılda, yaklaşık 127 milyon hektar orman temizlenmiş, 36 milyon hektar da tekrar dikilmiştir. Sadece Afrika, bu dönemde, temel olarak ekin ekiminin genişlemesi için yapılan tahribattan dolayı, 53 milyon hektar ormanı kaybetmiştir.¹⁰⁸

Orman arazilerinde tarım alanı açmak küresel ısınmaya katkı yapacak, bunun sonucunda ise su arzı azalacağı için daha verimli arazilerde tarım yapma arayışı ile daha çok orman tahrip edilecektir. Bu bir kısır döngü haline geleceği için orman arazilerinin korunması ve su verimliliğinin artırılması, sürdürülebilir su arzı için çok önemli görünmektedir. Su arzını güvence altına almak için; 2030 yılına kadar, küresel çapta su verimliliğindeki ve arz artışındaki ortalama iyileştirme oranının, 2000-2010 yılları arasında elde edilen iyileştirme oranına nazaran iki katına çıkarılması gerektiği kaydedilmiştir.¹⁰⁹

Küresel ısınmanın su arzı sağlayan kaynaklar üzerinde yaptığı etkilere küresel çapta örnekler olarak şunlar gösterilebilir¹¹⁰;

- Düzenli biçimde çoğalan zararlı alglerin 2 milyondan fazla kişiye su sağlayan su arıtma tesisine ulaşmalarını engellemek için Çin'deki Taihu Gölü'ne engeller yerleştirilmiştir.
- Ekim 2002'den Ekim 2010'a kadar, akışın olmaması nedeniyle, Avustralya'nın Murray Nehri'nin ağzını denize açık tutabilmek için tarama makineleri kullanılmıştır.
- Filipinler'deki Manila'da, temel olarak endüstriyel amaçlar için yeraltı suyu kullanımı, su tablasını yılda 6 ila 12 metre arasında düşürmektedir.
- 1997 yılında, Çin'deki Sarı Nehir sadece 35 gün denize ulaşabilmiştir. Yılın büyük bir kısmı için nehrin son 400 kilometresinden fazlası kuru kalmıştır.

¹⁰⁸ G. Fischer, vd., **a.g.e.**, ss.1-2.

¹⁰⁹ UNEP, **a.g.e.**, 2011, s.127.

¹¹⁰ UNEP, **A.e.**, s.129.

Geleneksel olmayan su arzı yöntemlerinin (tuzdan arındırma ve atık suların yeniden kullanımı gibi)¹¹¹ kullanılmasında da küresel ısınmanın artması olumsuz bir etki yapacaktır. Bu tip su arzını sürdürebilmek için, sisteme sürekli olarak enerji girdisi sağlamak gerekmektedir. Enerji üretimi başlı başına bir su tüketicisi olduğu için küresel ısınma ile azalan su kaynaklarından doğrudan etkilenecektir. Bu durum da dolaylı olarak geleneksel olmayan su arzı yöntemlerinin maliyetini arttıracaktır. Özellikle tuzdan arındırma yöntemi yüksek enerji girdisi gerektirdiği için ya tamamen terk edilecek ya da çok sınırlı bir kullanım alanı bulacaktır.

Küresel ısınma ile gelen iklim değişikliği su miktarını ve kalitesini etkileyen kuraklık ve su baskınlarını arttıracığı için yeni koşullarda su arzını sağlamaya yönelik olarak ülkelerin ihtiyaç duyulacağı altyapı temini için ekonomik baskı artacaktır. Bu değişikliklere uyum sağlamak her ülkede mevcut olan kapasite ve kaynaklara bağlı olarak değişiklik gösterecektir. Aşırı değişken su olayları hemen hemen herkesi etkiler, ancak tarım kültürü gibi iklime duyarlı sektörler daha fazla bel bağlayan gelişmekte olan ülkelere, bu ülkeler içinde de özellikle yoksulların bulundukları yerlere yetersiz altyapı ve gelir düşüklüğü nedeniyle daha fazla zararı verecektir. Mekânsal ve zamansal su mevcudiyetinde meydana gelen bu değişiklikler, su temini için planlamayı zorlaştırmaktadır. Yüzey akışındaki değişiklikleri yansıtmak karmaşıktır ve belirsizlikle doludur. Bu değişiklikleri, suyun yeniden projelendirilmesindeki hidrolojik tasarımına dahil etmek ve gerçek yatırım kararlarını vermek daha da zordur. Dünya Bankası verilerine göre su kaynakları sektörünü iklim değişikliğine adapte etmek için, gelişmekte olan ülkelerin yılda 13 ila 17 milyar dolar arasında ihtiyaçları olacak ve bu miktar sadece su arzı ve nehir taşkınlarının korunması için zorlu altyapıları kapsayacaktır.¹¹²

Küresel ısınmanın dünyanın büyük kısmında su arzını baskı altına alacağı açıktır. Bu sebeple su arzı konusunda suyun fiyatlandırılması da üzerinde düşünülmesi gereken bir konu haline alacaktır. Bu konuda marjinal maliyet üzerinden tam maliyetli fiyatlandırma ve vergilendirme yapmak Birleşmiş Milletler raporlarına göre en verimli yöntem olacaktır.

¹¹¹ Paulina Beato ve Antonio Vives, **A Primer on Water Economics and Financing for Developing Countries**, The World Bank, Zaragoza, 2008, s.8.

¹¹² Diego J. Rodriguez, vd., **Investing In Water Infrastructure: Capital, Operations and Maintenance**, The World Bank Water Partnership Program (WPP), Washington DC, 2012, ss.2-3.

Fiyatlandırma yaklaşımı ikiye ayrılır. Birincisi, suyun kıt olduğu alanlar üzerinedir. Suyun kıt olduğu bölgelerde en iyi yol bir sonraki ünite suyun marjinal maliyeti üzerinden fiyatlandırma yapmaktır. İkincisi, suyun bol olduğu yerlerle ilgilidir. Suyun bol olduğu yerlerde fiyatlandırma yapılırken bir ikilem vardır. Arz arttıkça her ünite suyun fiyatı düşer. Bu düşüş giderek bir sonraki suyun arz maliyeti ortalama arz maliyetinin altına inene kadar devam eder. Sonuç olarak marjinal maliyet üzerinden fiyatlandırma arz maliyetini karşılamaz. Bu durumda devlet oluşan açığı telafi etmelidir ya da arz ücreti uzun dönemde ortalama arz maliyetinin üzerinde tutulmalıdır. Aksi halde fiyatlandırma sistemi sürdürülemez hale gelir. Tam maliyetli fiyatlandırmanın yanı sıra seçilmiş vergilendirme yapmak da su arzını sürdürülebilir ve erişilebilir hale getirmek için önemlidir. Bu yüksek gelirli kesimden yüksek vergi alarak ortalama maliyetin üstünde bir fiyatla su sağlarken, düşük gelirli kesime ise ortalama maliyetin altında bir fiyattan su sağlamak anlamına gelir. Fakat seçilmiş vergilendirme gelişmiş ülkelerde son derece verimsizdir.¹¹³

1.3.2. Küresel Isınmanın Su Talebi Üzerindeki Etkisi

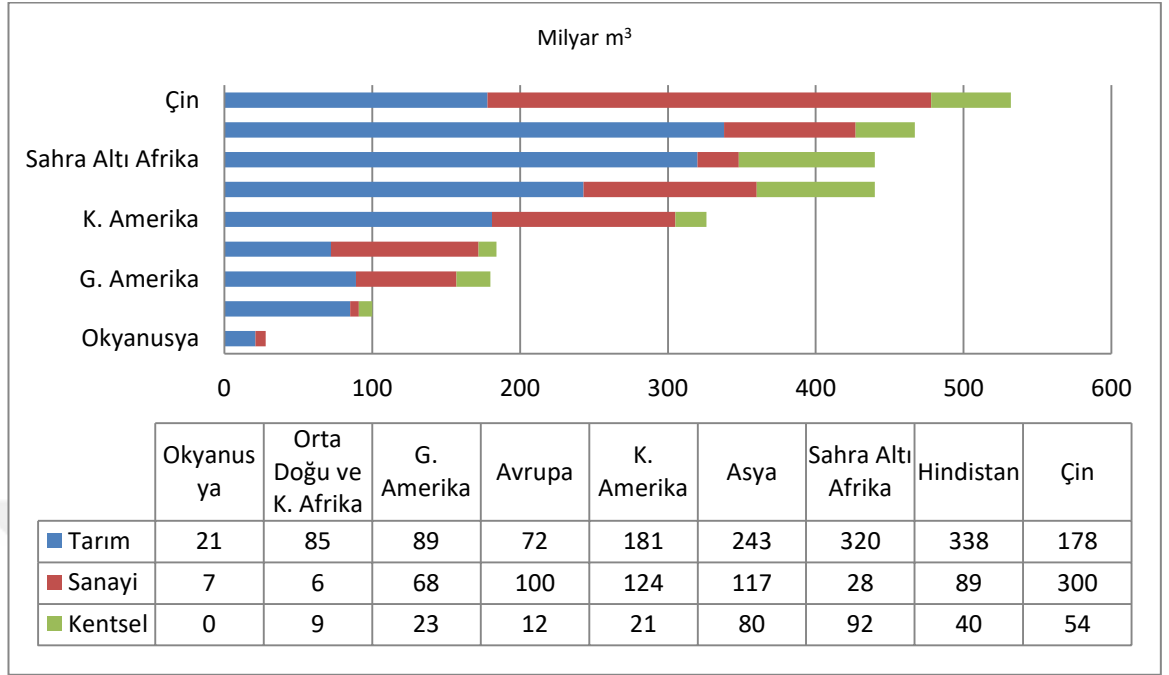
Küresel ısınmanın sebep olacağı iklim değişikliğiyle birlikte dünyada su talebinde bir artış yaşanacağına kesin gözüyle bakılmaktadır. Artan sıcaklıklara ek olarak dünya nüfusunun sürekli olarak artması, genel gelir düzeyinin artması, toprağın giderek verimsizleşmesi ve temiz su kaynaklarının kirlenmesi gibi birçok neden küresel ölçekte suya olan talebi arttıracaktır.¹¹⁴ Öyle ki; eğer su kullanımının verimliliğinde bir iyileşme olmazsa, 2030'da su talebinin, su arzını yüzde 40 oranında geçebileceği tahmin edilmektedir.¹¹⁵ Artan taleple birlikte her doğal kaynağa yönelik olan rekabet, tatlı su kaynaklarına yönelik olarak da artacaktır. Suyu bir ekonomik mal olarak tanımlayan görüşün yanı sıra, suyun bir ekonomik mal olarak görülmesine karşı olup ortak bir varlık olduğu görüşünü savunanlar da suya yönelik olarak rekabetin arttığını kabul etmektedirler.¹¹⁶ Bu sürecin bir doğal sonucu olarak su, giderek kıtlaşan bir kaynak olarak değerlendirilmeye devam edecektir.

¹¹³ UNEP, a.g.e., 2011, s.143.

¹¹⁴ Richard Ashley ve Adrian Cashman, **Infrastructure to 2030, Telecom, Land Transport, Water and Electricity: The Impacts of Change on Long-term Future Demand of Water Sector Infrastructure**, OECD Publishing, Paris, 2006, s.261.

¹¹⁵ UNEP, a.g.e., 2011, s.127.

¹¹⁶ M. Barlow, a.g.e., 2016, s.89.

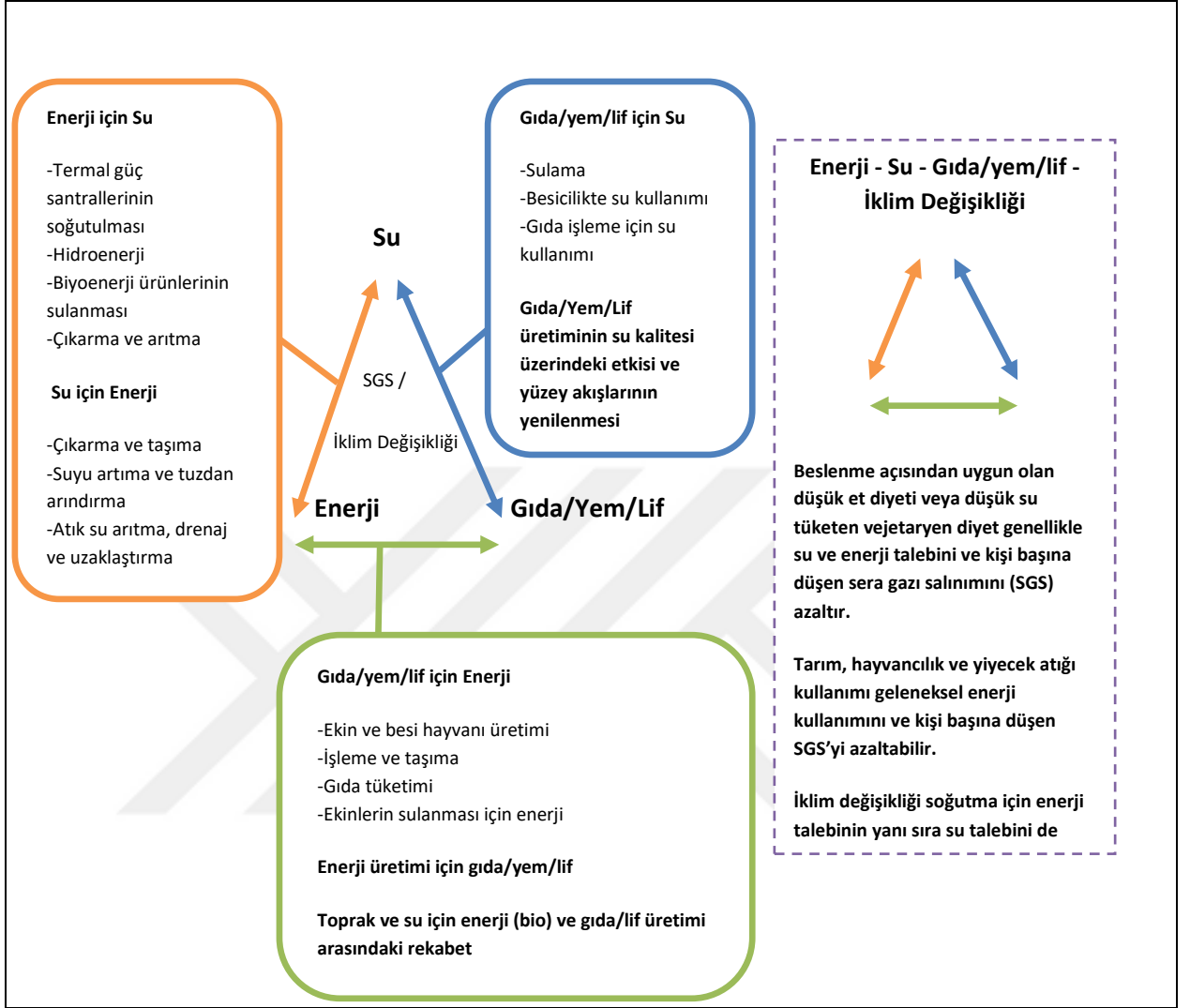


Grafik 1.7: Su Talebindeki Yıllık Artış (2005-2030)

Kaynak: W. Alexander, **Charting Our Water Future**, 2009, s.45.

Küresel ısınma her alanda etkisini göstermektedir. Tarım alanında görülen olumsuz etkisi de suya olan talebin artması yönünde olacaktır. Giderek azalan yağışlar, düşen toprak kalitesi ve uzayan sıcak dönemler sulama ihtiyacını arttıracaktır. Büyümekte olan bir nüfusun gıda güvenliği ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için tarımın genişlemesi su talebinde de ciddi bir artışa neden olacaktır. Ancak belirtmek gerekir ki; her bölge için geçerli olabilecek sabit bir tahmin yapmak mümkün değildir. Örneğin CO₂'nin bitkiler üzerindeki olumlu etkileri, iklim değişikliği altında bazı bölgelerdeki yağış artışları nedeniyle daha kısa büyüme süresi sağlayacak ve bu da su talebini belirli bölgeler için azaltacaktır. Yine de genel anlamda sulama talebinin birçok bölgede, örneğin Avrupa'da, Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Asya'nın bazı bölgelerinde yüzde 40'tan fazla artacağı tahmin edilmektedir.¹¹⁷

¹¹⁷ Per Pinstrup-Andersen, v.d., **Water for Food Security and Nutrition**, High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, 2015, s.40.



Şekil 1.5: İklim Değişikliği ile İlgili Olarak Su, Enerji, Gıda ve Arz/Talep Bağı

Kaynak: Petra Döll, v.d., *Integrating Risks of Climate Change Into Water Management*, 2015, s.6.

ABD'nin Snake Nehri havzasında yapılan bir çalışmaya göre, iklim değişikliğinin yüzey sularına olan talebi etkilediğini ortaya koymuştur. Son otuz beş yılda meydana gelen su akımlarındaki azalma, sulamayı da olumsuz etkilediğini göstermiştir. Bu gösterge, ülkenin genelinde meydana gelen sulama talebi ile paraleldir. Isınmanın bölgede kar örtüsünün daha kısa süre yerde kalmasına ve artan solar radyasyonun toprağa daha çok nüfuz ederek toprak nemini düşürmesine neden olduğu belirlenmiştir. İlkbahar yağışlarında sınırlı bir artış eğilimi olmasına rağmen, ilkbahar yağışlarının, küresel ısınma sonucu meydana gelen ilkbahar

dönemi azalan toprak nemini dengeleyememiştir. Kuru toprak olgusundaki artış eğiliminin ılıman bir iklim altında devam etmesinin ve önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde havzanın daha yüksek bölümlerine yayılmasının muhtemel olduğu saptanmıştır.¹¹⁸ Gelecekte artacak olan toprak kuruluşunun sulamaya olan ihtiyacı arttırmasına rağmen talebin arz eksiliğinden dolayı karşılanamaması olasıdır.

Akdeniz bölgesine yönelik olarak yapılmış olan bir çalışmada ise iklim değişikliğine bağlı olarak öngörülen su kıtlığı, aşırı sömürü nedeniyle sürekli azalan yeraltı suyu tabloları ve sulama suyu talebindeki artışlar gibi sorunlarla başa çıkmak amacı ile bir model tasarlanmıştır.¹¹⁹ Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere Akdeniz bölgesinde de küresel ısınmaya bağlı olarak su talebinde artış meydana geleceği açıktır. Yapılan tahminler tropikal iklimde yağışları artacağı fakat subtropikal iklimin görüldüğü bölgelerde bu artışın yaşanmayacağı yönünde olmuştur. Fakat her iki iklim kuşağında da buharlaşmada meydana gelen artışın toprak nemini azaltacağı yönündedir. Bu da tarımda sulama suyuna olan talebin tropikal ve subtropikal bölgelerde artacağını göstermektedir. Öyle ki küresel ısınmanın su sistemlerinin üzerinde son derece belirsiz bir etki yapacak olması öngörüldüğünden şimdiden tarımda sulama suyuna olan talebi azaltıcı önlemlerin geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.¹²⁰

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık olarak 9 milyar olacağı tahmin edilmektedir.¹²¹ Artan nüfusun varlığı ve yaşanacak olan ekonomik faaliyetteki artış küresel ısınmanın artmasındaki en önemli etkidir. Tıpkı dünya nüfusu gibi ortalama gelir düzeyinde de bir artış beklenmektedir. Bu artış tüketim eğilimlerini de arttıracığı için aşırı kullanılan toprağın kalitesi düşecek ve bu da yoğun su baskısını beraberinde getirecektir. Dünyanın tüm doğal kaynakları üzerindeki tüketim gezegenin 2050 yılına kadar olan yenilenme hızının 2.2 kat üzerindedir.¹²² Isınmanın insanların yaşam biçimleri üzerindeki etkisi ise, kentsel yaşamda daha çok su

¹¹⁸ David J. Hoekema ve Venkataramana Sridhar, "Relating Climatic Attributes and Water Resources Allocation: A Study Using Surface Water Supply and Soil Moisture Indices in the Snake River Basin, Idaho", **Boise State University, Civil Engineering Faculty Publications and Presentations**, Volume 47, Boise, 2011, s.16.

¹¹⁹ Marianela Fader, v.d., "Modelling Mediterranean Agro-ecosystems by Including Agricultural trees in the LPJmL Model", **Geoscientific Model Development Discussions**, Volume 8, Göttingen, 2015, (ss. 4997-5040), s.5018.

¹²⁰ R. Ashley ve A. Cashman, **a.g.e.**, 2006, s.287.

¹²¹ <https://ourworldindata.org/world-population-growth> 20.03.19 (Çevrimiçi).

¹²² <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/resource-use-expected-double-2050-better-natural-resource-use> 06/11/2022 (Çevrimiçi).

kullanımı yönünde olacaktır. Artan sıcaklıklar banyo kullanım ve salgın hastalık riskinde artışa karşı daha çok hijyen sağlama gereksinimini beraberinde getirecektir. Kısaca sıcaklık arttıkça insanlar evsel kullanımda daha çok suya ihtiyaç duyarlar. Çin'de ve Hindistan'da yer alan dev kentlerin su talebindeki artışa yönelik bir çalışmada, küresel sıcaklıkların 1.5°C'den 2-2.5°C'ye çıkması durumunda bu kentlerde meydana gelecek su talebi artışının milyonlarca insanı daha su kıtlığına maruz bırakacağı sonucuna varmıştır.¹²³

Artan nüfus ve büyüyen ekonomilerin ihtiyacına paralel olarak tarımdan sonra en büyük su tüketicisi olan enerji üretimi alanında da suya olan talep küresel ısınma ile artış gösterecektir. Çünkü enerji sektöründe, hidroelektrik ve termik enerji üretimi büyük miktarda su gerektirir ve bu nedenle değişen akımlardan etkilenir. Bu iki konvansiyonel enerji kaynağının yakın gelecekteki enerji talebini karşılamaya devam edeceği muhtemel olduğu için su enerji üretimi için çok önemli bir girdi olarak kalacaktır. Küresel ısınma, su miktarına paralel olarak suyun kalitesini de düşürür. Akışların azalışına bağlı olarak sudaki kirleticilerin oranı artarken; aşırı yağışlar ise sudaki tortu miktarını artırır. Küresel sıcaklığın artması suyun da sıcaklığını yükseltir.¹²⁴ Isınan ve kirlenen sular soğutma suyu olarak su kullanımının verimini düşürür.¹²⁵ Ayrıca daha kaliteli su elde etmek için uzayan arıtma işlemleri enerji tüketimini arttıracığından dolayı suya olan talebi de artırır. Önümüzdeki 30 yıl içerisinde enerji sektöründeki su talebinin %85 oranında artacağı düşünülmektedir.¹²⁶

ABD'de yer alan Colorado Nehri havzasında yapılan bir çalışmada yağışlarda bir artış olmadığı varsayımı altında, 1-2°C'lik sıcaklık artışının su tüketimini arttıracığı hesaplanmıştır. Bu durumun havzada gelecek yıllarda su arzı sorunları yaratacağını ve tüketici su kullanımında devam eden artışların

¹²³ Paul Watkiss, v.d., **a.g.e**, 2005, ss.13-14.

¹²⁴ Petra Döll, v.d., "Integrating Risks of Climate Change Into Water Management", **University of Reading Hydrological Sciences Journal**, London, 2015, s.5.

¹²⁵ R. Ashley ve A. Cashman, **a.g.e.**, 2006, s.287.

¹²⁶ Beth Jenkins, v.d., **The 2030 Water Resources Group: Collaboration and Country Leadership to Strengthen Water Security**, Harvard Kennedy School: Corporate Responsibility Initiative, Cambridge, 2017, s.9.

muhtemelen ısınmayla ilgili sorunları daha da şiddetlendireceği ve hızlandıracağı sonucu çıkarılmıştır.¹²⁷

2030 yılına kadar suya olan talebin mevcut arzı yaklaşık %40 aşması durumunda, düşen suya erişim oranı tarımsal üretimde düşüslere ve bir yere kadar büyümüş olan ekonomilerin büyüme eğilimine sınırlama getirecektir.¹²⁸ Dünya Bankası tahminlerine göre suya erişim konusunda sıkıntı yaşayan bölgelerde, 2050 yılına kadar GSYİH'nin %6'ya varan oranlarda düşeceğini tahmin etmektedir. Buna ek olarak Uluslararası Gıda Politikası Araştırma Enstitüsü ise, toplam küresel GSYİH'nin %45'inin risk altında olabileceğini öne sürmektedir.¹²⁹

Küresel ısınma ile mücadele kapsamında düşük sera gazı salınımı olan yenilenebilir enerjilerden faydalanmanın ya da karbon yakalama sistemlerinin de su talebi açısından bazı sakıncaları vardır. Bazı yenilenebilir enerji tiplerinin su kaynakları üzerinde daha fazla baskı yaratıcı etkileri vardır. Örneğin sulandığı takdire biyoenerji için kullanılan tarım ürünlerinin diğer sera gazı azaltıcı yöntemlerinden çok daha fazla su tüketim talebi vardır Karbon yakalama ve depolama sistemleri ise yeraltı su kalitesini düşürebilmektedir.¹³⁰ Buhar yoğunlaşması için evaporatif soğutma kullanan bazı jeotermal ve konsantre güneş enerjisi sistemleri gibi yenilenebilir enerji uygulamaları yüksek su tüketimine sahiptir.¹³¹

¹²⁷ Gregory J. McCabe ve David M. Wolock, "Warming May Create Substantial Water Supply Shortages in the Colorado River Basin", **Geophysical Research Letters**, Volume 34, Issue 22, Malden, 2007, s.4.

¹²⁸ <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/resource-use-expected-double-2050-better-natural-resource-use> 06/11/2022 (Çevrimiçi).

¹²⁹ Beth Jenkins, v.d., **a.g.e.**, s.9

¹³⁰ P. Döll, v.d., **a.g.e.**, s.8.

¹³¹ Ron Pate, v.d., **Overview of Energy-Water Interdependencies and the Emerging Energy Demands on Water Resources**, Report SAND 2007-1349C NM: Sandia National Laboratories, Los Alamos, 2007, s.7.

Tablo 1.23: Termoelektrik Enerji Üretimi için Su Kullanımı

		Su Kullanım Yoğunluğu (Litre/MWh _e)			
Santral Türü	Soğutma Süreci	Buhar Yoğuşturma		Diğer Kullanımlar	
		Çekim	Tüketim	Çekim	Tüketim
Fosil/Biyokütle Buhar Tribünü	Açık Çevrim	75.700 - 190.000	~1.135	~113	
	Kapalı Çevrim	1135 - 2270	1.135 -1.815		
	Kuru	0	0		
Nükleer	Açık Çevrim	94.600 - 227.000	~1.514	~113	
	Kapalı Çevrim	1.892 - 4.163	1.514 - 2.725		
	Kuru	0	0		
Doğalgaz Kombine Çevrim	Açık Çevrim	28.390 - 75.700	378	26-37	
	Kapalı Çevrim	~870	~681		
	Kuru	0	0		
Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim	Kapalı Çevrim	757	643	567	
	Kuru	0	0	567	
Fosil enerji üretiminde karbon yakalama.					
Fosil veya Biyokütle	Hepsi	Su çekiminde ve tüketiminde ~% 20 artış			

Kaynak: Ron Pate, v.d., **Overview of Energy-Water Interdependencies and the Emerging Energy Demands on Water Resources**, 2007, s.7.

Tablo 1.24: Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimi için Su Kullanımı

Üretim Türü	Soğutma Süreci	Ortalama Su Kullanım Yoğunluğu (Litre/MWh _e)		
		Su Çekimi	Soğutma Suyu Tüketimi	Toplam Su Tüketimi
Jeotermal	Kapalı Çevrim	7.570	5.110	5.299
Yek-Odaklı	Kapalı Çevrim	2.839	2.801	2.839
Güneş Enerjisi	Kuru	37	0	37
Güneş Fotovoltaik (PV)	Mevcut Değil	~3,7 - 7,5	0	~3,7 - 7,5
Rüzgar Tribünü	Mevcut Değil	~3,7 - 7,5	0	~3,7 - 7,5

Kaynak: Ron Pate, v.d., **a.g.e.**, 2007, s.7.

İklim değişikliği sebebiyle daha az yağış alan bazı bölgelerde, enerji üreticilerinin stresli yüzey suyu kaynaklarını desteklemek için yeraltı suyu kaynaklarına yönelmesi öngörülmektedir. Örneğin, ABD'de mevcut termoelektrik soğutma sistemlerinin yüzde 13'ü yeraltı suyu kullanmasına rağmen, planlanan soğutma sistemlerinin yüzde 30'unun yeraltı suyu kullanması beklenmektedir.¹³² Bu da küresel ısınmanın yeraltı sularına olan talebi de arttıracığı anlamına gelmektedir.

¹³² Diana Bauer, v.d., **The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities**, U.S. Department of Energy, Washington DC, 2014, s.31.

İKİNCİ BÖLÜM

KULLANILABİLİR SU KAYNAKLARI VE SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ

Tarımsal, endüstriyel ve kentsel kullanıma giren suların büyük çoğunluğu, nehir, göl ve yer altı kaynaklarından elde edilen “tatlı su” diye adlandırabileceğimiz sulardır. “Kullanılabilir su” ifadesiyle de asıl anlatılmak istenen şey tarımsal, endüstriyel ve kentsel kullanıma uygun olan, bu tatlı su kaynaklarından elde edilen sulardır. Her ne kadar deniz ve okyanuslardan elde edilen tuzlu sular bazı alanlarda kullanılıyor olsa da bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılacaktır. Günümüzün dünyası siyasi sınırlarla bölünmüş durumdadır fakat su kaynaklarının bir kısmı sınırları aşmış birden fazla ülkenin kullanımına açıktır. Bu nedenle su kaynaklarının yönetimi kimi zaman birden fazla ülkenin yetki ve sorumluluk alanına girmekte olduğundan yönetimde bir eşgüdüm sağlayabilmek su kaynaklarının korunması bakımından daha verimli sonuçlar doğurmaktadır.

Konuya AB özelinden bakılacak olursa, gerek sınır aşan sular konusunda gerek yerel su kaynakların yönetimi alanında Birlik ölçeğinde bir yönetim anlayışı geliştirilmiştir. Ortak Çevre Politikası altında su kaynaklarının nasıl kullanılacağı ve korunacağı düzenlenmiştir. Bu alanda Birlik, Topluluk zamanında su kaynakları hakkında çıkarılmış olan yönergeleri bir çerçeve yönerge içinde toplayarak ve bu yönergeler üzerinde bazı değişiklikler yaparak düzenleme yoluna gitmiştir. Bu bağlamda AB Su Çerçeve Yönergesi (SÇY) Birliğin su politikasını belirlemektedir.

2.1. Türkiye Su Kaynakları ve Su Kullanımı

Türkiye su kaynakları açısından bakıldığında genel kanının aksine su zengini bir ülke konumunda değildir. Coğrafi bakımdan ele alınacak olursa Türkiye, ılıman kuşakta yer almaktadır. Genellikle karasal bir iklim yapısı gösterse de çeşitli arazi yapısına sahip olduğundan bölgelere göre farklı iklim tipleri gösterir. İklim tiplerindeki değişiklik ise yağış rejiminde değişken bir yapı arz etmesine neden olur. Örneğin yıllık 250mm¹³³ yağış alan İç Anadolu Bölgesi'nin bazı kesimleri ile Doğu Karadeniz

¹³³ Ayşe Çağlıyan ve Gülsen Ayhan, **Türkiye’de Yağışın Mekansal Analizi**, ÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 3-6 Ekim 2018, Ankara, 2018, s.110.

Bölgesi'nin doğusunda yıllık ortalama +2200mm¹³⁴ yağış miktarı ile iki bölge arasındaki fark on kata yakındır. Tüm ülkede ortalama yağış miktarı ise yıllık ortalama 628mm¹³⁵ olmaktadır. Ek olarak Türkiye'deki yağış rejimi aynı bölge içinde dahi mevsimlere göre değişkenlik göstermektedir. Bu durumun 783.577km²'lik bir alana yayılmış olan Türkiye için, suyun arzı ve tahsisi konusunda ciddi zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de suyun depolanabilmesi için birçok baraj yapma yoluna gidilmiştir.¹³⁶

Türkiye 17 Aralık 2004 tarihinde gerçekleştirilen Brüksel Zirvesinde alınan karar doğrultusunda 3 Ekim 2005 tarihli Lüksemburg Hükümetlerarası Konferansı ile resmen Avrupa Birliği müzakere sürecine girmiştir. Aynı gün içinde Türkiye için Müzakere Çerçeve Belgesi yayınlanmıştır. Katılım Müzakereleri, Türkiye'nin AB Müktesebatını ne kadar sürede kendi iç hukukuna aktarıp, yürürlüğe koyacağını ve etkili bir şekilde uygulayacağını belirlediği süreçtir. Türkiye ile Avrupa Birliği arasında "Çevre" faslına ilişkin müzakere sürecinin ilk aşaması olan Tarama Toplantıları, 2006 Yılı'nın Nisan ve Haziran Ayları'nda tamamlanmıştır. Açılış Kriterleri için gerekli çalışmaların tamamlanmasının ardından 21 Aralık 2009 tarihinde Brüksel'de yapılan Hükümetlerarası Konferansta Çevre Faslı müzakerelere açılmıştır.¹³⁷ Türkiye'nin su kaynakları ile ilgili olan uyum düzeyi de "Çevre" faslının içerisinde müzakere edilmektedir.

Açıklanan AB Ortak Müzakere Pozisyon Belgesinde 5 adet teknik Kapanış Kriteri belirlenmiştir. Belirlenen bu beş ana kıstas içerisinde doğrudan suya atıf yapan bir maddenin bulunması özellikle dikkat çekicidir. Bu madde "*Türkiye'nin AB'nin su kalitesi alanındaki müktesebatının aktarımına yönelik mevzuatı özellikle Çerçeve Su Koruma Kanunu'nu kabul etmesi, Nehir Havzası Koruma Eylem Planlarını oluşturması, ayrıca uygulama mevzuatını da kabul ederek sektöre ilişkin yasal uyumlaştırmada kayda değer bir ilerleme sağlaması*" şeklindedir. Çevre faslında ilerleme sağlanabilmesi için AB Ortak Çevre Politikası'nda olduğu gibi bütünsel bir yaklaşımın sergilenmesi gerekmektedir. Bu durum ise son derece kapsayıcı bir analiz gerektirmektedir. Bu nedenle metnin ilerleyen kısımlarında

¹³⁴ A. Çağlıyan ve G. Ayhan, **A.e.**, s.105.

¹³⁵ A. Çağlıyan ve G. Ayhan, **A.e.**, s.106.

¹³⁶ Ö. Bilen **a.g.e.**, 2008, s.76.

¹³⁷ T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, **Avrupa Birliği Çerçeve Uyum Stratejisi (UÇES) (2016-2023)**, Ankara, 2016, s.11.

Türkiye'nin AB politikalarını uyumunu mümkün olduğunca doğrudan su kaynakları alanında ve Su Çerçeve Yönergesi ışığında ele alınacaktır.

2.1.1. Türkiye'nin Kullanılabilir Su Kaynakları

Türkiye dünyanın yarı kurak iklim bölgesinde yer alan ve farklı bölgelerinde farklı yağış rejimlerine sahip olan bir ülkedir. Bölgeleri içinde ise yıllık yağış düzeni mevsimlere göre farklılıklar göstermektedir. Buna bağlı olarak akarsularının akış rejimleri de düzenli değildir. Türkiye'de İç Anadolu bölgesinde bulunan Tuz Gölü çevresi yıllık ortalama 250mm civarında seyrederken Karadeniz bölgesinin doğusunda yıllık ortalama yağış ortalaması 2000mm'yi geçebilmektedir. Türkiye genelinde ise yağış yıllık ortalama olarak 643mm'dir.

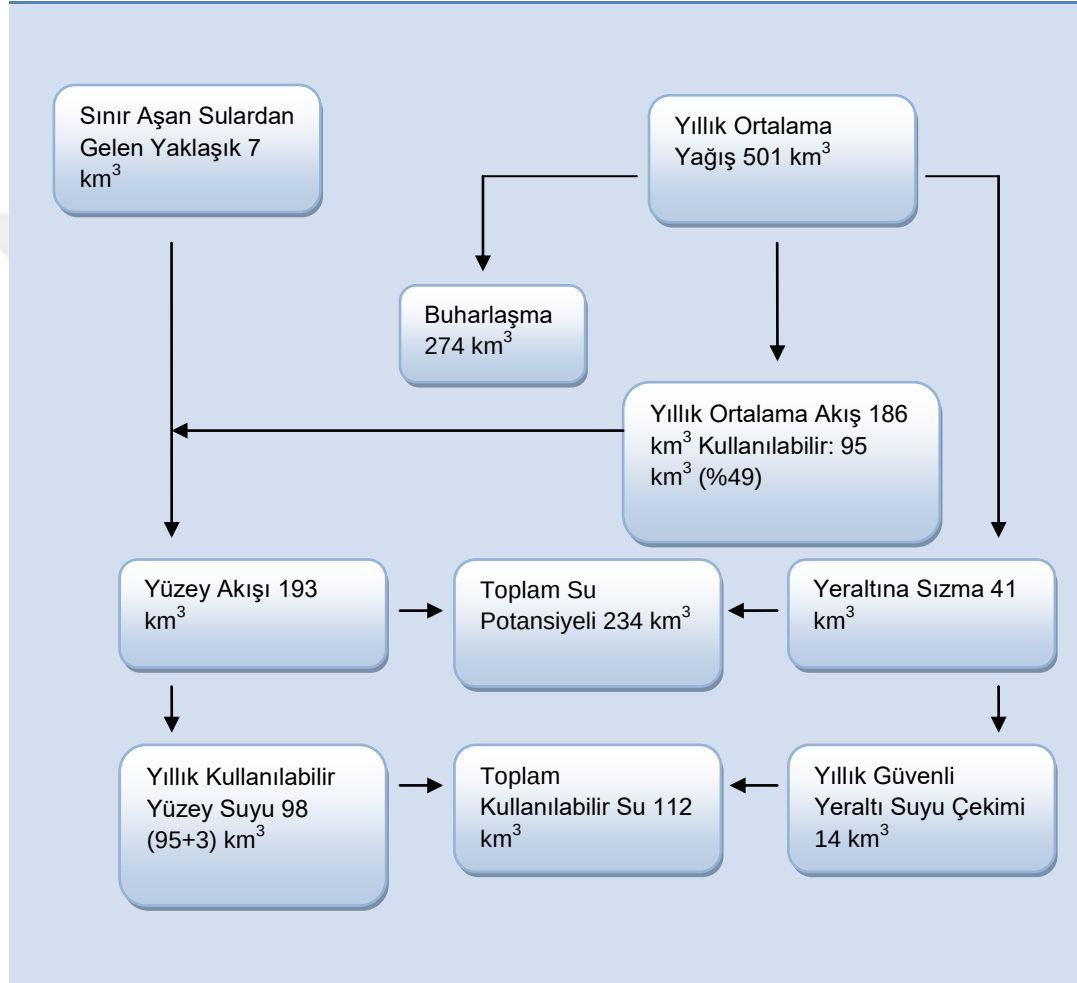


Şekil 2.1: Türkiye Yağış Normalleri

Kaynak: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **Ormancılık ve Su Şurası (21-23 Mart 2013), Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Çalışma Grubu Raporu**, 2012, s.5.

Yağışla gelen toplam su miktarı yıllık olarak ortalama 501 km³'tür. Bu miktarın 274 km³'ü yüzey buharlaşması ile atmosfere karışırken 41 km³'ü yeraltı sularını beslemektedir. Akarsular yoluyla denize ya da göllere boşalan su miktarı ise 186 km³'tür. Buna ek olarak sınır aşan sular aracılığıyla Türkiye'ye gelen su miktarı

ise 6,9 km³'tür. Sonuç olarak Türkiye'nin brüt olarak toplam su varlığı 234 km³ olarak belirlenmiştir. Fakat belirlenen bu miktarın çeşitli alanlarda kullanılabilecek miktarı 112 km³ olarak hesaplanmıştır. Kullanılabilecek su miktarının 95 km³'ünün yüzey sularından, 14 km³'ünün yeraltı sularından geriye kalan 3 km³ ise sınır aşan sulardan elde olduğu saptanmıştır.¹³⁸



Şekil 2.2: Türkiye Su Potansiyeli

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı, a.g.e., 2018, s.24.

Türkiye'nin su varlığının değerlendirilmesi konusunda kaynak türüne göre bölümlenme yapılmıştır. Buna göre kullanılabilir tatlı sular bulunduğu kaynağa göre yeraltı suları ve yüzey suları olarak iki ana başlık altında incelenmiştir. Yüzey suları

¹³⁸ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **Ormançılık ve Su Şûrası (21-23 Mart 2013), Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Çalışma Grubu Raporu**, Ankara, 2012, s.6.

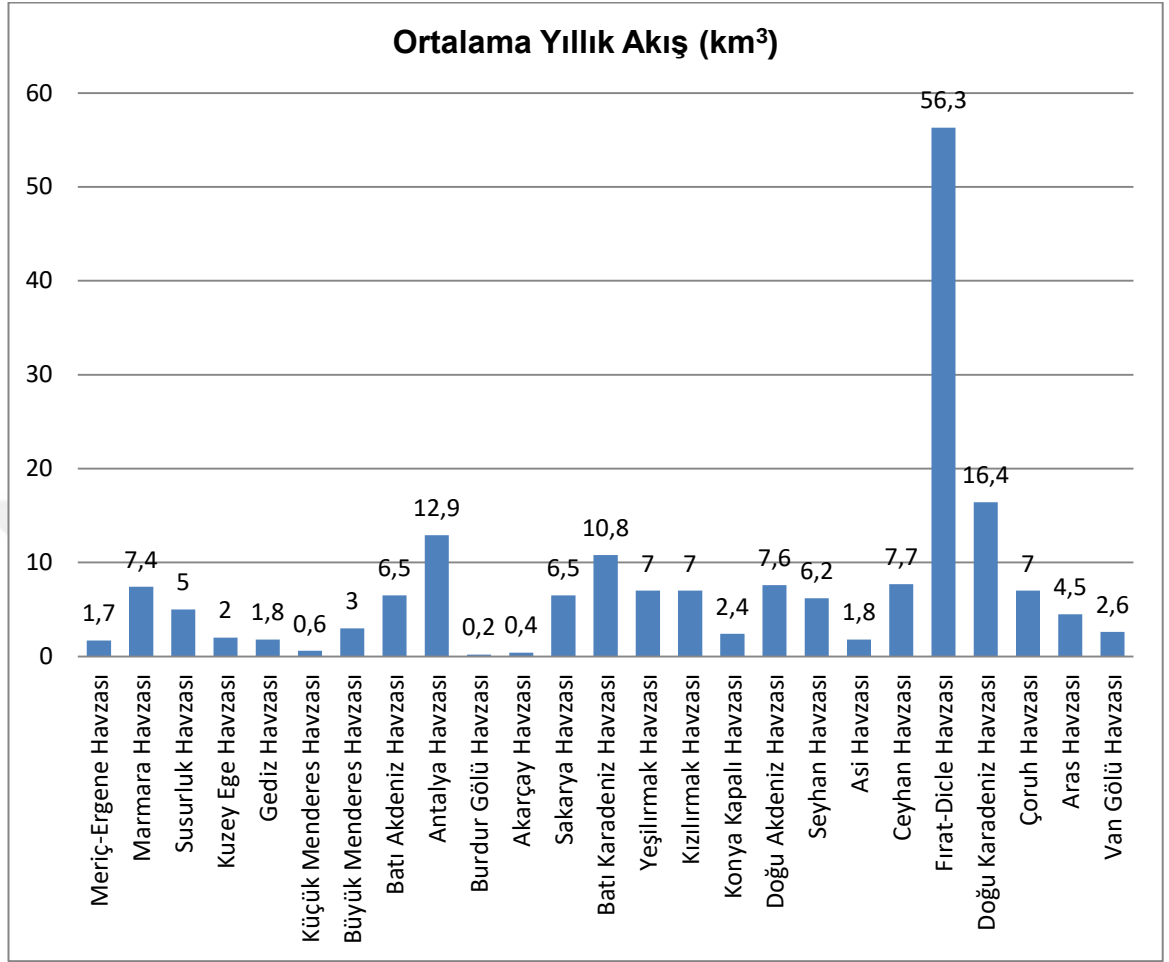
da göletler, akarsular ve barajlar gibi kaynak türüne göre sınıflandırılabilir. Fakat her koşulda iki kaynak türü de havza temelli yönetim usulüne uygun olarak ait oldukları havza bölgeleri içerisinde değerlendirilmiştir. Diğer bir deyişle kaynakların ister yüzey suyu ister yeraltı suyu olsun aynı havza idari bölgesi içerisinde kalan su kaynaklarının su varlığı ilgili havzanın su kütlesi içerisinde sayılmıştır.

Aşağıda 2019 yılı DSI verilerine göre Türkiye'nin su varlığı miktarı havzalara bölünmek suretiyle ayrı ayrı verilmiştir. Su varlığı yeraltı suyu ve yüzey suları olmak üzere bulunduğu kaynağa göre de ayrıca sınıflandırılmıştır. Bu verilere göre 2019 yılı için Türkiye'nin toplam yeraltı suyu rezervi 17815,3 hm³ iken yüzey suyu akışı toplamı ise 185,37 km³ olarak verilmiştir. Havzaların 2019 yılı toplam ortalama yüzey suyu akış hacimleri ve toplam yüzey suyu iştirak oranları da grafik olarak sunulmuştur.

Tablo 2.1: 2019 Yılı Ortalama Yüzey Suyu Potansiyeli

Havza Numarası	Nehir Havzası Adı	Havza Yağış Alanı (km ²)	Ortalama Yıllık Akış (km ³)	Potansiyel İştirak Oranı (%)
01	Meriç-Ergene Havzası	14486	1,7	0,9
02	Marmara Havzası	23074	7,4	4,0
03	Susurluk Havzası	24319	5,0	2,7
04	Kuzey Ege Havzası	9861	2,0	1,1
05	Gediz Havzası	17137	1,8	1,0
06	Küçük Menderes Havzası	6963	0,6	0,3
07	Büyük Menderes Havzası	25960	3,0	1,6
08	Batı Akdeniz Havzası	20956	6,5	3,5
09	Antalya Havzası	20249	12,9	7,0
10	Burdur Gölü Havzası	6294	0,2	0,1
11	Akarçay Havzası	7995	0,4	0,2
12	Sakarya Havzası	63303	6,5	3,5
13	Batı Karadeniz Havzası	28855	10,8	5,8
14	Yeşilırmak Havzası	39595	7,0	3,8
15	Kızılırmak Havzası	82181	7,0	3,8
16	Konya Kapalı Havzası	49930	2,4	1,3
17	Doğu Akdeniz Havzası	21150	7,6	4,1
18	Seyhan Havzası	22035	6,2	3,3
19	Asi Havzası	7886	1,8	1,0
20	Ceyhan Havzası	21391	7,7	4,2
21	Fırat-Dicle Havzası	176143	56,3	30,4
22	Doğu Karadeniz Havzası	22846	16,4	8,9
23	Çoruh Havzası	20248	7,0	3,8
24	Aras Havzası	27775	4,5	2,4
25	Van Gölü Havzası	17861	2,6	1,4
Toplam		778493	185,37	100

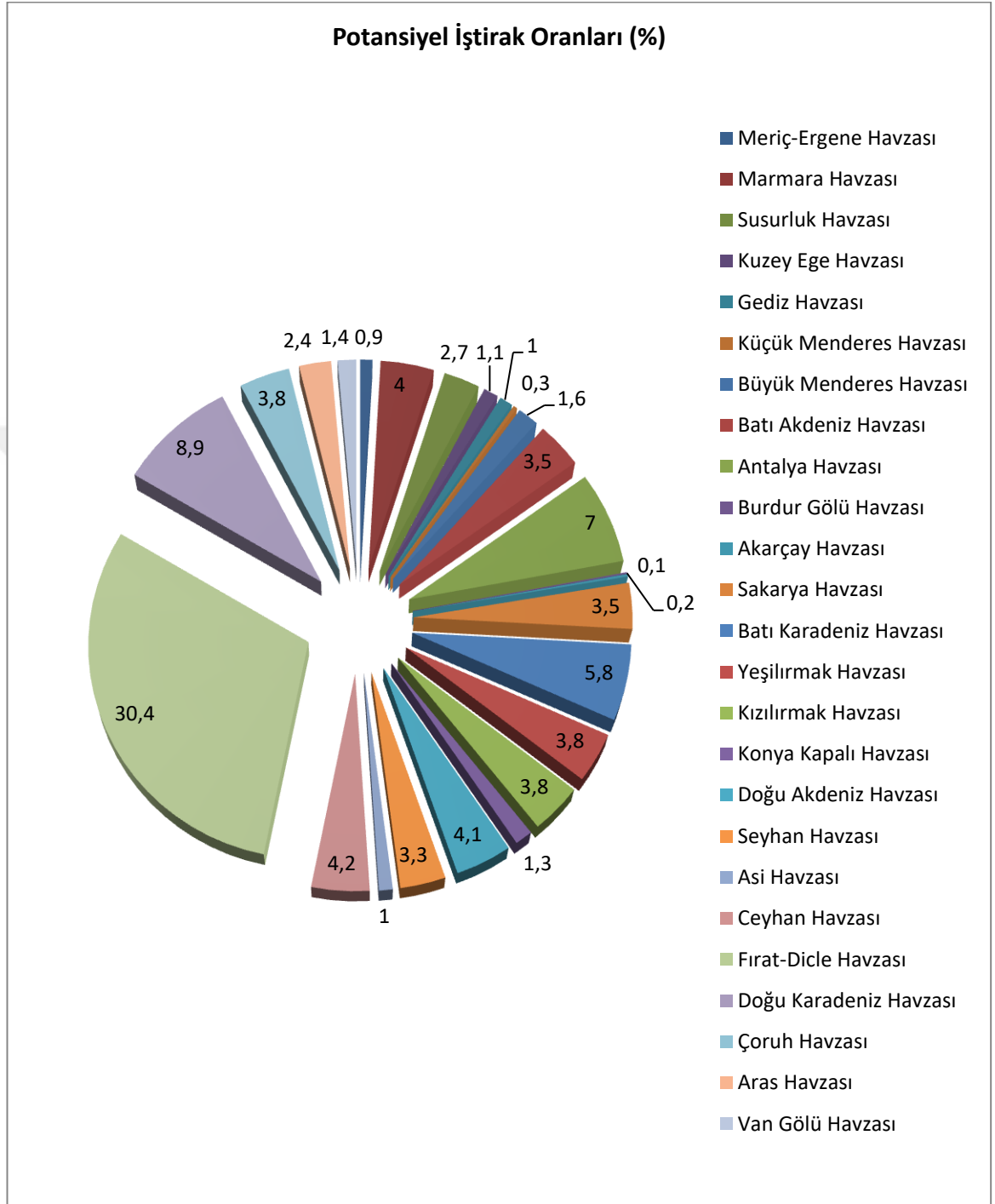
Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).



Grafik 2.1: 2019 Yılı Havzalara Göre Ortalama Akış Hacmi

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Yüzey suyu akış ortalaması katılım oranlarına bakıldığında Fırat-Dicle havzasının 56,3 km³'lük miktarla Türkiye'nin diğer havzalarından çok daha fazla suyu taşımakta olduğu görülmektedir. Aynı havza yayış alanı genişliği bakımından da 176.143 km²'lik büyüklükle birinci sıradadır. Doğu Karadeniz havzası taşıdığı 16,4 km³ ile su miktarı iştiraki bakımından Fırat-Dicle havzasından sonra ikinci sırada yer alırken alansal büyüklük bakımından 82.181 km² ile Kızılırmak havzası ikinci sırada gelmektedir. Grafik 2.2'de havzaların potansiyel iştirak oranları verilmiştir.



Grafik 2.2: 2019 Yılı Nehir Havzaları Potansiyel İştirak Oranları

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Türkiye’de yeraltı suyu hacmi de havzalar temelinde ölçülmüştür. Havzalara göre 2019 yılına ait yeraltı suyu rezervi ve yeraltı suyu beslenimi Tablo 2.2’de gösterilmiştir. Buna göre Türkiye’de belsenim ve rezerv miktarı bakımından yeraltı

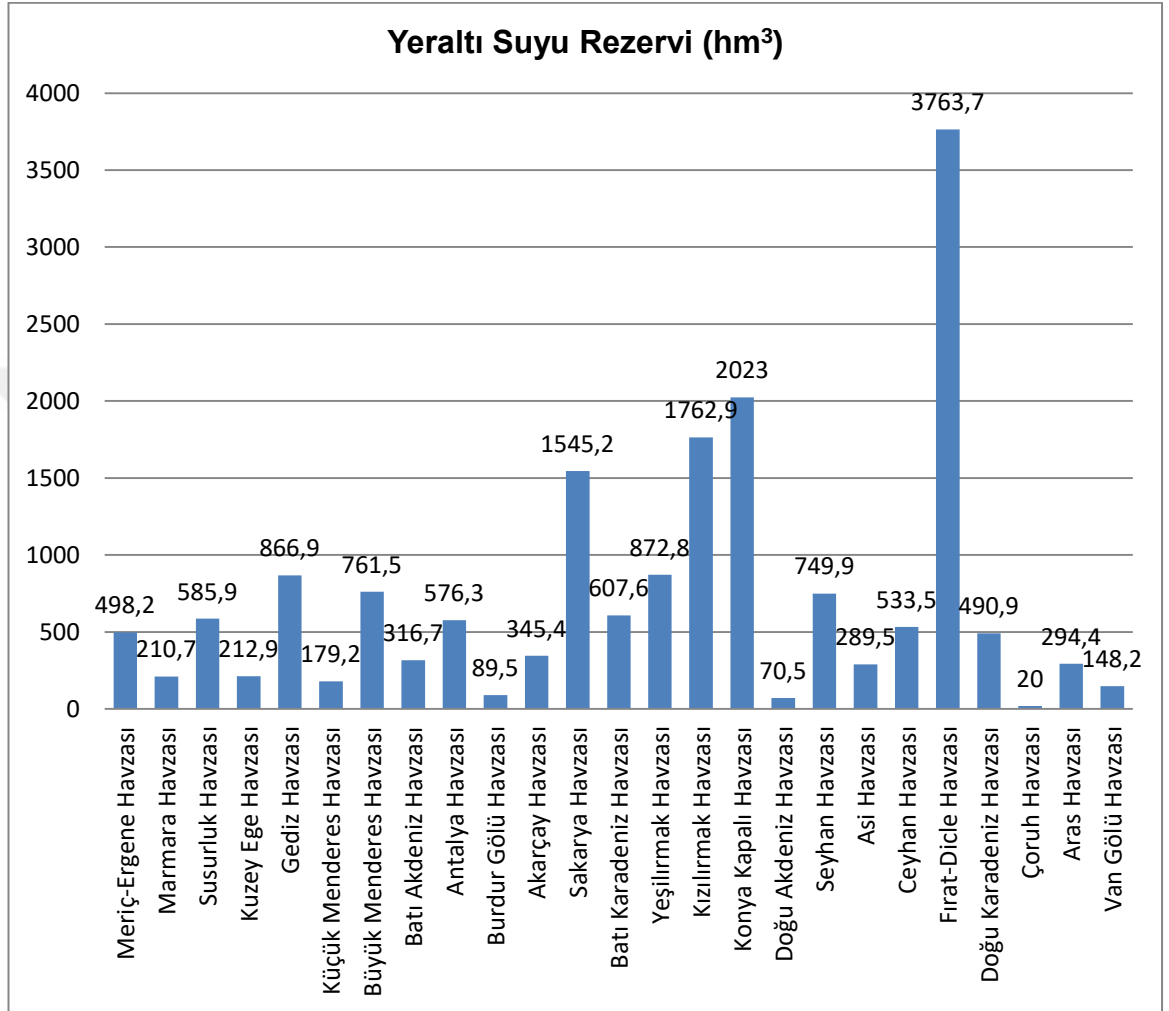
suyu potansiyelinin en yüksek olduğu havza tıpkı yüzey suyu potansiyelinde olduğu gibi Fırat-Dicle havzasıdır. Havzadaki beslenme 2019 yılı için 4994,8 hm³ iken işletme rezervi 3763,7 hm³'tür. Hemen ardından ise 2019 yılı 2597 hm³ beslenme ve 2023 hm³'lük işletme rezervi ile Konya kapalı havzası yer almaktadır.

Tablo 2.2: 2019 Yılı Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli

Havza Numarası	Nehir Havzası Adı	Yeraltı Suyu Beslenimi (hm ³)	Yeraltı Suyu İşletme Rezervi (hm ³)
01	Meriç-Ergene Havzası	507,7	498,2
02	Marmara Havzası	241,7	210,7
03	Susurluk Havzası	780,4	585,9
04	Kuzey Ege Havzası	289,4	212,9
05	Gediz Havzası	1155,9	866,9
06	Küçük Menderes Havzası	179,2	179,2
07	Büyük Menderes Havzası	1045,4	761,5
08	Batı Akdeniz Havzası	473,2	316,7
09	Antalya Havzası	1164,7	576,3
10	Burdur Gölü Havzası	106,4	89,5
11	Akarçay Havzası	345,4	345,4
12	Sakarya Havzası	2197,1	1545,2
13	Batı Karadeniz Havzası	641,2	607,6
14	Yeşilırmak Havzası	907,2	872,8
15	Kızılırmak Havzası	2003,1	1762,9
16	Konya Kapalı Havzası	2597,0	2023,0
17	Doğu Akdeniz Havzası	96,5	70,5
18	Seyhan Havzası	838,8	749,9
19	Asi Havzası	393,2	289,5
20	Ceyhan Havzası	985,3	533,5
21	Fırat-Dicle Havzası	4994,8	3763,7
22	Doğu Karadeniz Havzası	490,9	490,9
23	Çoruh Havzası	30,0	20,0
24	Aras Havzası	388,5	294,4
25	Van Gölü Havzası	179,2	148,2
Toplam		23032,3	17815,3

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Grafik 2.3'te 2019 yılı için yeraltı suyu işletme rezervlerinin havzalara göre dağılımı hm^3 cinsinden verilmiştir.



Grafik 2.3: 2019 Yılı Yeraltı Suyu İşletme Rezervi

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

DSİ verilerine göre 2019 yılı için yüzey suyu konusunda kaynak miktarı bakımından en düşük su hacmine sahip olan havza Burdur Gölü havzasıdır. Buna karşılık olarak yeraltı kaynağı olarak en düşük rezerv hacmine sahip olan havza Çoruh havzasıdır. Fakat nehir havzaları bulundurdıkları insan sayısı bakımından su dağılım miktarları ile paralellik göstermediğinden nehir havzalarında kişi başına düşen su potansiyeli miktarı farklı bir sıralama göstermektedir.

Tablo 2.3: Havzalara Göre Kişi Başına Düşen Su Potansiyeli

Nehir Havzası Adı	Su Potansiyeli (m³ / yıl / kişi)
Meriç-Ergene Havzası	1000 - 1700
Marmara Havzası	501 - 1000
Susurluk Havzası	1701 - 14575
Kuzey Ege Havzası	1701 - 14575
Gediz Havzası	1000 - 1700
Küçük Menderes Havzası	379 - 500
Büyük Menderes Havzası	1000 - 1700
Batı Akdeniz Havzası	1701 - 14575
Antalya Havzası	1701 - 14575
Burdur Gölü Havzası	1701 - 14575
Akarçay Havzası	501 - 1000
Sakarya Havzası	1000 - 1700
Batı Karadeniz Havzası	1701 - 14575
Yeşilırmak Havzası	1701 - 14575
Kızılırmak Havzası	1000 - 1700
Konya Kapalı Havzası	1000 - 1700
Doğu Akdeniz Havzası	1701 - 14575
Seyhan Havzası	1701 - 14575
Asi Havzası	501 - 1000
Ceyhan Havzası	1701 - 14575
Fırat-Dicle Havzası	1701 - 14575
Doğu Karadeniz Havzası	1701 - 14575
Çoruh Havzası	1701 - 14575
Aras Havzası	1701 - 14575
Van Gölü Havzası	1701 - 14575

Kaynak: Ç.B. Muluk, v.d., **Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif**, 2013, ss.24-25.

Tablo 2.3'te gösterilen havzalara göre kişi başına düşen su varlığı Tablo 1.6'da gösterilen Falkenmark göstergesine göre değerlendirildiğinde Türkiye'de yer alan nehir havzalarından Küçük Menderes havzasında kişi başına düşen yıllık su miktarı 500 m^3 'ün altında olduğundan su varlığı ciddi anlamda yetersiz görünmektedir. Bundan sonra gelen Asi, Akarçay ve Marmara havzalarında $501 - 1000 \text{ m}^3$ arasında seyrettiği gözlenmektedir. Bu durum su baskısının varlığına işaret etmektedir. $1000 - 1700 \text{ m}^3$ ile Kızılırmak, Büyük Menderes, Gediz, Meriç-Ergene havzaları ve Konya Kapalı havzası ise su baskısının başlaması noktasında dururken geriye kalan on beş havzada su miktarı 1700 m^3 'ün üzerinde olduğu için su varlığı yeterli görünmektedir.

Fakat Falkenmark göstergesine göre Türkiye'de su varlığının yeterli görüldüğü on beş nehir havzasında su varlığı $1701 - 14575 \text{ m}^3$ arasında olmasına rağmen Tablo 1.7'de yer alan Shiklomanov göstergesine göre su varlığı yıllık kişi başına 20000 m^3 'ün altında seyrettiği için su varlığı durumu ancak vasatın üstünde olacak şekilde değerlendirilebilmektedir. Diğer bir deyişle Shiklomanov göstergesine göre Türkiye'de yer alan hiçbir nehir havzasında su varlığı ne $20000 - 50000 \text{ m}^3$ aralığı ile "yüksek" durumdadır ne de 50000 m^3 sınırının üstünde bir değere sahip olmakla "çok yüksek" durumdadır. Shiklomanov göstergesi 20000 m^3 sınırının altındaki değerler için Falkenmark göstergesi ile su varlığına dair benzer tanımlamalar yapmıştır. Türkiye'de genel olarak kişi başına düşen su varlığı Falkenmark göstergesine göre 1990 yılında 1700 m^3 'ün üzerinde olmakla "su baskısı yok" görünümündeyken bu durum on yıl sonra "su baskının başlaması" notasına gelmiştir. Shiklomanov göstergesine göre de Türkiye'de genel olarak 1990 yılından bu yana kişi başına düşen su varlığı "çok az" olarak tanımlanmaktadır.

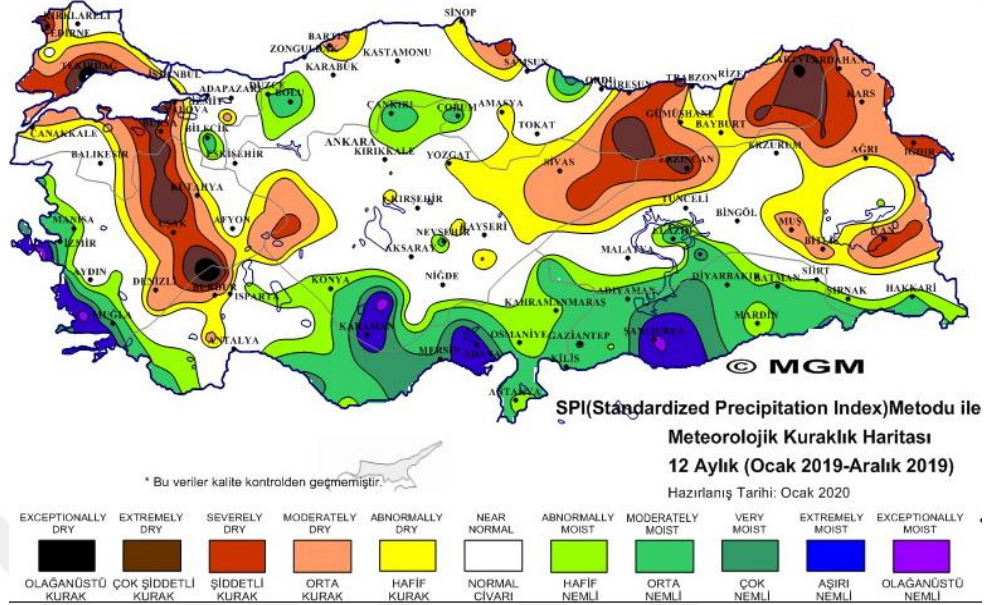
Tablo 2.4: Türkiye Geneline Kişi Başına Düşen Su Varlığı

Yıl	Nüfus	Varlığı (yıl / kişi / m ³)
1990	57	1965
2000	68	1650
2016	78	1420
2023	85	1300

Kaynak: http://cdn.istanbul.edu.tr/statics/subilimleri.istanbul.edu.tr/wp-content/uploads/2017/09/SU_BILIMLERI_FAK_ACILIS_DERSI_22.09.2017.pdf 27/12/2020 (Çevrimiçi).

Su kaynaklarının beslenebilmesi açısından yağışların yeterli olması son derece önemlidir. Bu bağlamda Türkiye'nin 2019 yılı yağış verileri kullanılarak yapılmış olan kuraklık ve havzalara göre yağış normallerini karşılama analizleri harita şeklinde aşağıda verilmiştir. Şekil 2.3'te Standart Yağış İndeksi (SPI) Metodu kullanılarak yapılmış olan kuraklık analizi verilmiştir. Şekil 2.4'te ise aynı yıla ait kuraklık analizi haritası Normalin Yüzdesi Metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Şekil 2.5'te ise 2020 yılı güz mevsimine ait havzalar ölçeğine göre yapılmış olan kuraklık analizi haritası verilmiştir.

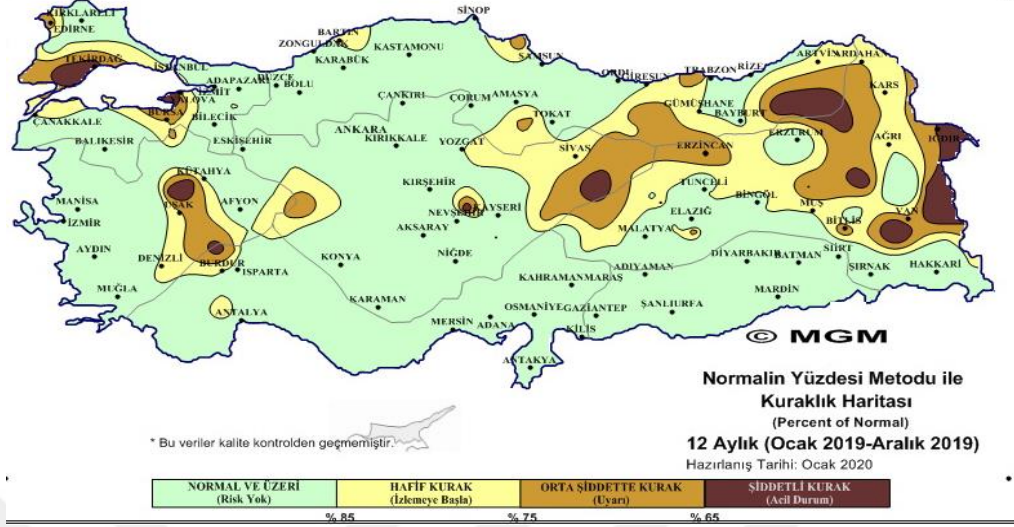
Meteorolojik kuraklık kısa vadede hidrolojik kuraklıkla aynı anlama gelmese de uzun vadede devam etmesi durumunda hidrolojik dengenin bozulmasıyla kuraklığa neden olmaktadır. Hidrolojik kuraklık nehir akımlarının azalmasıyla su kaynakları varlığının düşmesiyle doğrudan, meteorolojik kuraklık ise yağış ve yüzey akışlarının azalması ile su kaynaklarının üzerinde dolaylı olarak etkili olduğundan Türkiye'de 2019 yılı ve 2020 güz mevsimi için verilen meteorolojik kuraklık haritaları su potansiyelinin değerlendirilebilmesi açısından önemlidir.



Şekil 2.3: Türkiye 2019 Yılı Kuraklık Haritası (SPI)

Kaynak: <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB> 25/12/2020 (Çevrimiçi).

Verilmiş olan 2019 yılı kuraklık haritalarına göre Marmara Denizi çevresinde, Trakya bölgesinin büyük kısmında, Ege bölgesinin iç kesimlerinde ve Türkiye'nin doğu ve kuzey doğu kesimlerinde her iki ölçüm yönteminde de ciddi meteorolojik kuraklık gözlemlenmiştir. Buna karşılık kıyı Ege'de ve Türkiye'nin güneyinde yıllık yağışlar normalleri karşılar düzeydedir.



Şekil 2.4: Türkiye 2019 Yılı Kuraklık Haritası

Kaynak: <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfb> 25/12/2020 (Çevrimiçi).



Şekil 2.5: Havzalara Göre Alansal Yağışların Normalleri Karşılama Oranları
(1 Ekim- 30 Kasım 2020)

Kaynak: <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfb> 25/12/2020 (Çevrimiçi).

Havzalar ölçeğinde bakıldığında 2020 yılı güzünün son iki ayı için meteorolojik kuraklık Kuzey Ege, Küçük Menderes, Yeşilırmak, Kızılırmak, Doğu

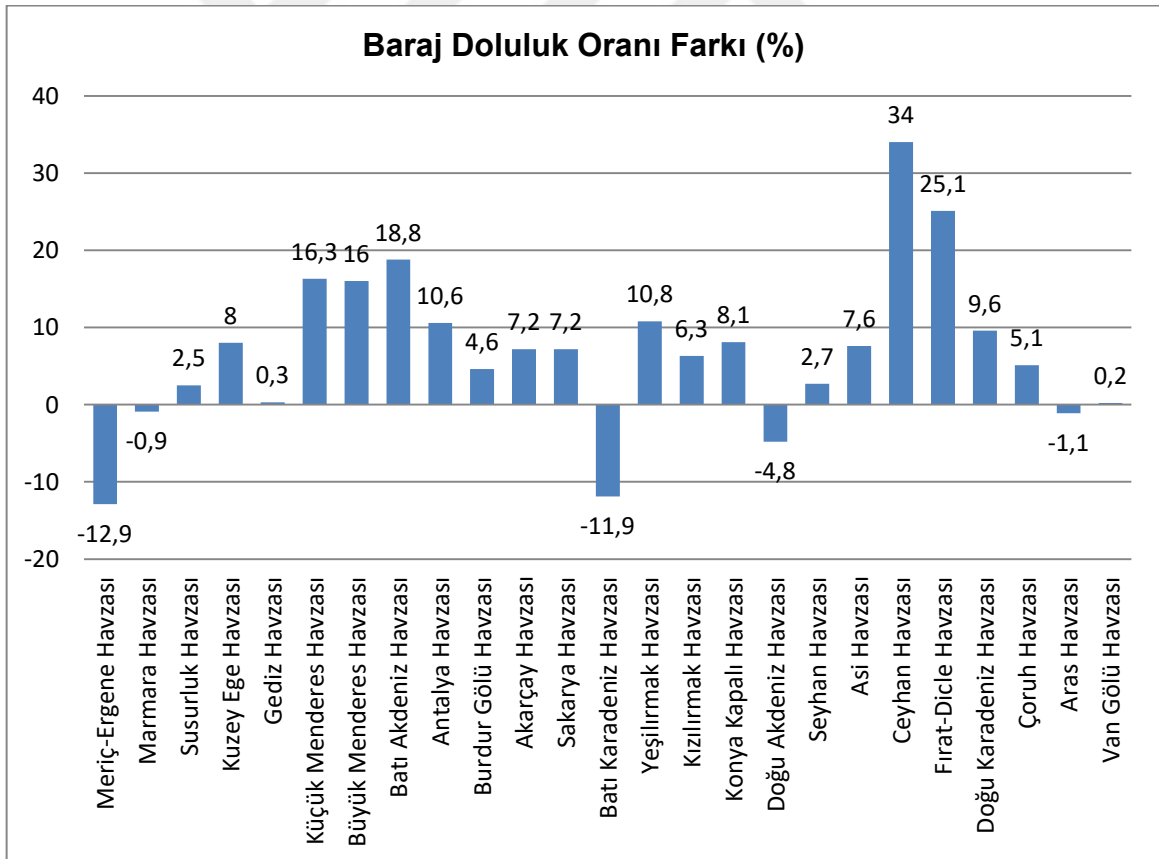
Akdeniz, Antalya, Van Gölü havzaları ve Konya Kapalı havzasında yağışlar normallerin neredeyse yarısında ancak seyretmiştir. Burdur, Marmara ve Doğu Karadeniz havzalarında yağışlar normalleri karşılamaya yeterli olmamakla birlikte neredeyse yeterlidir. Geriye kalan tüm havzalarda 2020 güzü için yağışlar yeterli görünmemektedir. Belirtilen dönemi kapsayacak bir ifade kullanmak gerekirse bütün ülke için yağışlar normal yağış yüzdesini karşılamak için yetersizdir. Tüm yıl için yağışların bu yüzde karşılama oranlarıyla seyretmesi durumunda hidrolojik kuraklıkla karşılaşılması olasıdır.

Tablo 2.5: İl Bazında Baraj Doluluk Oranları

Havza No	Havza Adı	Doluluk Oranı (%)		
		2017	2018	2019
1	Meriç-Ergene Havzası	34,70	51,30	38,40
2	Marmara Havzası	40,50	42,60	41,70
3	Susurluk Havzası	35,40	26,20	28,70
4	Kuzey Ege Havzası	45,70	40,80	48,80
5	Gediz Havzası	6,90	10,00	10,30
6	Küçük Menderes Havzası	27,10	18,70	35,00
7	Büyük Menderes Havzası	17,00	19,60	35,60
8	Batı Akdeniz Havzası	12,60	11,80	30,60
9	Antalya Havzası	14,70	13,40	24,00
10	Burdur Göller Havzası	4,90	0,60	5,20
11	Akarçay Havzası	23,40	11,20	18,40
12	Sakarya Havzası	32,90	29,80	37,00
13	Batı Karadeniz Havzası	28,10	51,30	39,40
14	Yeşilırmak Havzası	52,20	41,50	52,30
15	Kızılırmak Havzası	40,00	30,70	37,00
16	Konya Kapalı Havzası	22,70	17,40	25,50
17	Doğu Akdeniz Havzası	56,30	64,00	59,20
18	Seyhan Havzası	35,00	43,90	46,60
19	Asi Havzası	5,00	2,50	10,10
20	Ceyhan Havzası	26,60	23,60	57,60
21	Fırat - Dicle Havzası	36,20	34,20	59,30
22	Doğu Karadeniz Havzası	32,70	25,30	34,90
23	Çoruh Havzası	41,50	40,50	45,60
24	Aras Havzası	59,60	60,20	59,10
25	Van Gölü Havzası	19,90	21,20	21,40
Genel Doluluk Oranı		30,04	29,28	36,04

Kaynak: https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344_20/12/2020 (Çevrimiçi).

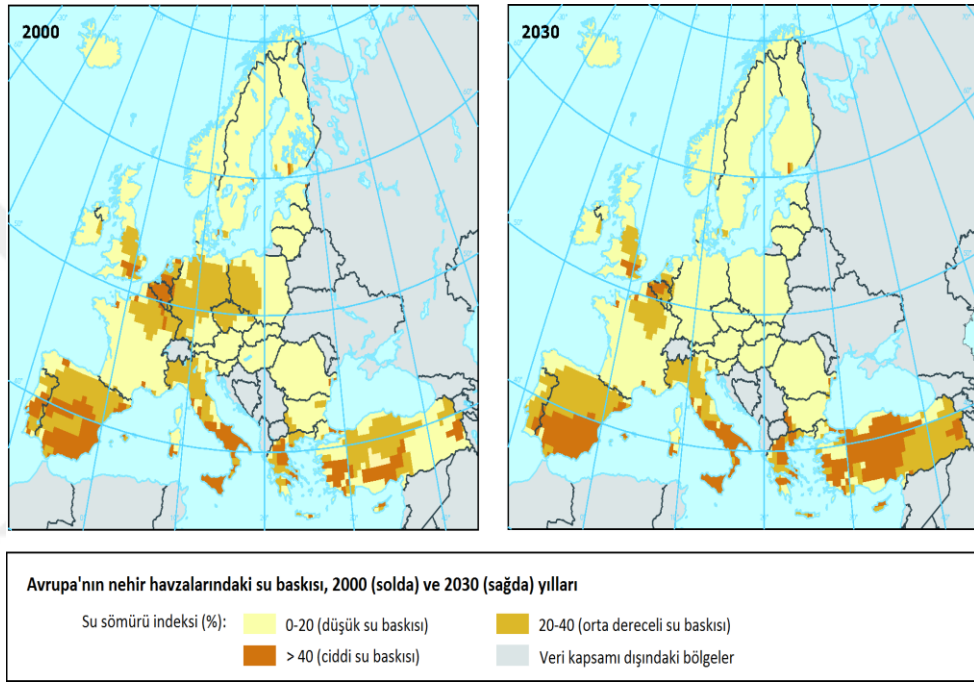
2019 yılı genel meteorolojik kuraklık verilerine göre Türkiye'nin doğusu, kuzey doğusu, Marmara çevresi, Trakya bölümünün çoğunluğu ve Ege bölgesinin iç kısımlarının tamamında ciddi yağış yetersizliği yaşanmıştır. Bu koşullar altında ülke çapında barajların doluluk oranları Tablo 2.5'de görüldüğü gibi %36,04 olarak belirlenmiştir. Asi, Burdur ve Gediz havzalarında doluluk oranları belirtilen üç yıl içinde kuruma noktasına yakın seyretmiştir. 2019 yılı daha önceki iki yıla oranla barajların doluluk oranları bakımından biraz daha iyi durumdadır. DSİ verilerine göre 2017 ve 2018 yılları için ülke çapında barajların doluluk oranları sırasıyla %30,04 ve %29,28 olmuştur. Buradan Türkiye'nin yağış rejiminin ve sıcaklıkların mevsimlere göre düzensiz olmasının yanı sıra yıllara göre de düzensiz olduğu söylenebilir. Yine tablodan görüldüğü kadarıyla bazı barajlardaki doluluk oranları düzensiz biçimde olmak kaydıyla sıfıra inmiştir. Her koşulda Türkiye'de son üç yıl için baraj doluluk oranları genel anlamda kapasitesinin yarısının altında kalmıştır.



Grafik 2.4: Havza Ölçeğinde Baraj Doluluk Oranları Farkı 2018-2019

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Grafik 2.4'te 2019 yılı baraj doluluk oranlarının bir önceki yıla göre değişimleri verilmiştir. Meriç-Ergene, Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Aras havzalarında barajların doluluk oranlarında 2018 yılına oranla azalma meydana gelmiştir. Diğer havzalarda bir önceki yıla oranla su seviyesi ortalamalarında artış gözlemlense de Van Gölü ve Gediz havzalarındaki artış oranı ihmal edilebilecek düzeyde kalmıştır.



Şekil 2.6: Avrupa'da Su Baskısı

Kaynak: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-stress-in-europe-2000-and-2030> 13/01/21 (Çevrimiçi).

Avrupa Çevre Ajansının Avrupa'da su kullanımına dair hazırlanmış olduğu raporda 2000 – 2030 yılları için havzalardaki su baskısı üzerinde bir öngörü yapılmıştır. Rapora göre 2000 yılında Türkiye'nin doğusunda düşük su baskısı olan bölgelerde, artan su kullanımı nedeniyle artık orta düzeyde baskısı yaşanmaktadır. 2000 yılında orta dereceli baskı kategorisinde yer alan Türkiye'nin orta ve batı bölgeleri, hem artan su kullanımı hem de az miktarda azalan su varlığı nedeniyle 2030'da şiddetli su baskısı kategorisine sıçramıştır.¹³⁹ Şekil 2.6'da raporda belirtilmiş

¹³⁹ Martina Flörke and Joseph Alcamo, **European Outlook on Water Use**, Center for Environmental Systems Research University of Kassel, Kassel, 2004, s.50.

olan Türkiye'deki su baskısı durumunun otuz yıllık değişim öngörüsü yer almaktadır. Şekil üzerinde işlenmiş olan verilerin son güncellenme tarihi 9 Kasım 2017'dir.

2.1.2. Türkiye'nin Su Kullanımı

Türkiye'de kullanılabilir su kaynağı miktarı 112 milyar m³ olarak belirtilmiştir. Bu kaynağın kullanım miktarı ve oranları çeşitli kaynaklara göre farklılık göstermektedir. Bir kısım kaynaklar 32 milyar m³'ün tarımda (%73), 7 milyar m³'ün kentsel amaçla (%16), 5 milyar m³'ün sanayide (%11) kullanılmak üzere toplam kullanım miktarının 44 milyar m³ olduğunu belirtmişlerdir.¹⁴⁰¹⁴¹¹⁴²¹⁴³¹⁴⁴ Bir kısmı ise 7 milyar m³'ü (%13) sanayide, 7 milyar m³'ü (%13) kentsel amaçlı ve 40 milyar m³'ü (%74) tarımda kullanılmak üzere toplamda kullanılan suyun 54 milyar m³ olarak vermiştir.¹⁴⁵¹⁴⁶ Bazı kaynaklarda ise bu oranların tekrar değiştii görölmektedir. Buna göre 32 milyar m³ tarımda (%74), 6 milyar m³ kentsel (%15), 5 milyar m³ sanayide (%11) olmak üzere toplam 43 milyar m³ olarak verilmiş oran da vardır.¹⁴⁷ Bir başka kaynakta ise 34 milyar m³ tarım sektöründe (%73,9), 7 milyar m³ kentsel amaçlı (%15,2), 5 milyar m³ sanayide (%10,9) olmak üzere toplam 46 milyar m³ su kullanımı gösterilerek olarak farklı verilmiştir.¹⁴⁸

¹⁴⁰ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, , **Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi (2014-2023)**, Ankara, 2014, s.3.

¹⁴¹ Nuray Ayten, **Sektörel Su Tahsisinin Esasları**, (Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı), Ankara, 2014, s.70.

¹⁴² Kalkınma Bakanlığı, **Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, 2014, s.21.

¹⁴³ Kalkınma Bakanlığı, **On Birinci Kalkınma Raporu (2019-2023), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, 2018, s.24.

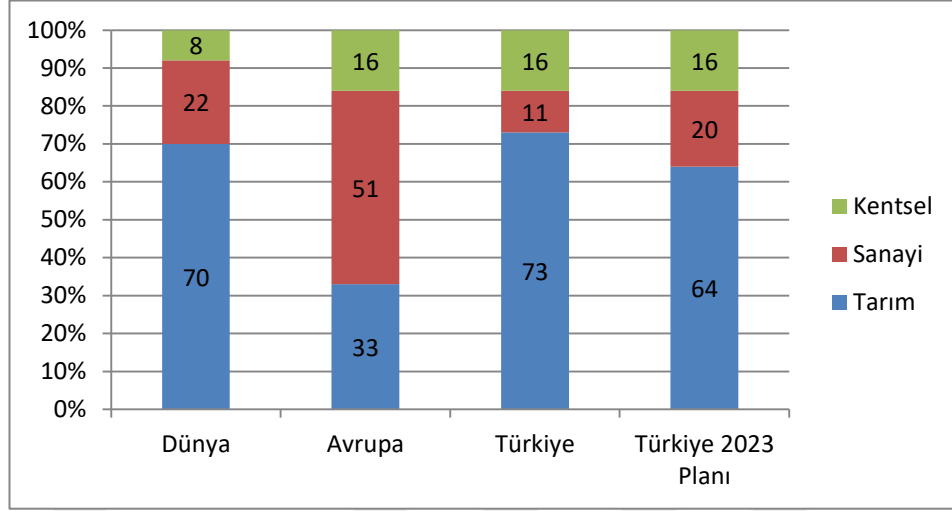
¹⁴⁴ Adem Aksoy, v.d., "Türkiye'de Tarımsal Amaçlı Su Kullanımı ve Sürdürülebilirliği", **XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014**, Samsun, 2014, (ss.462-469), s.465.

¹⁴⁵ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı: **Ulusal Su Planı (2019-2023)**, 2018, s.30.

¹⁴⁶ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **Ormancılık ve Su Şûrası Havza Yönetimi alışma Grubu Çalışma Belgesi**, Ankara, 2017, s.2.

¹⁴⁷ Çağrı Bülent Muluk, v.d., **Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif**, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi, İstanbul, 2013, s.25.

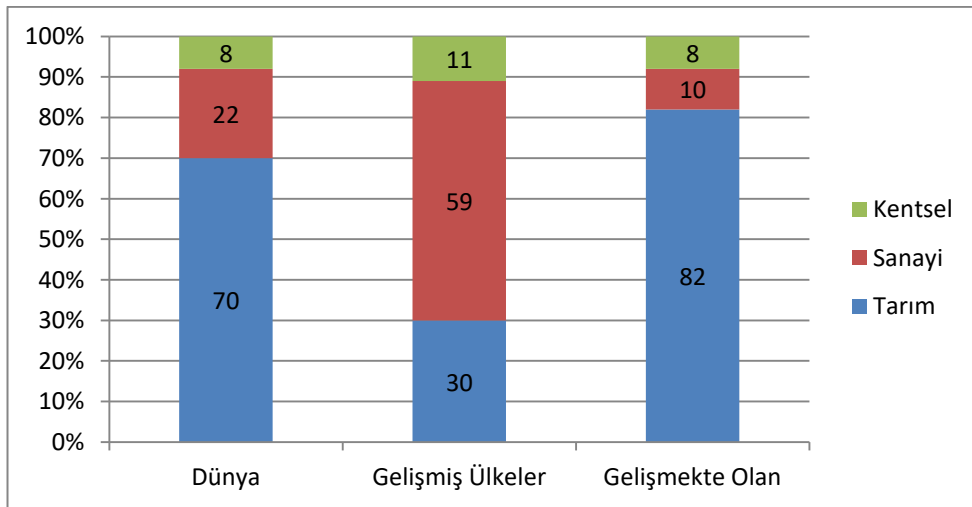
¹⁴⁸ Turhan Aküzüm, v.d., "Türkiye'de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi", **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1)**, b.y., 2010, (ss.67-74), s.70.



Grafik 2.5: Su Kullanımının Sektörel Dağılımı

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı, a.g.e., 2018, s.25.

Ağırlıklı kabule göre Türkiye’de toplam 44 milyar m³ olan su kullanımının %73’ü tarımsal sulama amacıyla, %11’i sanayide, %16’sı da kentsel amaçla kullanılırken dünyada bu oran sırasıyla %70, %22, %8 olarak verilmiştir. Aynı oranlar aynı sırayla Avrupa için %33, %51, %16 şeklinde olmaktadır. İlgili oranlar Türkiye için Grafik 2.6’da verilen oranlardan gelişmekte olan ülkeler ile dünya ortalaması arasındayken Avrupa için ilgili oranlar gelişmiş ülkeler profiline daha uygun düşmektedirler.



Grafik 2.6: Gelişmişlik Düzeyine Göre Su Kullanımının Sektörel Dağılımı

Kaynak: Adem Aksoy, v.d., a.g.e., 2014, s.463.

Türkiye toplam 112 milyar m³ olan kullanılabilir su varlığının 44 milyar m³'ünü kullanmakla toplam su kullanım oranında %39,7 bir değere ulaşmaktadır. 2023 yılı için Türkiye Tablo 2.6'da verildiği gibi tarımsal amaçla kullanımda 72 milyar m³ (%64), kentsel kullanım amacıyla 18 milyar m³ (%16) ve sanayi kullanımında 22 milyar m³ (%20) değerleriyle tüm su potansiyelini kullanıma kazandırmayı amaçlamaktadır. Fakat tüm su potansiyelinin kullanımı planı halihazırda su varlığının ve su tüketiminin eşit olarak dağılmadığı Türkiye havzaları üzerinde dengesiz bir su baskısına neden olacaktır. Suyun görece az ve nüfusun görece fazla olduğu havzalara başka havzalardan su aktarımı konusunu gündeme getirecektir.¹⁴⁹

Tablo 2.6: Türkiye'de 2023 Yılı İçin Planlanan Su Çekiminin Sektörel Dağılımı

Sektör	2023 (milyar m ³ /yıl)	Oran (%)
Tarım	72	64
Sanayi	22	20
Kentsel	18	16
Toplam	112	100

Kaynak: Ç. B. Muluk, v.d., a.g.e., s.25.

Türkiye'nin 2023 yılına kadar su tahsis planını bakıldığında sanayide kullanılan suyu oranı artarken tarımda kullanılan su oranının azalacağı görülmektedir. Bu dağılım deseninin gerçekleştirilebilmesi durumunda Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler sınıfında kalacağı fakat dünya standardına göre yerinin biraz daha iyi durumda olacağı söylenebilir. 2023 hedefine göre Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir 8.5 milyon hektar alanın belirtilen yıla kadar hepsinin sulanması planlanmaktadır. Bu hedef, tarımda sulama tekniklerinin yenilenmesiyle daha az su tüketerek verim artışı sağlamak yolu ile tutturulmasıdır. Böylece, tarımda yılda 72 milyar m³ (%64) su kullanılarak tüm sulanabilir arazinin sulanması mümkün olacaktır.¹⁵⁰

2018 yılı kentsel su kullanımı TÜİK verilerine göre "1 399 belediyenin 1 397'sinde içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmiştir. Belediyeler tarafından su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekelerine 6,2 milyar m³ su

¹⁴⁹ Ç. B. Muluk, v.d., a.g.e., 2013, s.26.

¹⁵⁰ T. Aküzüm, v.d., a.g.e., 2010, s.70.

çekilmiştir. Çekilen suyun %39,9'u barajlardan, %28,1'i kuyulardan, %18,4'ü kaynaklardan, %9 'u akarsulardan ve %4,6'sı göl, gölet veya denizlerden sağlanmıştır.”¹⁵¹ TÜİK'in verilerinde denizlerden çekilen sular kentsel kullanım verilerine göller ve göletlerden çekilen suya dahil edilerek eklenmiştir. Bu oran sanayi için kullanımda daha yüksek olup veriler diğer kaynaklarla birleştirilmeden verildiği için toplam veriden mahsup edilebilir durumdadır.

Tablo 2.7: Türkiye Belediye Su Göstergeleri

	2016	2018
Toplam belediye sayısı	1397	1399
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	1394	1397
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	98,2	98,6
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı (milyon m³)	5839	6193
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen suyun kaynaklarına göre dağılımı (%)		
Baraj	44,8	39,9
Kuyu	26,8	28,1
Kaynak	17,1	18,4
Akarsu	9,5	9
Göl/gölet/deniz	1,8	4,6
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (milyon m³)	3733	4045
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (milyon m³)	3350	3574
Kişi başı çekilen günlük ortalama su miktarı (litre/kişi/gün)	217	224

Kaynak: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30668> 03/01/21 (Çevrimiçi).

¹⁵¹ <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30668> 03/01/21 (Çevrimiçi).

Kentsel tüketim için çekilen suyun yüzde seksene yakını yüzey sularından elde edilirken bu miktarın içinden yaklaşık yarısının barajlardan geldiği görülmektedir. Geri kalan kısım ise göl gölet akarsu gibi çeşitli su kaynaklardan elde edilmektedir. Tüketilen kentsel suyun yüzde yirmisinden azı ise kuyulardan yani yeraltı kaynaklarından gelmektedir. Yalnızca kentsel amaçlı kullanım için 2018 yılında çekilen suyun kişi başına düşen ortalama miktarı günlük 224 litre olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.8: Çekildiği Kaynağa Göre Kentsel Kullanım Suyu Miktarı

	2016	2018
Kentsel kullanım için çekilen yüzey suyu miktarı (bin m³/yıl)	3275202	3314654
Kentsel kullanım için çekilen yeraltı suyu miktarı (bin m³/yıl)	2563358	2878503
Toplam	5838560	6193148

Kaynak: TÜİK, **Belediye Su Göstergeleri**, 1994-2018.

2018 yılı için kentsel kullanım için kaynaktan çekilen yaklaşık 6,2 km³'lük su miktarının yaklaşık 3,31 km³'ü yüzey su kaynaklarından geriye kalan 2,87 km³'lük kısmı ise yeraltı su kaynaklarından elde edilmiştir.

Tablo 2.9: 2018 Yılı Sektörel Su ve Atıksu Göstergeleri

	Çekilen su miktarı (Bin m ³)	Deşarj edilen atıksu miktarı (Bin m ³)	Soğutma suyu hariç deşarj edilen atıksu miktarı (Bin m ³)	Soğutma suyu hariç artırılarak deşarj edilen atıksu oranı (%)
Toplam	17528789	14759458	5534286	80,9
Belediyeler	6190224	4548657	4548657	88,4
Köyler	394824	123117	123117	19,9
İmalat Sanayi İşyerleri	2675606	2165373	209771	85,8
Termik Santraller	7867738	7527047	257477	3,8
Organize Sanayi Bölgeleri¹⁵²	159469	235651	235651	98,7
Maden İşletmeleri	240928	159613	159613	4,6

Kaynak: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30668> 03/01/21 (Çevrimiçi).

¹⁵² OSB'ler tarafından deşarj elden atıksuyun çekilen sudan daha fazla olması, suyunu kendi imkanları ile temin eden işyerlerinin atıksularını OSB kanalizasyon sistemine deşarj etmelerinden kaynaklanmaktadır.

TÜİK'in yayınlamış olduğu sektörel su göstergelerine göre 2018 yılında 17,5 milyar m³ su doğrudan su kaynaklarından çekilmiştir. Su kaynaklarından çekilen suyun %56,2'si denizlerden, %15,1'i barajlardan, %14'ü kuyulardan, %8,7'si kaynaklardan, %3,9'u akarsulardan, %1,8'i göl/göletlerden, %0,2'si ise diğer su kaynaklarından çekilmiş¹⁵³ olduğu belirtilmiştir. Sektörel su göstergeleri içerisinde kentsel amaçlı kullanım için (buna köyler de dahil edilmiştir) çekilen su miktarı çıkarıldığında geriye kalan miktarın yaklaşık 11 milyar m³ olduğu görülmektedir. Kentsel amaçlı çekilen sudan deniz suyunun payının çıkarılamadığı yukarıda belirtilmiştir. Buna göre deniz suyu için verilen %56'lık payın sanayi amaçlı kullanılan sudaki deniz suyu payı olduğu kabul edilirse 2018 yılı için sanayi amaçlı kullanılan suyun kullanılabilir su kaynaklarından çekilen miktarın yaklaşık olarak 6,1 milyar m³ olduğu kabul edilebilir.

Tablo 2.10: Çekildiği Kaynağa Göre Sanayi Suyu Miktarı

	2016	2018
Sanayi için çekilen yüzey suyu miktarı (km³/yıl)	3,79	3,25
Sanayi için çekilen yeraltı suyu miktarı (km³/yıl)	2,66	2,85
Toplam	6,45	6,10

Kaynak: TÜİK, DSİ.

Türkiye'de 2018 yılı için sanayi kullanımı için kaynaktan çekilen yaklaşık 6,1 km³'lük su miktarının 3,25 km³'ü yüzey su kaynaklarından geriye kalan 2,85 km³'lük kısmı ise yeraltı su kaynaklarından elde edilmiştir.

Türkiye'nin tarım sektöründe kullanılan su diğer iki sektörde kullanılan su miktarının çok üzerindedir. Buna göre Türkiye'nin 2018 yılı için kullanılabilir su kaynaklarından çektiği tatlı su miktarının %73,5'inden fazlasını tarım alanında kullanılan su oluşturmaktadır. 2019 yılı için yüzey suları kaynağından gelen yaklaşık 35,3 km³, yeraltı suyu kaynağından gelen yaklaşık 11,2 km³, toplamda ise yaklaşık olarak 46,5 km³ sulama suyu kullanılmıştır. Tarımda kullanılan su miktarları Tablo 2.11'de verilmiştir. Türkiye'de son yirmi beş yılda tarım için çekilen su miktarında yeraltı sularından yapılan çekim miktarı giderek artmıştır. Fakat eratlı sularından kentsel kullanım ve sanayi kullanımı için yapılan tahsis miktarında son on yılda bir

¹⁵³ <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30673> 03/01/21 (Çevrimiçi).

önceki on yıla nazaran düşüş vardır. Yüzey su kaynaklarında ise son yirmi beş yılda sulama için yapılan tahsis giderek tıpkı yeraltı suyu tahsisi gibi sürekli artış göstermişken, kentsel kullanım ve sanayi kullanımı için sürekli bir artış eğilimi yerini düzensiz bir tahsisat yapısına bırakmıştır.¹⁵⁴

Tablo 2.11: Çekildiği Kaynağa Göre Sulama Suyu Miktarı

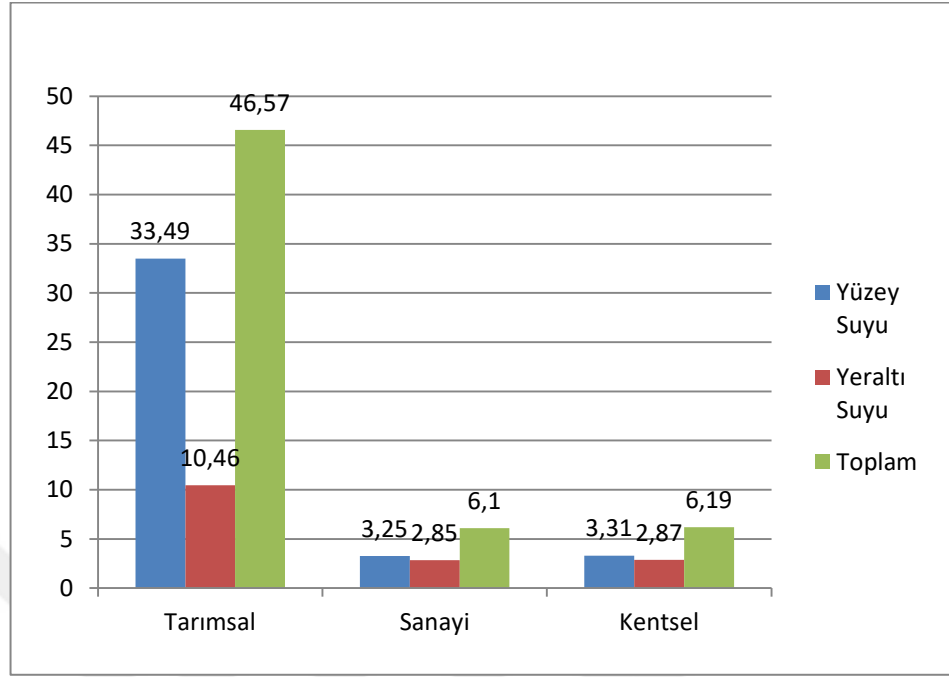
	2017	2018	2019
Tarım			
için çekilen yüzey suyu miktarı (km³/yıl)	32,197	33,490	35,363
Tarım			
için çekilen yeraltı suyu miktarı (km³/yıl)	10,01	10,46	11,21
Toplam	42,207	43,95	46,573

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Ulusal Su Planı'nda belirtildiğine göre Türkiye su kaynaklarının %48,2'sini (54 km³) kullanmakta olup toplam su kullanımında 1998-2018 yılları arasında %40'lık bir artış meydana gelmiştir. 2046 yılına gelindiğinde ise artan nüfus ve sektörel büyümeler nedeniyle toplam su tüketiminde üç kat artış olacağı öngörülmektedir.¹⁵⁵ Bu sayı da Türkiye'nin sahip olduğu mevcut kullanılabilir su kaynağının toplamını dahi aşmaktadır.

¹⁵⁴ <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

¹⁵⁵ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **a.g.e.**, 2018, ss.30-31.

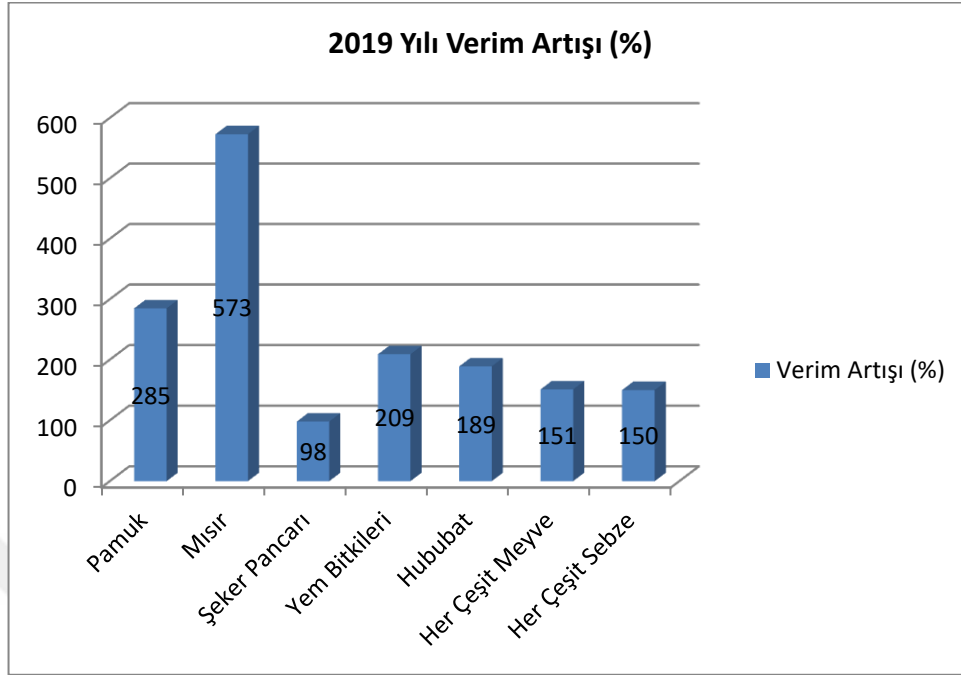


Grafik 2.7: Çekildiği Kaynağa Göre Türkiye 2018 Yılı Sektörel Su Kullanımı (km³/yıl)

Kaynak: TÜİK ve DSİ.

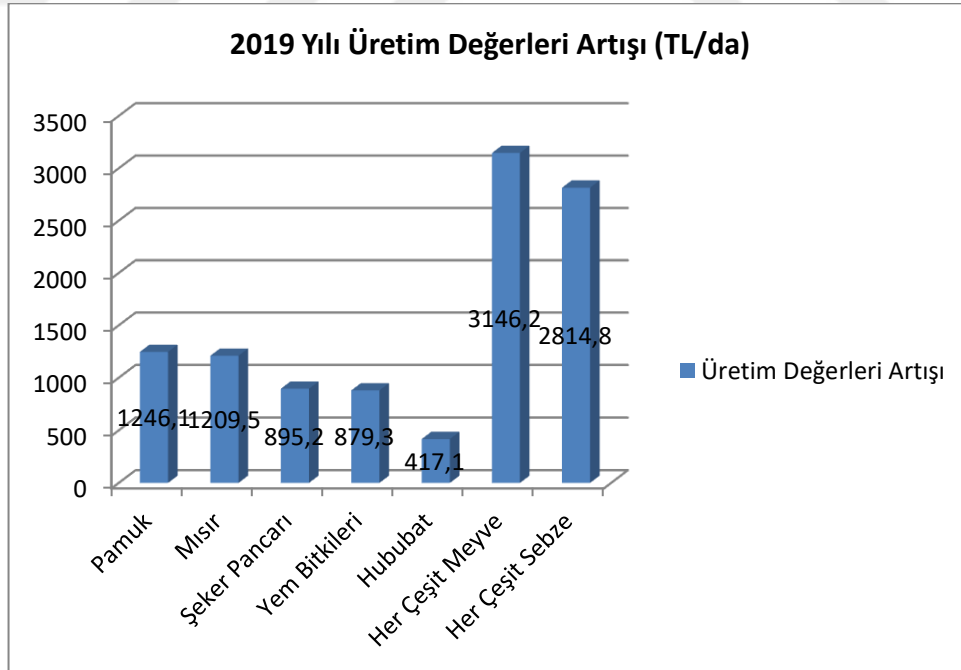
Türk tarımı için sulama ile sağlanan verim artışı DSİ tarafından sayısal verilere dayanan bir biçimde ortaya koyulmuştur. Buna göre Türkiye’de yürütülen tarımsal faaliyetle elde edilen üründe verimin artışının sağlanması hem artan nüfus hem de ekonomide ihracat kalemi olmasından dolayı gerekli görünmektedir. Grafik 2.8’de ve Grafik 2.9’da 2019 yılında tarımsal üretimde verim artışı sırasıyla miktar ve değer cinsinden verilmiştir. Çalışma 1000 ha ve üzeri sulamalar için hazırlanmıştır.

Türkiye artan nüfusun, büyüyen sanayinin ve Türk tarımının sulamayla artan miktar fiyat veriminin getirmiş olduğu zorunluluklar nedeniyle ulusal planda sözü geçen su ihtiyacındaki artışla kaçınılmaz bir biçimde yüzleşmek zorunda kalacaktır. Kullanılacak olan suyun ihtiyacı aşmaması için önerilen önlemler arasında sulama yöntemlerini daha verimli hale getirmek, arz-talep dengesini iyi ayarlamak, kentsel tüketimde tasarrufa gitmek ve sanayi üretimi sürecinde kaynak verimli yöntemler kullanmak gibi çareler sıralanmıştır.



Grafik 2.8: Sulama İle Sağlanan Ortalama Verim Artış Oranları (%)

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).



Grafik 2.9: Sulama İle Sağlanan Üretim Değerleri Artışı (TL/da)

Kaynak: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/2020 (Çevrimiçi).

Kamu kesimi tarafından yayınlanan raporlar ve planlar su tüketimini azaltmak adına amaçlanan verim artışını sağlamak ve su kaynak verimliliğini arttırmak için Sektörel Su Tahsis ve Havza Yönetimi gibi planların uygulanmasına ciddi şekilde bel bağlamıştır. Fakat mevcut durumda uygulanması gereken bu planların tamamlanmamış olduğu görülmektedir. Özel kesimce hazırlanan rapor ve değerlendirmeler ise genellikle doğrudan kaynak verimliliği ve paydaşların bilinçlendirilmesi üzerinde durmuştur.

Türkiye’de kaynaklardan çekilen suyu tüm nüfusa kabaca oranladığımızda Tablo 2.12’de gösterilmiş olan değerlerle karşılaşılmaktadır. Bu tabloya göre Türkiye’nin kişi başına düşen su çekim değerleri 2016 ve 2018 yılları arasında toplamda artış göstermiştir. Bu artış Türkiye nüfusunun artmasına rağmen gerçekleşmiştir. Nüfus artış miktarı ile su çekim miktarları arasında oransal açıdan su çekimi aleyhine verilen açık Türkiye’nin su tüketimindeki artışın ne derece sürdürülebilir olduğu ile ilgili soruların üzerinde ciddi düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 2.12: Yıllara ve Sektörlere Göre Kişi Başına Düşen Günlük Su Çekimi

Kişi Başı Su Çekimi (lt/kişi/gün)							
2016				2018			
Kentsel Kullanım	Sanayi Kullanımı	Tarımsal Kullanım	Toplam	Kentsel Kullanım	Sanayi Kullanımı	Tarımsal Kullanım	Toplam
200,4	221,4	1478,2	1900	206,9	203,7	1555,9	1966,5

Kaynak: TÜİK ve DSI.

2.1.3. Türkiye’nin Su Ayak İzi

Su tüketiminin daha gerçekçi bir biçimde ölçülmesi amacıyla yeni bir yaklaşım olarak “su ayak izi” kavramı geliştirilmiştir. Bu kavram bir üretici veya tüketici olarak sadece doğrudan kullandığımız suyu değil üretim ve tüketim süreci

boyunca dolaylı olarak kullandığımız suları da içine alır. Su ayak izi yeşil, mavi ve gri su ayak izi olmak üzere üç farklı bileşenden oluşur. Buna göre¹⁵⁶;

- Mavi su ayak izi, bir ürünün tedarik zinciri boyunca mavi su kaynaklarının (yüzey ve yeraltı suyu) tüketimini ifade eder. "Tüketim", bir havza alanındaki mevcut yerüstü su kütlesinden su kaybını ifade eder. Kayıplar, su buharlaştığında, başka bir toplama alanına veya denize geri döndüğünde veya bir ürüne dahil edildiğinde meydana gelir.
- Yeşil su ayak izi, yeşil su kaynaklarının tüketimini ifade eder (akıp giderek yeraltı sularına karışmadığı sürece yağmur suyu).
- Gri su ayak izi kirliliği ifade eder ve doğal arka plan konsantrasyonları ve mevcut ortam suyu kalite standartları göz önüne alındığında kirletici yükünü bertaraf etmek için gereken tatlı su hacmi olarak tanımlanır.

Su ayak izinin değerlendirilmesinde Türkiye’de üretimde, tüketimde, ithalatta ve ihracatta yer alan toplam su miktarı olarak dört ayrı başlık altında incelenmiştir. Su ayak izinin oluşturulması için ülkede kullanılan su miktarlarına mavi, yeşil ve gri suların tamamı dahil edilmiştir.

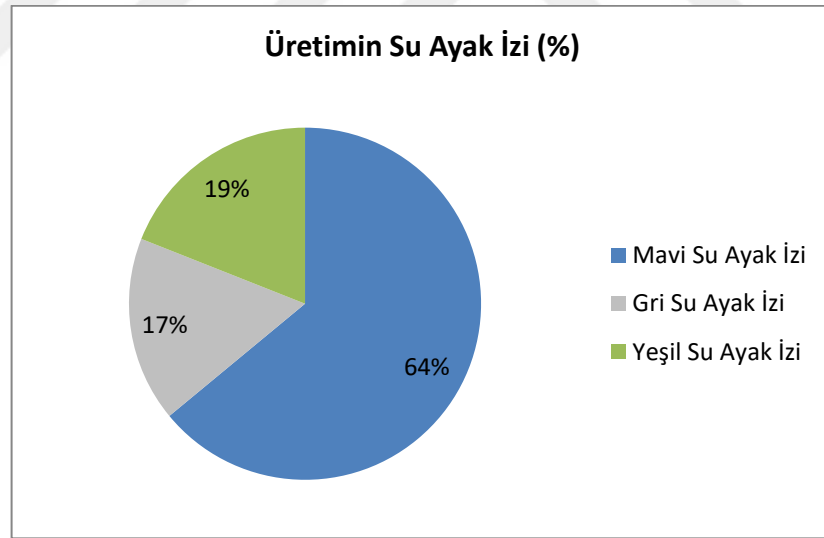
Tablo 2.13: Su Ayak İzinin İncelendiği Başlıklar

Üretimin su ayak izi	Bir ülke içerisinde üretilen tüm ürünler için gereken toplam su (yeşil, mavi ve gri) miktarıdır.
İhracatın su ayak izi (Sanal su ihracatı)	Bir ülkenin ihraç ettiği mal ve hizmetlerin üretimi için gereken toplam su (yeşil, mavi ve gri) miktarıdır.
İthalatın su ayak izi (Sanal su ithalatı)	Bir ülkenin ithal ettiği mal ve hizmetlerin üretimi için gereken toplam su (yeşil, mavi ve gri) miktarıdır.
Tüketimin su ayak izi	Ülke içerisinde tüketilen mal ve hizmetlerin üretimi için kullanılan toplam su (yeşil, mavi ve gri) miktarıdır.

Kaynak: Guy Pegram, v.d., **Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu**, 2014, s.16.

¹⁵⁶ Mesfin M. Mekonnen, ve Arjen Y. Hoekstra, **The Green, Blue and Grey Water Footprint of Farm Animals and Animal Products**, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010, s.9.

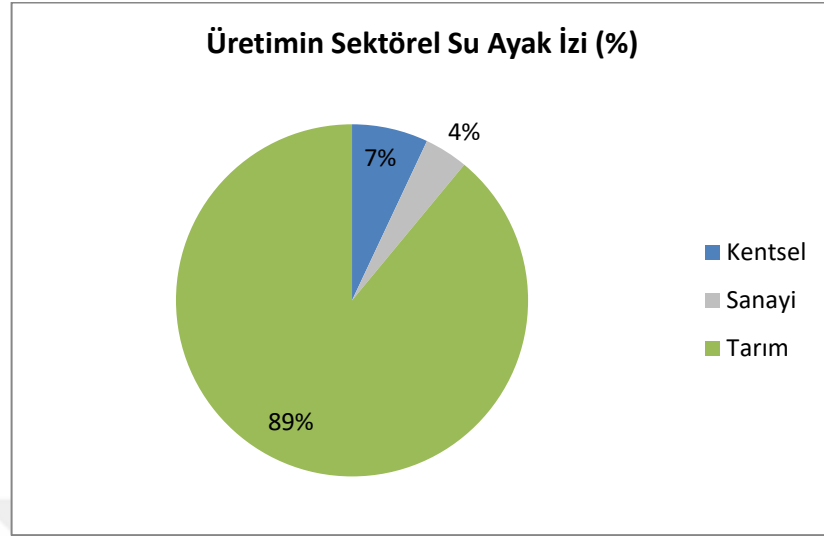
Ülke içinde üretilen tüm ürünler için gerekli olan su miktarının tamamına üretimin su ayak izi denir. Türkiye'deki üretimin su ayak izi yıllık olarak yaklaşık 139,6 milyar m³'e denk gelmektedir. Üretimin ayak izinin %64'ü yeşil, %19'u mavi ve geriye kalan %17'si ise gri su ayak izinden oluşur. Türkiye'de üretimin su ayak izi sektörler göre bölündüğünde tüm su kullanımının %89'u tarımda, %4'ü sanayide ve %7'si ise kentsel amaçlı kullanılmaktadır. Tarımsal su ayak izi ise kendi içinde %92 bitkisel üretimin, %8'i ise otlatma olarak ayrılmaktadır. Bitkisel üretimde su ayak izinin %66'sından fazlası yeşil, %20'sini mavi, %14'ünü ise gri su ayak izi oluşturur. Kentsel amaçlı kullanılan su ayak izinin %13'ü mavi, %87'si gri su ayak izidir. Sanayide su ayak izinde ise mavi su ayak izi oranı %8 iken gri su ayak izinin oranı %92'dir.¹⁵⁷ Buna göre miktar olarak Türkiye'nin yeşil su ayak izi 89,344 milyar m³, mavi su ayak izi 26,524 milyar m³ ve gri su ayak izi 23,732 milyar m³ şeklinde olmaktadır. Yıllık sektörel su ayak izi miktar olarak tarımsal su ayak izi 124,244 milyar m³ (114,30448 milyar m³ bitkisel, 9,93942 milyar m³ otlatma), kentsel su ayak izi 9,772 milyar m³ ve 5,584 milyar m³ sanayi su ayak izi olarak görünmektedir.



Grafik 2.10: Türkiye'de Üretimin Su Ayak İzi

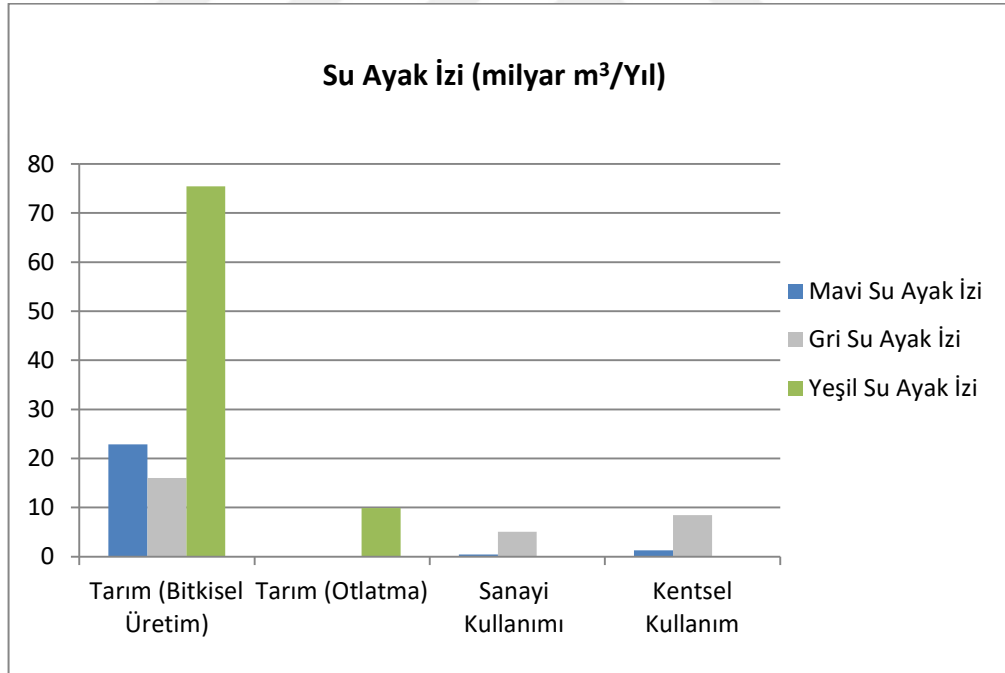
Kaynak: Guy Pegram, v.d., **Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu**, 2014, s.20.

¹⁵⁷ Guy Pegram, v.d., **Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu**, WWF-Türkiye ve Pegasys Strategy and Development, İstanbul, 2014, ss.20-27.



Grafik 2.11: Sektörlere Göre Üretimin Ayak İzi

Kaynak: Guy Pegram, v.d., **Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu**, 2014, s.20.



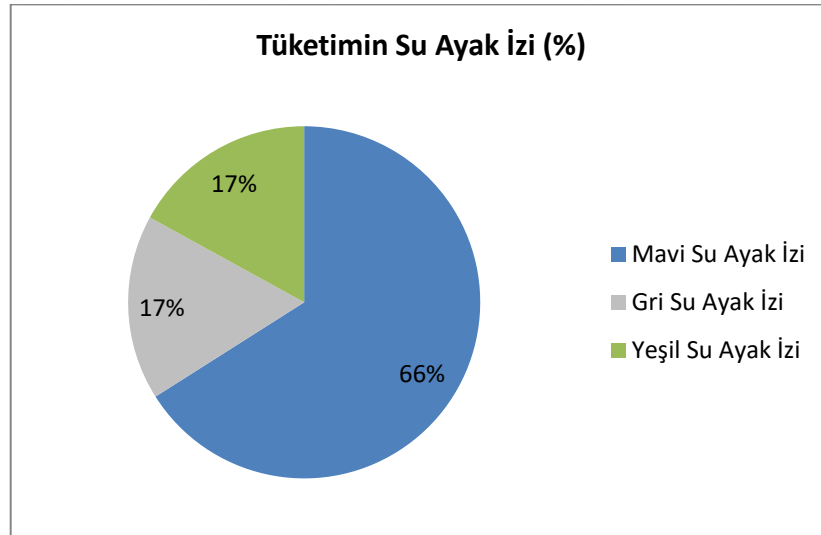
Grafik 2.12: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Türkiye'de Üretimin Su Ayak İzi

Kaynak: Emine Su Turan, **Türkiye'nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi**, 2017, s.57.

Türkiye'de tarımsal üretim sürecinde bitkisel üretim dalında her üç tip su ayak izi yer alsa da yeşil ve mavi su ayak izi ön ağırlıklı konumdadır. Bitkisel üretim özellikle yeşil suya bağımlı iken tarımsal üretimin otlatma dalında üretimin ayak izi

neredeyse tamamen yeşildir. Bu da Türk tarımının büyük ölçüde yağışlara bağımlılığını ve kuraklık karşısında oldukça kırılgan olduğunu göstermektedir. Kentsel kullanım ve sanayi kullanımı alanlarında üretimin su ayak izinde yeşil su ayak izi yoktur. Bunun yerini ağırlıklı olarak gri sular almıştır. Gri sular su kaynakları üzerinde miktar bakımından bir baskı oluşturmazsa da su kalitesi bakımından su kaynaklarını etkilemektedir. Bu bağlamda Türkiye’de gelecekte artan nüfus ve sanayi üretimi dikkate alınacak olursa su kaynakları üzerinde kalite bakımından baskı oluşacağı söylenebilir.¹⁵⁸

Ülke içinde üretilen hizmetlerin ve tüketilen malların tümü için gerekli olan tatlı su miktarının tamamına tüketimin su ayak izi denir. Türkiye’deki tüketimin su ayak izi yıllık olarak yaklaşık 140,2 milyar m³e denk gelmektedir. Tüketimin ayak izinin %66’ü yeşil, %17’u mavi ve geriye kalan %17’si ise gri su ayak izinden oluşur. Türkiye’de tüketimin su ayak izi sektörlere göre bölündüğünde tüm su kullanımının %89’u tarımda, %6’sı sanayide ve %5’i ise kentsel amaçlı kullanılmaktadır. Tüketimin su ayak izinde tarımsal üretimin payı kendi içinde %92 bitkisel üretimin, %8’i ise otlatma olarak ayrılmaktadır.¹⁵⁹

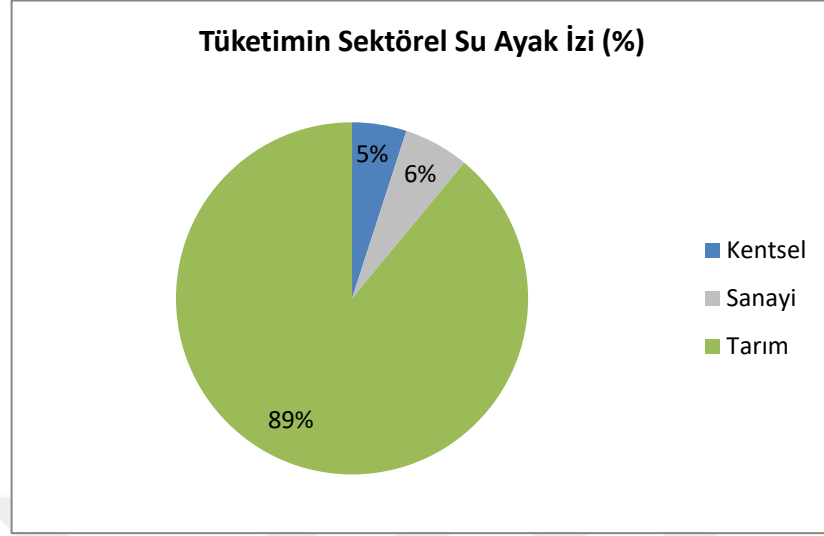


Grafik 2.13: Türkiye’de Tüketimin Su Ayak İzi

Kaynak: Guy Pegram, v.d., **a.g.e.**, 2014, s.30.

¹⁵⁸ Guy Pegram, v.d., **a.g.e.**, 2014, ss.21-27.

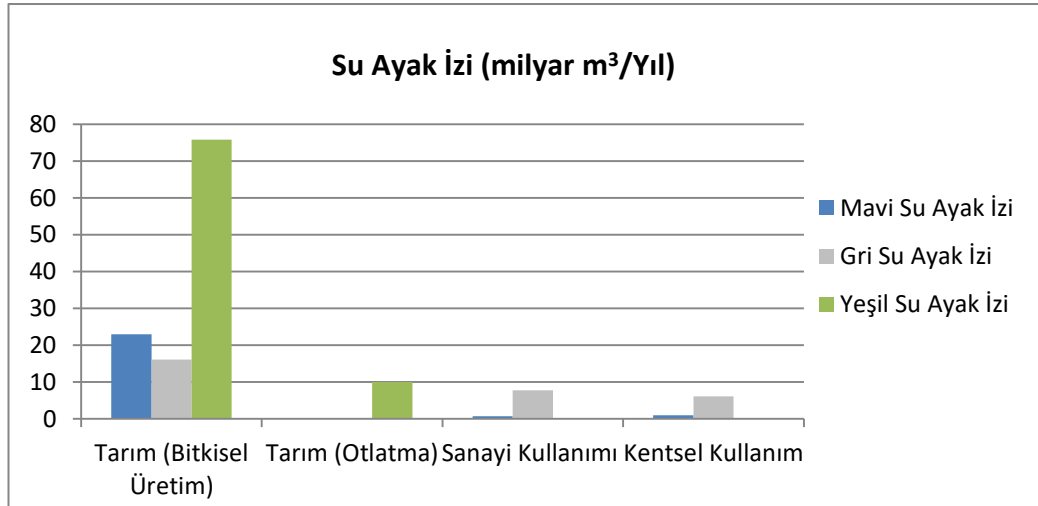
¹⁵⁹ Emine Su Turan, “Türkiye’nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi”, **Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi**, 74(EK-1), Ankara, 2017, (ss.55 – 62), s.58.



Grafik 2.14: Sektörlere Göre Tüketimin Ayak İzi

Kaynak: Guy Pegram, v.d., a.g.e., 2014, s.30.

Türkiye’de tüketimin miktar olarak yeşil su ayak izi 92,532 milyar m³, mavi su ayak izi 23,834 milyar m³ ve gri su ayak izi 23,834 milyar m³ şeklinde olmaktadır. Yıllık sektörel su ayak izi miktar olarak tarımsal su ayak izi 124,778 milyar m³ (114,89576 milyar m³ bitkisel, 9,982224 milyar m³ otlatma), kentsel su ayak izi 7,01 milyar m³ ve 8,412 milyar m³ sanayi su ayak izi olarak görünmektedir.



Grafik 2.15: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Türkiye’de Tüketimin Su Ayak İzi

Kaynak: Emine Su Turan, a.g.e., 2017, s.58.

Türkiye’de kişi başına düşen tüketimin su ayak izi 1996-2005 yılları arası için 1642 m³/yıl olmuştur. Aynı dönem için dünya ortalaması ise 1385 m³/yıl’dır. Türkiye tüketimin su ayak izi konusunda dünya ortalamasının %20 üzerinde seyretmiştir. Türkiye için belirlenen oranın 2006-2011 yılları için tekrar hesaplandığında 1977 m³/yıl’a yükseldiği görülmüştür. Bu çerçeveden bakıldığında Türkiye’de bir kişinin doğrudan ve dolaylı olarak günlük tükettiği miktarı yaklaşık 5415 litreye karşılık gelmektedir. Bu sayı TÜİK’in bir kişinin kentsel kullanım amaçlı olarak bir günlük doğrudan kullandığı su miktarı olan 214 litrenin çok üzerindedir.¹⁶⁰

İç su ayak izi 121 milyar m ³	+	Dış su ayak izi 19 milyar m ³	=	Tüketimin su ayak izi -140 milyar m ³
+		+		+
İhracat için kullanılan su 18 milyar m ³	+	İhracat amacıyla ithal edilen sanal su 5 milyar m ³	=	İhracatın su ayak izi -23 milyar m ³
=		=		=
Üretimin su ayak izi 139 milyar m ³	+	İthalatın su ayak izi 24 milyar m ³	=	Sanal su bütçesi dengede -163 +163=0

Şekil 2.7: Türkiye’nin Su Ayak İzi ve Sanal Su Dengesi

Kaynak: Guy Pegram, v.d., a.g.e., 2014, s.17.

Türkiye su ayak izi bütçesi bağlamında değerlendirilecek olursa ortaya denk bir tablo çıkmaktadır. Türkiye’nin su ayak izi bütçe değerleri yaklaşık olarak verilen yıllık değerlere göre, iç su ayak izi 121 milyar m³, dış su ayak izi 19 milyar m³, tüketimin su ayak izi 140 milyar m³, ihracat için kullanılan su 18 milyar m³, ihracat amacıyla ithal edilen sanal su 5 milyar m³, ihracatın su ayak izi 23 milyar m³, üretimin su ayak izi 139 milyar m³, ithalatın su ayak izi 24 milyar m³ olarak

¹⁶⁰ Guy Pegram, v.d., a.g.e., 2014, ss.32-33.

yansımıştır. Buna göre 2014 yılı için yapılmış olan su ayak izi raporunda sanal su bütçesi dengede görünmektedir.

2.2. Almanya’da Su Kaynakları ve Su Kullanımı

Federal Almanya Cumhuriyeti genel bağlamda Avrupa’nın merkezinde yer alan bir coğrafi konuma ve yüksek sanayileşme düzeyine sahiptir. 357.386 km²’lik yüz ölçümü ve 83,02 milyonluk nüfusu ile yüksek nüfus yoğunluğu gösterir. Kuzeyinde Kuzey Denizi, Baltık Denizi ve Danimarka bulunur. Batısında Fransa, Hollanda, Belçika yer alırken güneyinde Avusturya ve İsviçre, doğusunda ise Polonya ile Çekya bulunur. Almanya’nın iklimsel durumu sayesinde su miktarı ile ilgili sorunları nadiren yaşamaktadır. Almanya bir AB üyesi ülke olduğundan AB Çevre Hukuku ile bağlıdır. Buna göre su kaynaklarının yönetimi konusunda sürdürülebilir ve bütünsel bir yönetim anlayışını benimsemiş olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Almanya yer şekilleri bakımından çeşitli arazi yapılarını barındıran bir ülkedir. Alçak ve yüksek dağ sıraları, yüksek araziler, teras kırları, tepelik bölgeler ve göller ile geniş, açık ovalarla iç içe geçmiştir. İklim yapısına bakılacak olursa Almanya, Atlantik Okyanusu ile Doğu’daki karasal iklim arasındaki orta derecede serin batı rüzgar bölgesinde yer almaktadır. Sıcaklıktaki keskin değişiklikler nadirdir. Yıl boyunca yağış vardır. Kış aylarında ortalama sıcaklık ova kesimlerde 1.5 ° C ile dağlarda -6 ° C arasındadır. Yılın en sıcak ayı olan Temmuz’da sıcaklıklar, alçak bölgelerde 18 ° C ile güneydeki korunaklı vadilerde 20 ° C arasındadır. İstisnalar, son derece ılıman iklimi ile Yukarı Ren Çukuru, güneyden düzenli olarak meydana gelen ılık Alp rüzgarı (Föhn) ile Yukarı Bavyera yer alır. Buna ek olarak soğuk rüzgarlar, serin yazlar ve kışın yoğun kar yağışı ile kendine ait bir iklim bölgesi olan Harz Dağları bulunur.¹⁶¹

Almanya iklimsel durumu nedeniyle su kaynakları konusundan miktar bağlamında sıkıntı yaşamamasına rağmen yüksek endüstriyel kullanıma sahip yoğun nüfusu ve gelişmiş sanayisi ile su kaynakları üzerinde su kalitesini sağlama yönünden yürüttüğü çalışmalar su kaynakları yönetimi alanındaki çabalarının

¹⁶¹Ruger Winnegge ve Thomas Maurer, **Water Resources Management Country Profile Germany**, Report No. 27, Global Runoff Data Centre (GRDC) Federal Institute of Hydrology (BfG), Koblenz, 2002, s.5.

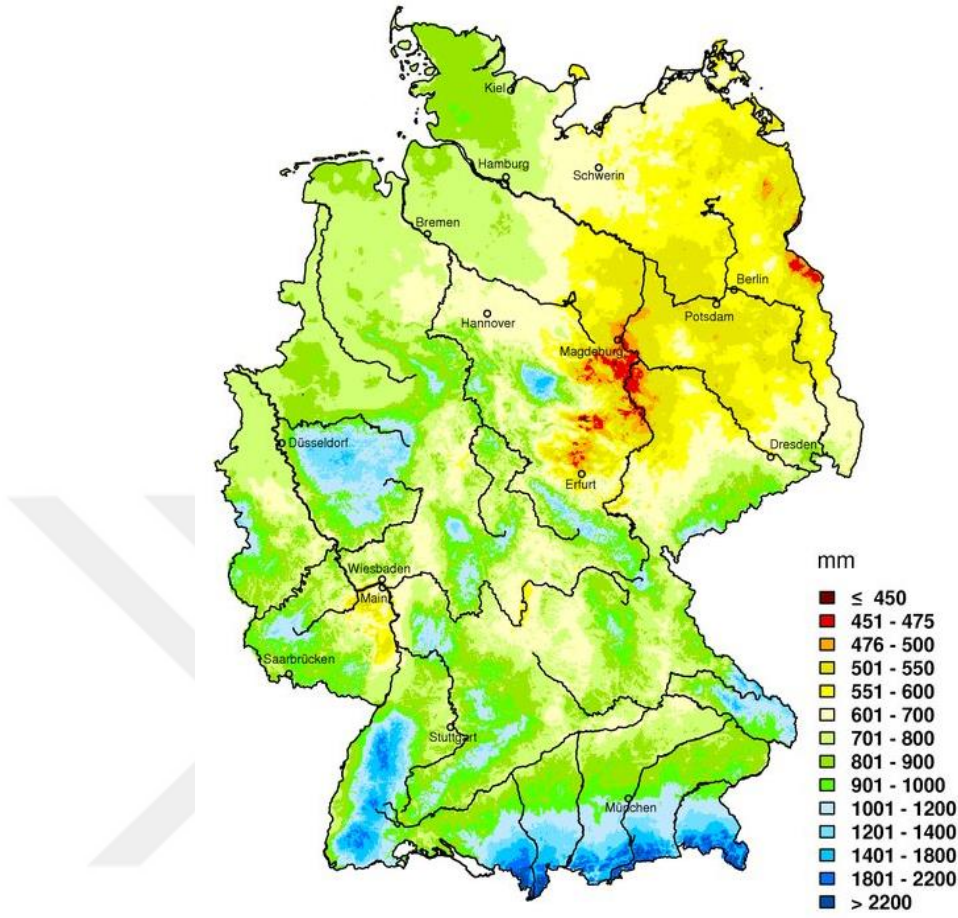
çoğunu oluşturur. Bu çabalara geçmişte yaşanan savaş sonrası yeniden yapılan hareketinde gelişen sanayi faaliyetlerine su kaynaklarının korunması eylemlerinin ayak uyduramamasıyla 1960'lı yıllarda ve 70'li yılların başında su kirliliği endişe verici seviyelere ulaşmıştır. Bu duruma 90'ların başında daha az gelişmiş olan Doğu Almanya'nın Batı ile birleşmesi de eklenince ulusal ve bölgesel yetkililer, su kalitesini hızlı ve sürdürülebilir bir şekilde iyileştiren bir dizi önlem almak zorunda kalmışlardır. Bugün Federal sistemle yönetilen Almanya'da Federal hükümetin, eyalet hükümetlerinin ve belediyelerin su kaynaklarının yönetimi konusunda iki temel görevi bulunmaktadır. Bunlar doğal dengenin bir bileşeni olarak suları korumak için önlemler almak (bu madde bağlamına iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin sınırlandırılmasına yönelik yapılan çalışmalar da eklenmiştir) ve kamusal su temini ile kamusal atık su bertarafını garanti etmek olarak belirlenmiştir.¹⁶²

2.2.1. Almanya'da Kullanılabilir Su Kaynakları

Almanya, yılın her döneminde sık hava değişiklikleri ve yağışlarla şekillenen orta derecede nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Yıllık ortalama yağış 789 mm'dir. Yağış hacmi ve sıklığı Almanya içinde değişir ve mevsimler arasında dalgalanır. Yaylalarda ve dağlık bölgelerde ovalara göre daha fazla yağmur yağmaktadır. Kuzey Almanya Ovalarında, yıllık yağış ortalamaları 500 ila 700 mm arasında değişirken, Orta Alman Yaylaları yılda 700 mm ila 1500 mm alır ve Alpler'de yıllık yağış 2.000 mm'yi aşabilir. Ayrıca yağış batıdan doğuya düşme eğilimindedir. Bir bütün olarak Almanya genelinde, yaz mevsiminde, kış mevsimlerinden genellikle biraz daha nemli seyretmektedir. Ortalama olarak, yıllık yağışın % 57'si yazın, % 43'ü ise kışın düşmektedir.¹⁶³

¹⁶² Jens Arle, v.d., **Water Resource Management in Germany**, German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2018, s.15.

¹⁶³ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.23.



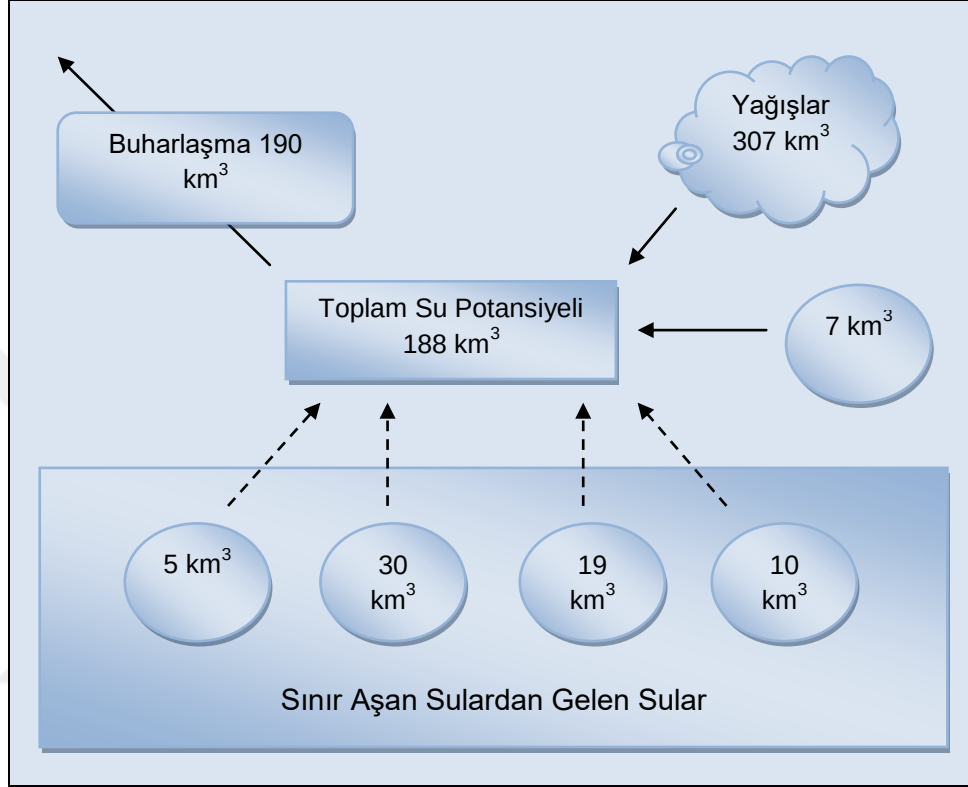
Şekil 2.8: Almanya Yağış Normalleri

Kaynak: <https://www.dwd.de/EN/ourservices/klimakartendeutschland/klimakartendeutschland.html?nn=519080> 10/02/21 (Çevrimiçi)

Almanya genel olarak su kaynakları bakımından zengin bir ülke olduğu kabul edilmektedir. Yıllık yaklaşık 188 milyar m³ su varlığına sahiptir. Bu miktar kişi başına yıllık 2292 m³ kullanılabilir suya karşılık gelmektedir.¹⁶⁴ Bu varlık Falkenmark göstergesine göre su baskısının olmadığını gösterir. Shiklomanov göstergesine göre yıllık kişi başına düşen su miktarı 2000 - 5000 m³ arasında seyrettiği için su varlığı bakımından “az” seviyesine tekabül etmektedir. Doğal su mevcudiyeti, bölgesel akış derinliğinden ve havza alanından gelen akıştan oluşmaktadır. Toplamda, yılda 117 km³ olan bölgesel akış derinliğine ek olarak, Ren, Elbe ve diğer nehirler yoluyla yaklaşık 71 km³ su girişi bulunmaktadır. Kuramsal olarak, Almanya'nın su varlığı

¹⁶⁴ Daniel Karthe, v.d., “Water Research in Germany: from the Reconstruction of the Roman Rhine to a risk Assessment for Aquatic Neophytes”, **Environment Earth Sciences**, 76:549, DOI 10.1007/s12665-017-6863-7, b.y., (ss.549-565), s.549.

yaklaşık olarak 188 km³'e denk gelmektedir. Fransa ve Lüksemburg'tan 5 km³, Avusturya, İsviçre ve Lihtenştayn'dan 30 km³, Avusturya'dan 19 km³ ve Çekya'dan 10 km³ su, Almanya'yı besleyen sınır aşan suların dağılımıdır.¹⁶⁵



Şekil 2.9: Almanya'nın Su Potansiyeli

Kaynak: <http://www.bmbf.wasserfluesse.de/#6> (Çevrimiçi).

Almanya su kaynakları potansiyeli bakımından incelendiğinde erişilebilir kaynakların büyük çoğunluğu sahip olunan su miktarından ziyade mevcut su kaynaklarının kalitesi üzerinde durmuştur. Bunun nedeninin ülkenin miktar bakımından yeterli kaynağa sahip olması fakat dünya savaşı yıllarında ve ardından gelen kalkınma döneminde sürdürülen yoğun sanayi üretimi su kaynaklarını miktar bakımından değil kalite bakımından ciddi baskı altına almış olmasıdır. Fakat bu çalışma su kaynaklarını miktar bakımından ele almayı amaçlamaktadır. Bu nedenle mevcut ve erişilebilir olan miktar verileri yüzey suyu ve yeraltı suyu olarak incelenecektir.

¹⁶⁵ <http://www.bmbf.wasserfluesse.de/#6> 12/02/21 (Çevrimiçi).

Tablo 2.14: Başlıca Nehir Havzalarının Değerleri

Havza Kodu	Nehrin Tüm Uzunluğu [km]	Yıllık Ortalama Akım [m ³ / s]	Ölçüm İstasyonu
DE1000	2857	1426	Achleiten
DE2000	1320	2382	Rees
DE3000	370	82	Versen
DE4000	432	332	Intschede
DE5000	1091	877	Cuxhaven
DE6000	850	558	Hohensaaten-Finow

Kaynak: <https://geoportal.bafg.de/dokumente/had/32Flussgebiete.pdf> 13/02/21 (Çevrimiçi).

Almanya'nın sahip olduğu nehir havzaları içerisinde taşıdığı su bakımından en yüksek paya sahip olan nehir 2382 m³ / s ile Ren nehridir. Ardından 1426 m³ / s debi ile Tuna nehri gelmektedir. Üçüncü sırada 877 m³ / s'lik akım ile Elbe nehri yer alır. Alman havzaları içerisinde ne düşük debiye sahip olan nehir Ems 82 m³ / s su taşımaktadır. Yapılan ölçümler Alman ulusal sınırları içerisindeki ölçüm istasyonlarında yapılmıştır. Tablo 2.14'te Nehirlerin taşıdıkları sular ve ölçümlerin yapıldığı istasyonlar belirtilmiştir.

Tablo 2.15: Yüzey Suları ve Boyutları

Havza Kodu	Akarsular		Göller/Göletler	
	Sayı	Ortalama Uzunluk (km)	Sayı	Ortalama Yüzölçümü (km ²)
DE1000	621	31	50	6
DE2000	2208	18	71	8
DE3000	502	11	6	2
DE4000	1380	12	27	3
DE5000	2773	12	359	3
DE6000	453	7	49	2
DE7000	227	7	1	1
DE9500	135	12	16	2
DE9610	274	7	51	3
DE9650	499	9	82	2
Toplam	9072	14	712	3

Kaynak: European Commission, a.g.e., 2012, s.16.

Almanya'nın içinde kalan on adet nehir havzası bölgesinde irili ufaklı birçok akarsu ve göl halinde yüzey suları dağılmış durumdadır. Bunlar Tablo 2.15'te belirtilmiştir. Sayıca en çok akarsuyu barındıran havza Elbe nehri havza bölgesidir. Elbe havzası 2773 adet akarsuyu içerisinde barındırır. Onun hemen arkasından 2208 adet akarsu ile Ren havzası gelmektedir. Weser havzası ise 1380 adet akarsuyla üçüncü sıırı alır. Akarsu sayısı bakımından en son sırada Eider nehir havzası gelmekte ve içinde 135 adet akarsu bulunmaktadır. Almanya tüm nehir havzalarında toplam olarak 9072 adet akarsuya sahiptir. Bu akarsuların ortalama uzunluğu ise 14 km'dır. Yüzey suları sınıfında olan göl/göletler bakımından değerlendirmek gerekirse Almanya, toplamda 712 adet yüzey su kütlesine sahiptir ve bunların ortalama yüzölçümü 3 km²'dir. Elbe havzası tıpkı akarsu sayısında olduğu gibi göl/gölet sayısı bakımından da 359 adet göletle birinci sıradadır. İkinci sırayı Warnow/Peene havzası 82 adet gölle alırken üçünü sırada 71 gölle Ren havzası yer almaktadır. Maas nehri havzası ise 1 adet gölle en son sıradadır.

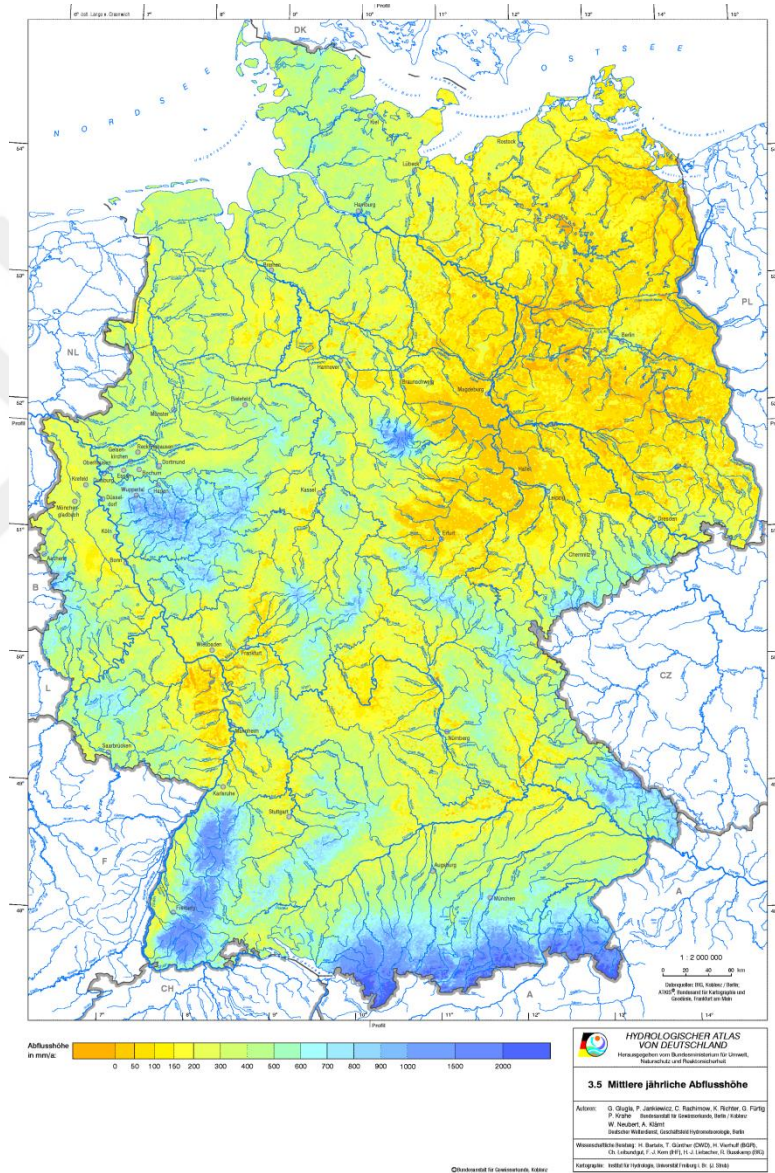
Tablo 2.16: Yeraltı Suları ve Boyutları

Havza Kodu	Yeraltı Suları	
	Sayı	Ortalama Yüzölçümü (km ²)
DE1000	46	1318
DE2000	399	264
DE3000	40	351
DE4000	144	328
DE5000	224	445
DE6000	23	412
DE7000	32	125
DE9500	23	227
DE9610	19	436
DE9650	39	359
Toplam	989	372

Kaynak: European Commission, **a.g.e.**, 2012, s.16.

Almanya'nın yeraltı su kütlelerinin toplam sayısı 989 olup çoğu üç büyük nehir havzası bölgesinde toplanmıştır. İçinde barındırdığı toplam 399 adet su kütlesiyle Ren havzası sayıca en çok yeraltı su kaynağına sahip havzadır. Ardından 224 adet su kütlesiyle Elbe nehir havzası ikinci sırada yer almaktadır. Üçünü sırada ise 144 adet yeraltı su kütlesiyle Weser nehir havzası gelir. Son sırada ise 19 adet kaynakla Schlei/Trave bulunurken diğer altı nehir havzası bölgesi ortalama olarak

yaklaşık 33'er adet yeraltı su kütlesine sahiptir. Yeraltı su kütlelerinin ortalama yüzölçümü 372 km²'dir. Fakat Tuna havza bölgesinde yer alan su kaynakları sayıca az olmasına rağmen kapladıkları alan bakımından 1318 km² ile Almanya ortalamasının çok üzerindedir. Tablo 2.16 yeraltı su kaynaklarının miktar olarak havzalara dağılımını göstermektedir.



Şekil 2.10: Almanya Yıllık Ortalama Yüzey Akışı Derinliği (1961-90)

Kaynak: Ruger Winnegge ve Thomas Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.12.

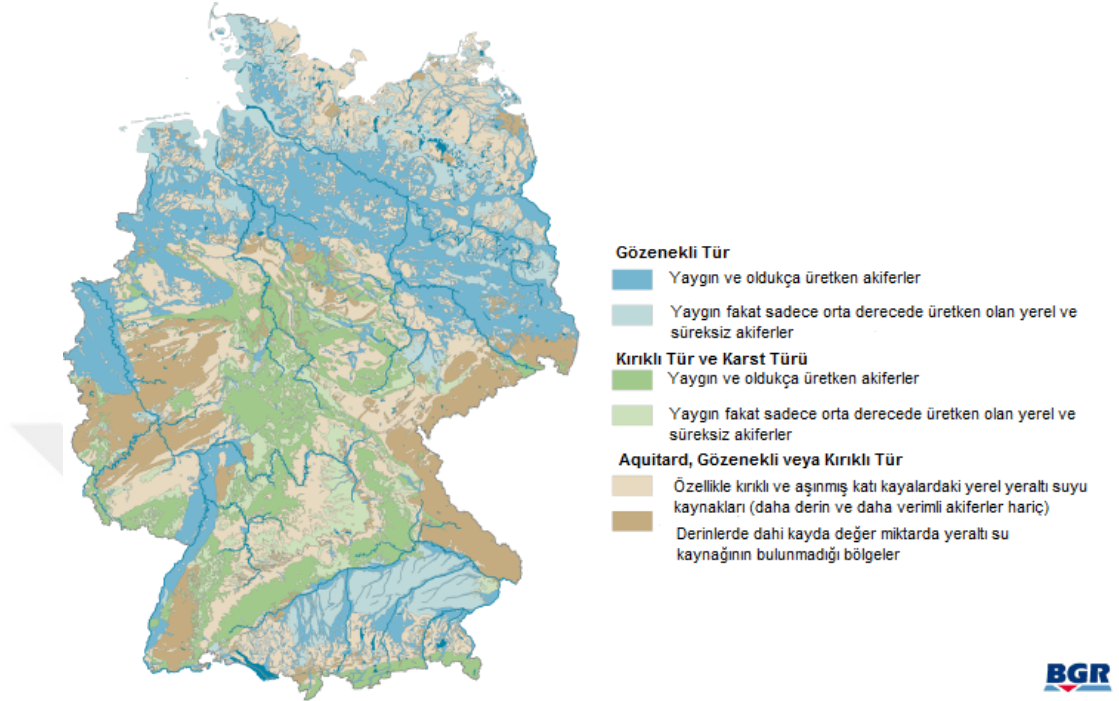
Şekil 2.10'da her biri 1 km²'yi temsil eden ızgara hücrelerindeki ortalama yıllık akış derinliğini gösterilmektedir. Değerler, kuzeydoğu Almanya'da 100

mm/yıl'ın altındayken Alpler'in daha yüksek bölgelerinde 2000 mm/yıl'ın üzerindedir. Gösterilen sınıf genişlikleri 200 mm / yıl altındaki değerler için 50 mm / yıl, 1000 mm / yıl'a kadar olan değerler için 100 mm / yıl ve 1000 mm / yıl üzerindeki sınıflar için 500 mm / yıl olarak belirtilmiştir.¹⁶⁶

Almanya'nın yıllık yeraltı suyu şarjının, ülkenin toplam alanına göre ortalama 16,2 mm'ye eşdeğer yani 48,2 km³ olduğu tahmin edilmektedir. Almanya'daki hidrojeolojik durum nedeniyle, yeraltı suyu oluşumu ülke genelinde değişiklik göstermektedir. Ülkenin yaklaşık % 49'u, kısmen yüksek verimle birlikte gözenekli akiferlere sahiptir. Yaklaşık % 12'si kırık akiferlerden, % 6'sından fazlası ise karstik akiferlerden oluşmaktadır. Ülkenin yaklaşık üçte biri ise düşük potansiyelli yerel akiferlere (aquitard) sahiptir. Yüksek verimli akiferin bulunduğu en büyük alan, esas olarak kalın kum ve çakıl katmanlarının birikmesine yol açan farklı buzul dönemlerinden gelen birikintilerden oluşan Kuzey Almanya Ovalarında yer almaktadır. Ayrıca, Yukarı Ren Grabeni ve Aşağı Ren Ovaları'nda kalın ve kısmen üst üste binmiş yüksek verimli gözenekli akiferler bulunmaktadır. Bunlar Almanya'daki en büyük yeraltı suyu oluşumlarından bazılarını temsil etmektedirler. Orta dağ sıralarında, özellikle Swabian ve Frankoniyen Jura ve Thüringen'de, Main nehri ile Kara Orman arasında, doğu Vestfalya'da yataklarda yerel öneme sahip yeraltı suyu kaynakları (karstik akiferleri) bulunmaktadır. Ren Slate Dağları, Harz, Thüringen ve Bavyera Ormanı, Erzgebirge ve Kara Orman gibi orta sıradağlar genellikle düşük verimli akiferlerle karakterize edilirler.¹⁶⁷

¹⁶⁶ R. Winnegge ve T. Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.8.

¹⁶⁷ https://www.deutscherohstoffagentur.de/EN/Themen/Wasser/grundwasser_deutschland_en.html 20/02/21 (Çevrimiçi).

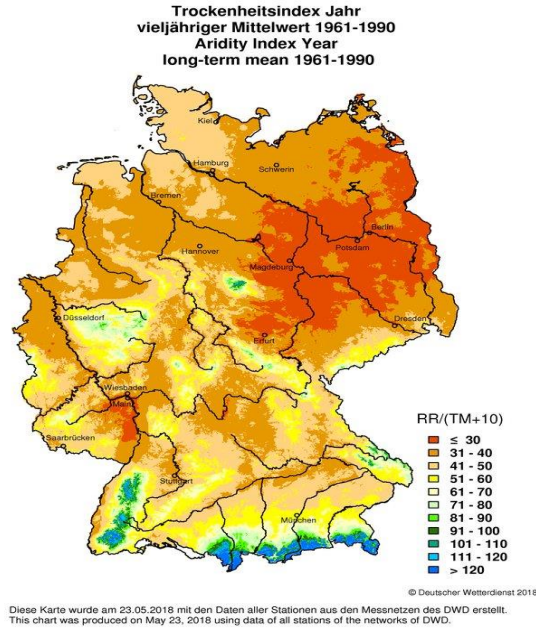


Şekil 2.11: Akifer Tipine, Kapsamına ve Verimliliğine Göre Yeraltı Suyu Kaynakları

Kaynak: https://www.deutscherohstoffagentur.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Had/Was_had_abb_hy1000_en.html?nn=1548270 20/02/20 (Çevrimiçi).

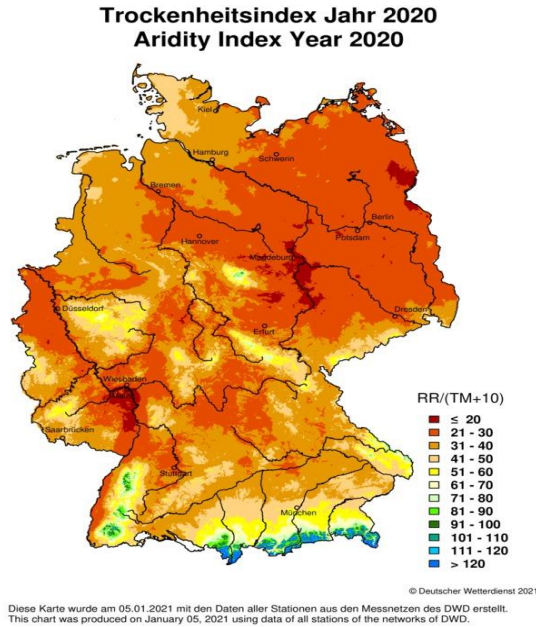
Su kaynaklarının beslenmesi açısından yağışların önemine yukarıda değinilmiştir. Bu bağlamda Almanya'nın aylık yağış, sıcaklık ve güneşlenme ortalaması verileri kullanılarak yapılmış olan kuraklık analizleri harita şeklinde Şekil 2.12'de ve 2.13'te gösterilmiştir. Şekil 2.12'deki değerler tıpkı akış derinliği haritasında olduğu gibi 1961-1990 dönemi ortalamasından sapmalarıdır. Bu otuz yıllık dönem, uluslararası alanda klimatolojik standart dönem olarak kabul edilmiştir. Şekil 2.13'te ise 2020 yılı ortalamasına göre yapılmış olan kuraklık analizi haritası verilmiştir.¹⁶⁸ Verilen haritalar 1990 yılı öncesi ortalama değerler ile 2020 yılı ortalama değerlerini karşılaştırabilmek açısından önemlidir. 1990 yılı öncesi değerler küresel ısınmanın olumsuz etkilerinden kaçınma konusunda hedef teşkil etmektedir.

¹⁶⁸ <https://www.dwd.de/EN/ourservices/klimakartendeutschland/klimakartendeutschland.html?nn=519080> 17/02/21 (Çevrimiçi).



Şekil 2.12: 1961-1990 Yılları Arası Almanya'nın Ortalama Kuraklık Haritası

Kaynak: <https://www.dwd.de/EN/ourservices/klimakartendeutschland/klimakartendeutschland.html?nn=519080> 17/02/21 (Çevrimiçi).



Şekil 2.13: 2020 Yılı Almanya'nın Ortalama Kuraklık Haritası

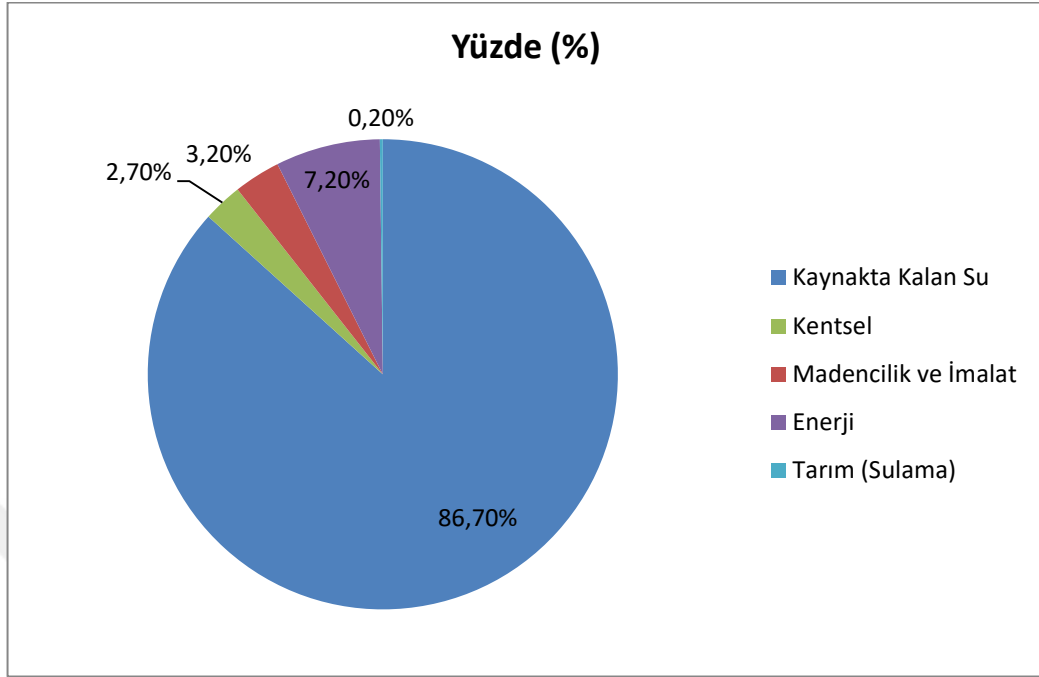
Kaynak: <https://www.dwd.de/EN/ourservices/klimakartendeutschland/klimakartendeutschland.html?nn=519080> 17/02/21 (Çevrimiçi).

Almanya'nın genel kuraklık haritalarına bakıldığında 1961-1990 referans değerlerine göre 2020 yılında genel kuraklık ortalamasında neredeyse tüm ülke için bir artış söz konusu olmuştur. Özellikle kuzeydoğu Almanya genel kuraklık indeksinde 2020 yılı için büyük artış tespit edilmiştir. En az kuraklık artışı ülkenin güney görülmekteyken güney sınır çizgisinde normale nazaran neredeyse bir değişiklik yoktur. Fakat meteorolojik olarak kuraklık endeksinde meydana gelmiş olan bu artışın kısa vadede Almanya'da hidrolojik kuraklığa sebep olabileceğini gösteren bir çalışmaya rastlanmadığı gibi Şekil 2.13'te verilmiş olan Avrupa'da su baskısını gösterir haritada Almanya'da ülke genelinde 2000 yılında mevcut olan orta dereceli su baskısının 2030 yılında azalacağı öngörülmüştür. Bu öngöründen anlaşılabileceği gibi son yıllarda Almanya'da meydana gelen meteorolojik kuraklıkla sınırlı olup hidrolojik bir su baskısına sebep olmayacağı anlaşılmaktadır.

2.2.2. Almanya'nın Su Kullanımı

Almanya sahip olduğu 188 milyar m³'lük potansiyel su kaynağından 2013 yılı için çekilen toplam su hacmi 25,1 milyar m³'tür. İstatistiksel olarak, su çekimi kentsel kullanım, madencilik ve imalat sanayi, enerji üretimi ve tarım olmak üzere toplamda dört sektörlere ayrılmıştır. Grafik 2.16'da gösterildiği gibi Almanya'da 2013 yılında sanayi, ticaret ve özel hane halklarını içeren kentsel kullanım toplam tatlı su kaynaklarının % 13,3'ünü kullanmıştır. En büyük su çekimi mevcut su kaynaklarının % 7,2'sine karşılık gelen 13,6 milyar m³'lük hacimle enerji tedarikçileri tarafından yapılmıştır. Evlere ve küçük işletmelere içme ve kullanma suyu sağlayan kentsel amaçlı kullanım için mevcut su kaynaklarının yalnızca % 2,7'si yani 5 milyar m³'üne karşılık gelen miktarı kullanılmıştır. Madencilik ve imalat sanayi 6,1 milyar m³ hacimle potansiyel kaynakların % 3,2'lik kısmına denk gelecek olan suyu kaynaklardan çekmiştir. Yaklaşık olarak 0,3 milyar m³'lük su çekimiyle toplam çekimdeki % 0,2'lik pay tarımsal sulamaya atfedilebilir. 0,02 milyar m³'ün altındaki hacmiyle diğer sektörler ise önemli ölçüde daha az su tüketmişlerdir.¹⁶⁹

¹⁶⁹ German Environment Agency (UBA), **Water Resource Management in Germany, Fundamental Data and Facts**, Dessau-Roßlau, 2017, s.1.

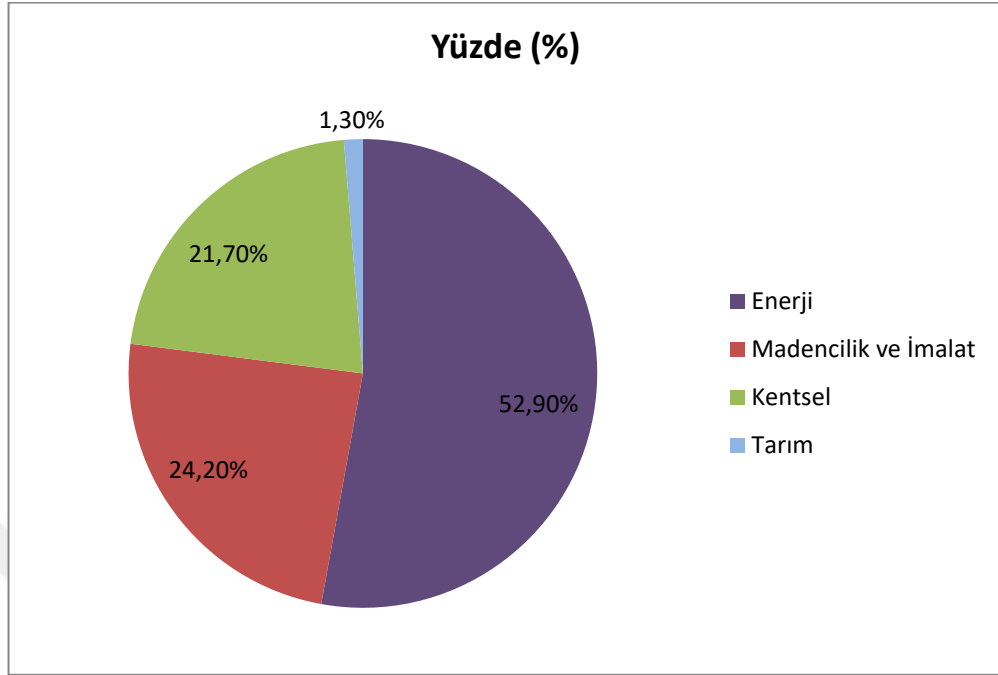


Grafik 2.16: Almanya'da Kullanılabilir Su Kaynakları ve Sektörel Su Çekimi (2013)

Kaynak: German Environment Agency (UBA), a.g.e., 2017, s.1.

Almanya'nın 2016 yılı için su çekimine bakılacak olursa toplamda 24 milyar m³'lük suyun kaynaktan çekildiği görülecektir. Çekilen miktarın % 21,7'si olan yaklaşık 5,2 milyar m³'ü kentsel kullanım, % 77,1'i sanayi sektörü (madencilik, imalat ve enerji temini) için alınmıştır. Enerji tedarikçileri toplam çekimin % 52,9'unu yani 12,7 milyar m³'ünü yaparak en büyük su kullanıcısı durumundadır. İkinci en büyük su kullanıcısı olarak, madencilik ve imalat sanayi ve endüstriyel amaçlar için yaklaşık 5,8 milyar m³ su çekerek toplam çekimin % 24,2'sini gerçekleştirmiştir. Almanya'da tarımsal sulama için yapılan su çekimi yaklaşık 0,3 milyar m³ ile %1,3'lük bir payla diğer sektörlerden çok daha düşüktür.¹⁷⁰ Grafik 2.17 Almanya'nın 2016 yılı için yaptığı toplam su çekiminin sektörlere göre dağılımını göstermektedir.

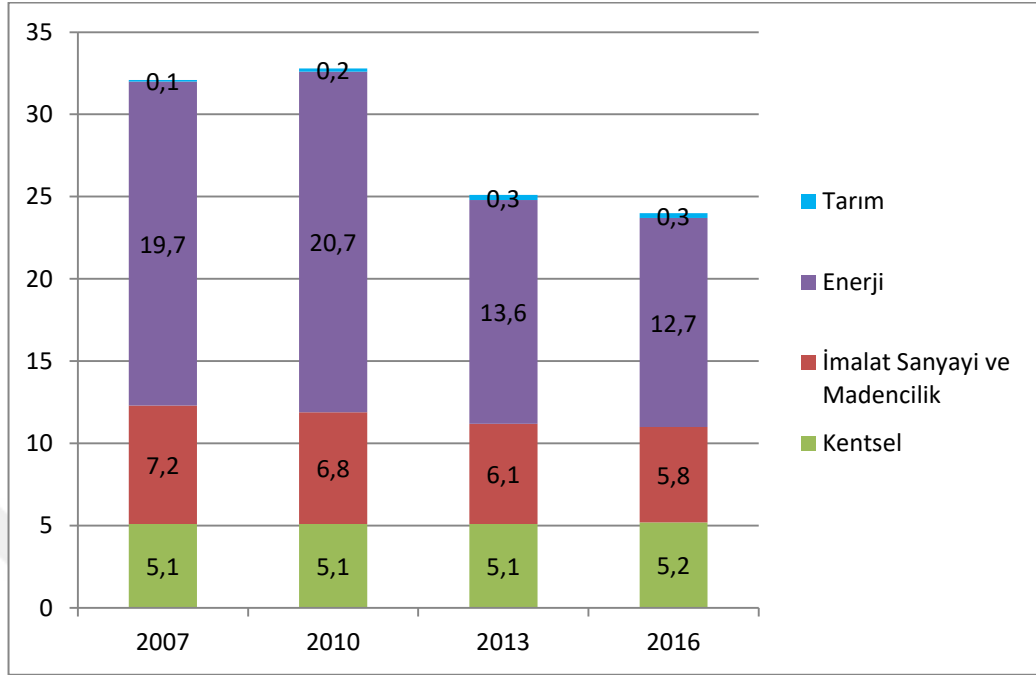
¹⁷⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage> 23/02/21 (Çevrimiçi).



Grafik 2.17: Almanya'da Sektörel Su Çekimi (2016)

Kaynak: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage> 23/02/21 (Çevrimiçi).

Almanya'nın kaynaklardan tatlı su çekimi 1991 yılından 2016 yılına kadar izlendiğinde genel bir düşüş eğiliminde olduğu göze çarpmaktadır. Grafik 2.18 Almanya'nın kullanılabilir su kaynaklarından çekmiş olduğu tatlı suyun 2007-2016 yılları arasındaki değişimi sektörler göre gösterilmiştir. Buna göre kentsel amaçlı kullanım için yapılan su çekiminde neredeyse değişiklik olmamışken imalat sanayi ve madencilik alanında sürekli bir düşüş seyretmiştir. Enerji üretimi amacıyla yapılan sanayi sektörüne ait su çekimi ise 2007 yılından 2010 yılına kadar bir miktar artış göstermişse de 2010 yılından itibaren düzenli bir azalma kaydetmiştir. Almanya'da belirtilen yıllar arasında tarımsal sulama amaçlı yapılan su çekimi 2007-2013 yılları arasında artış göstermiş fakat 2016 yılına kadar sabit kalmıştır. Tarımsal amaçlı su çekimi her ne kadar genel anlamda artış göstermiş olsa da ülkenin tarımsal su çekimi hep düşük kalmıştır.



Grafik 2.18: Almanya’da Yıllara Göre Sektörel Tatlı Su Çekimi (milyar m³/yıl)

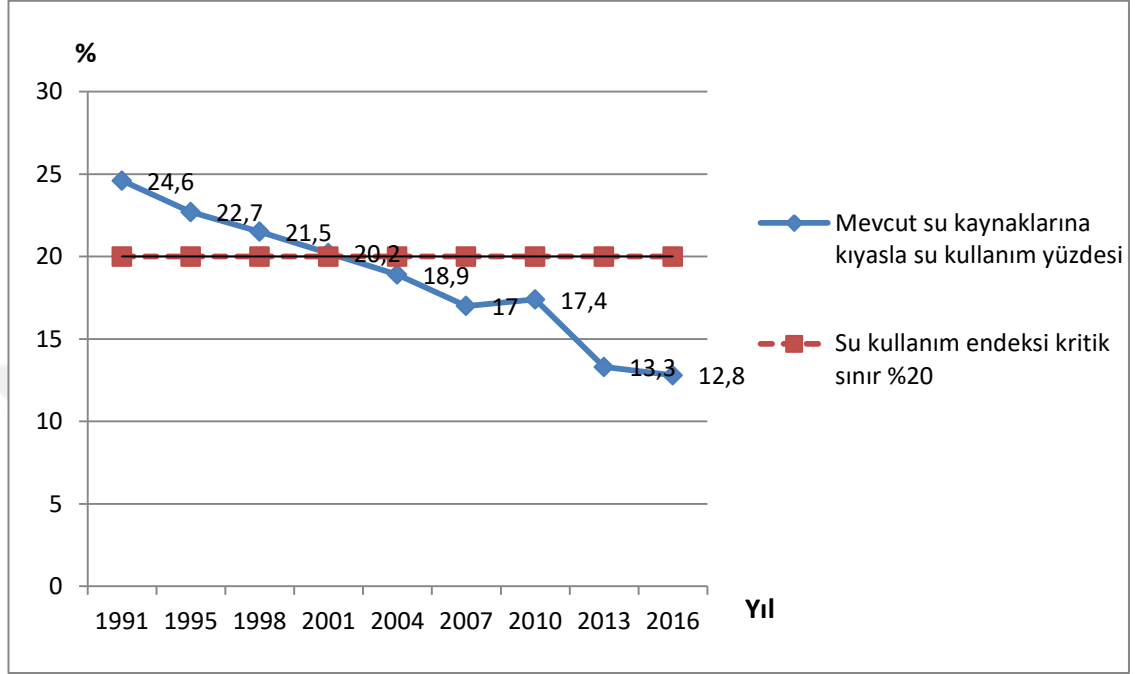
Kaynak: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#die-wassernutzer> 24/02/21 (Çevrimiçi).

Almanya’da su kullanımı 1991’den bu yana genel olarak düşme eğilimindedir. Grafik 2.19’a bakıldığında belirtilen düşüş gözlemlenebilir. Grafik özünde Alman makamları tarafından ülke genelinde su kullanım endeksini göstermek için hazırlanmıştır. Buna göre su baskısı sınırı %20 olarak çizilmiş ve Almanya’nın su kullanımının kaynakların %20’sini aşıp aşmadığına bakılarak ülkede su baskının olup olmadığına karar verilmiştir. Su kullanım endeksi, incelenen yılın toplam su kullanımının (tarımsal sulama 2007 yılından sonra dahil edilmiştir) Almanya’daki 188 milyar m³’lük uzun vadeli su varlığına oranından oluşmaktadır. Almanya’da su kullanım endeksi 2004’ten beri % 20’nin altında bulunmaktadır. 2010 ile 2013 arasında değer % 17,4’ten % 13,3’e düşerek önemli ölçüde bir azalış göstermiştir. 2016 yılına gelindiğinde ise endeks %12,8’e gerileyerek düşüş eğilimi devam etmiştir. Bu nedenle şu anda Almanya’nın su kullanım endeksi kritik su kullanım eşiğinin oldukça altındadır.¹⁷¹

Almanya’nın kentsel su kullanımına dair bilgi edinebilmek adına 2016 yılı belediye su istatistikleri Tablo 2.17’te verilmiştir. Buna göre kentsel kullanım için

¹⁷¹ J. Arle, v.d., a.g.e., 2018, s.49.

kaynaktan yapılan su sekimi yaklaşık olarak 5,2 milyar m³tür ve bunun 4,6 milyar m³ü nihai tüketiciye ulaşmaktadır.



Grafik 2.19: Almanya'da Su Kullanım Endeksi

Kaynak: J. Arle, v.d., a.g.e., s.49.

Ülkede yaşayan nüfusun yaklaşık %99,4'ü içme ve kullanma suyuna kentsel su ağı üzerinden erişim sağlayabilmektedir. Kişi başına düşen günlük su miktarı 123 litredir. Kentsel amaçlı olarak kullanılan su için iki kişilik bir ailenin ortalama harcama tutarı 2010 yılı verilerine göre yıllık 206 Avro'dur. Kentsel su arzını sağlayabilmek adına yapılmış olan yatırım tutarı yaklaşık olarak 2,2 milyon Avro'dur ve Alman kentsel su arzı sektöründe yaklaşık 60.000 kişi istihdam edilmiştir.¹⁷²

¹⁷² Bernd Kirschbaum ve Simone Richter, **Water Management in Germany Water Supply – Waste Water Disposal**, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2014, s.1.

Tablo 2.17: Almanya Belediye Su Göstergeleri

2016 Yılı	
Kaynaktan su çekme özelliğine sahip su sağlayıcı sayısı	4 414
Su çekim tesisi sayısı	16 061
Kaynaktan çekilen su hacmi (bin m ³ /yıl)	5 204 238
Toplam Nüfus	82 351 735
Kent içi su şebekesine bağlantısı olan nüfus	81 842 807
Nihai tüketicilere dağıtılan su miktarı (bin m ³ /yıl)	4 622 062
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m ³ /yıl)	645 391
Evlere ve küçük işletmelere dağıtılan su miktarı (bin m ³ /yıl)	3 675 532
Hane halkına ve küçük işletmelere düşen su miktarı (gün/kişi/lt)	123

Kaynak: Statistisches Bundesamt.

Tablo 2.18: Çekildiği Kaynağa Göre Kentsel Kullanım Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016)

Kaynak Türü	Yüzde	Miktar (bin m ³ /yıl)
Yeraltı Suları	% 61,2	3 185 339
Yüzey Suları		
Kaynak suları	% 7,9	412 870
İşlenerek iyileştirilmiş yeraltı suları	% 9,3	900 411
Kıyı arıtma tesislerinde işlenmiş sular	% 8	
Göller ve barajlar	% 12,3	705 618
Akarsular	% 1,2	
Toplam	% 99,9	5 204 238

Kaynak: Statistisches Bundesamt.

Almanya'daki su tedarik şirketleri yaklaşık 5,2 milyar m³ suyu 2016 yılında kentsel su temini için kaynaklardan çekmiştir. Bunun 3,7 milyar m³'ünün biraz altında olan miktarda su hanelere ve küçük işletmelere dağıtılmıştır. Ticari unvana sahip olan ve diğer türdeki müşterilere 0,9 milyar m³ içme ve kullanma suyu tedarik edilmiştir. Tablo 2.18'te görülebileceği üzere çekilen suyun %61,2'lik oranla çoğu yeraltı suyu kaynaklarından elde edilmiştir. Yeraltı suyu oranı kentsel su tahsisinde on sekiz yıldır oldukça sabit bir seyir izlemiştir. 1998 ve 2004 yıllarında % 65'lik bir paya sahipken bu pay 2013 yılına gelindiğinde % 61'e inmiştir. Kentsel kullanım için çekilen suyun geriye kalan % 38,8'lik kısmı ise yüzey suyu kaynaklarından sağlanmıştır. Bunlar arasında göl ve baraj suyu % 12,3, işlenmiş yeraltı suyu % 9,3, kaynak suları % 7,9 ve kıyı arıtma tesislerinde işlenen sular % 8'lük oranlarla yer bulmuştur. Yaklaşık % 1,2'lik bir payla akarsular kentsel su amaçlı su çekiminde son sırada yer almıştır. Aynı yıl içinde kentsel su arzı için çekim yapılan su kaynakları bölgeden bölgeye büyük farklılıklar göstermiştir. Bremen, Hamburg ve Schleswig-Holstein'da, kentsel su kaynağının tamamı yeraltı suyuna dayandırılmıştır. Saksonya'da ise özellikle göl ve barajlardan gelen yüzey suyu, çekilen suyun % 78'ini oluşturmuştur. Berlin'de ise bu oran % 71 ile yüzey sularına ait olmuştur. Bu oranın % 57'si kıyı arıtma tesislerinde işlenen sulardan ve % 14'ü ise işlenerek iyileştirilen yeraltı suyundan elde edilmiştir. Berlin'de kentsel kullanım için saf yeraltı suyundan yapılan çekim ise % 29'luk bir paya sahip olmuştur.¹⁷³

Almanya'nın tüm sektörler için kullanmış olduğu atık suya dair 2010 yılı verileri incelendiğinde ülke genelinde yaklaşık 10 000 adet atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerde arıtılmış olan atık su hacmi 10 milyar m³'ten fazladır. Bu miktarın yaklaşık olarak 5,2 milyar m³'ü atık sulardan oluşmaktadır. 4,9 milyar m³'lük kısmını yağmur suları ve kanalizasyon infiltrasyon suları oluşturmaktadır. Ülkede var olan kentsel kanalizasyon şebekesinin uzunluğu yaklaşık 540 000 km iken yağmur suyu deşarj sistemleri ise yaklaşık olarak 66 000 km'yi bulmaktadır. Atık suların bertarafı için İki kişilik bir aileye düşen ortalama yıllık harcama miktarı 243 Avro tutmaktadır. Atı su altyapı sistemlerinin idamesi için yapılmış olan

¹⁷³ https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18_451_322.html 27/02/21 (Çevrimiçi).

yatırımlar ise 4,4 milyar Avro'ya karşılık gelmektedir. Sektörde istihdam edilmiş olan çalışan sayısı ise yaklaşık 40 000'dir.¹⁷⁴

Tablo 2.19: 2016 Yılı Sektörel Atıksu Göstergeleri (bin m³)

Sektör	Tahliye edilen atıksuyun ve kullanılmayan suyun toplamı	Tahliye edilmiş olan atıksuyun türü		
		Aritılmış atıksu	Aritılmamış atıksu	Kullanılmamış su
Toplam	27 472 919	10 477 928	15 769 364	1 225 627
Bertaraf edilen kentsel atıksu	9 597 444	9 597 444	-	-
Diğer sektörlere ait olup bertaraf edilen atıksu (*)	17 875 475	880 484	15 769 364	1 225 627
<i>Madencilik</i>	1 195 660	47 839	199 979	947 842
<i>İmalat</i>	4 197 597	638 545	3 431 329	127 723
<i>Enerji</i>	12 178 669	168 180	11 954 365	56 125
*2013 yılına ait veridir.				

Kaynak: Statistisches Bundesamt.

Almanya'da tarımsal sulama amaçlı tatlı su kullanımı oldukça düşüktür. 2007 yılı için bu miktar 0,1 milyar m³ iken 2016 yılına gelindiğinde neredeyse ancak 0,3 milyar m³'e ulaşabilmiştir. Tablo 2.19 çekildiği kaynağa göre tarımsal su miktarını göstermektedir. Buna göre Almanya'da tarım sektöründe kullanılan suyun % 74,3'ü yeraltı sularından elde edilmektedir. Geriye kalan yaklaşık % 26'lık kısım ise yüzey sularından oluşmaktadır. Yüzey suları içerisinde en yüksek payı % 16,5 ile akarsular almaktadır. Ardından % 4,6'lık payla göller ve barajlardan elde edilen sular gelmektedir. Almanya'nın tarımsal etkinliğinde yaklaşık % 1,4'lük payla işlenmiş suların ve yağmur suyu toplama tesisleri gibi diğer kaynaklardan elde edilen suların

¹⁷⁴ B. Kirschbaum ve S. Richter, **a.g.e.**, 2014, s.1.

da kullanıldığı göze çarpmaktadır. Tatlı su kaynakları dışında kalan su kaynaklarından elde edilen suların oranı ise yok denecek kadar küçüktür.

Tablo 2.20: Çekildiği Kaynağa Göre Sulama Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016)

Kaynak Türü	Oranı	Miktar (bin m ³ /yıl)
Yeraltı Suları	% 74,3	222 675
Yüzey Suları		
Kaynak suları	% 1,93	5 807
İşlenerek iyileştirilmiş yeraltı suları	% 0,36	1 099
Kıyı arıtma tesislerinde işlenmiş sular	% 1,01	3 032
Göller ve barajlar	% 4,64	13 931
Akarsular	% 16,5	49 678
Denizler ve acı sular	%0,01	50
Diğer (Yağmur suyu yakalama vs.)	%1,12	3 371
Toplam	% 99,87	299 642

Kaynak: Statistisches Bundesamt.

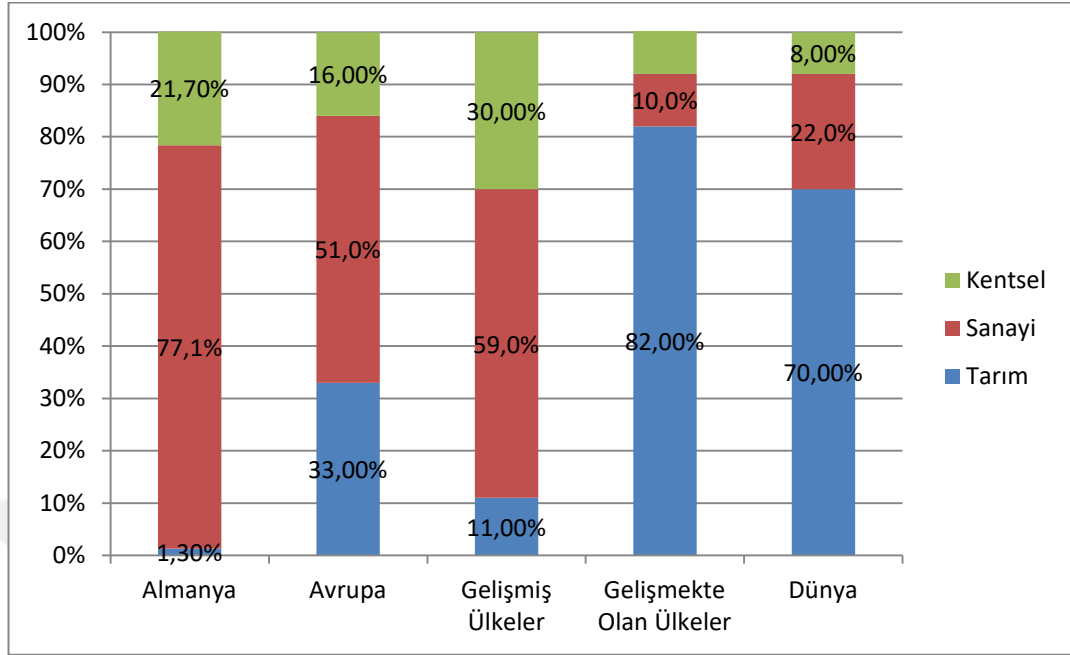
Kentsel ve tarımsal amaçlı su yapılan su çekimleri dışında sanayi amaçlı kullanılmak üzere yapılan su çekimidir. Almanya’da en büyük su talebi sanayi sektöründen gelmektedir. Tablo 2.20’de Almanya’nın sanayi amaçlı olarak kaynaklardan çektiği su miktarları çekildiği kaynağa göre belirtilmiştir. (Tablodaki veriler enerji, madencilik ve imalat sanayi gibi tarım ve kentsel amaçlı kullanım dışı olan tüm faaliyet kollarına ait olan veriler birleştirilerek hazırlanmıştır.) Sanayi amaçlı su çekimi için başvuru kaynakları arasında en büyük pay akarsulara aittir. Öyle ki sanayi suyu için yapılan tüm çekimin %77,5’i bu kaynaklardan sağlanmaktadır. İkinci sırada gelen kaynak ise yaklaşık %11’lik oranla yeraltı sularıdır. Sanayi kullanımı amacıyla üçüncü sırada gelen kaynak türü ise tatlı su kaynaklarının dışında kalan kaynak tipidir. Tatlı su dışında kalan kaynakların toplam çekimdeki payları ise toplamda %5,5’i biraz geçmektedir. İlk üç kaynak türü dışında kalan kaynak türlerinin sanayi amaçlı su kullanımı için yapılan çekimde çok küçük bir paylara sahiptirler. Bu kaynakların toplam payı %6’yı bile bulmamaktadır.

Tablo 2.21: Çekildiği Kaynağa Göre Sanayi Suyu Yüzdesi ve Miktarı (2016)

Kaynak Türü	Oranı	Miktar (bin m ³ /yıl)
Yeraltı Suları	% 11,05	2 093 658
Yüzey Suları		
Kaynak suları	% 0,22	42 688
İşlenerek iyileştirilmiş yeraltı suları	% 0,79	150 011
Kıyı arıtma tesislerinde işlenmiş sular	% 2,38	451 135
Göller ve barajlar	% 1,95	369 799
Akarsular	% 77,5	14 692 288
Denizler ve acı sular	% 5,53	1 048 570
Diğer (Yağmur suyu yakalama vs.)	% 0,46	87 656
Toplam	% 99,88	18 935 786

Kaynak: Statistisches Bundesamt.

Almanya'nın sektörlere göre su kullanımı Grafik 2.20'de Avrupa ve Dünya ortalamalarına göre karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ülkenin yaptığı toplam su çekiminde sahip olduğu %77'i geçkin bir payla sanayi sektörü 18 milyar m³'ün üstündeki su kullanımıyla dünyadaki ortalamanın neredeyse tam tersi bir görünüm sergilemektedir. Hatta Almanya'nın su kullanım dağılımı gelişmiş ülkelerin ve Avrupa'nın sanayi suyu kullanımı ortalamasının oldukça üzerindedir. Bu oranlara bakıldığında kullanımın daha çok gelişmiş ülke dağılımına yakın olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde sanayi kesiminde su kullanımının ağırlıklı olduğu buna bağlı olarak da Almanya gelişmiş ülkeler arasında dahi gelişmişlik düzeyi bakımından üst sıralarda olduğu söylenebilir.

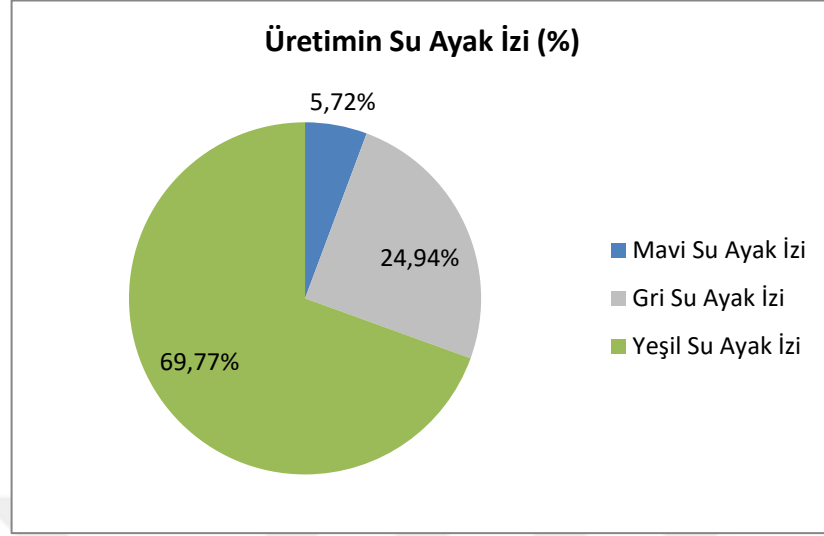


Grafik 2.20: Almanya'nın Sektörel Su Kullanım Dağılımının Karşılaştırılması

Kaynak: UNESCO, Statistisches Bundesamt.

2.2.3. Almanya'nın Su Ayak İzi

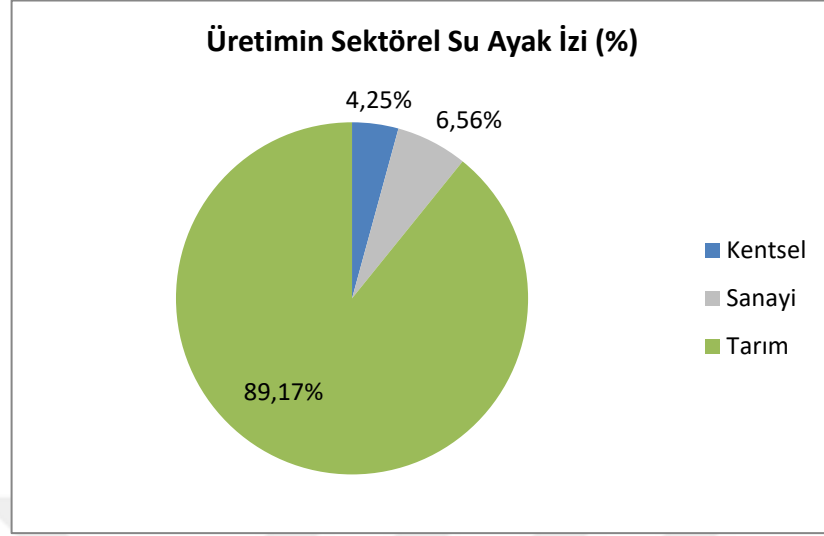
Almanya'nın su kullanımına su ayak izi açısından bakılacak olursa genel bağlamda üretimdeki su ayak izi ağırlıklı olarak yeşildir. Bu da yağışlarla gelen suyun üretimde çok önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Yüksek yağış suyu girdisi sayesinde yüzey ve yeraltı su kaynaklarına olan fiziksel baskıyı oldukça hafifletmiştir. Bu durum mavi su ayak izinin genel üretim içerisinde düşük bir paya sahip olmasıyla da gözlenebilir. Ülke yüksek sanayileşme oranı nedeniyle yüksek sayılabilecek bir oranda gri su ayak izi sergilemektedir. Almanya'daki üretimin su ayak izi 2005 verilerine göre yıllık yaklaşık olarak 57,9 milyar m³'ür. Bu miktarın %69,7'sine denk gelen kısmı 40,40 milyar m³ ile yeşil su ayak izi, %24,9'una karşılık gelen kısmı 14,18 milyar m³ ile gri su ayak izi ve %5,7'sine denk gelen kısmı ise 3,31 milyar m³ ile mavi su ayak izidir. Ülkede üretimin su ayak izi sektörler göre bölündüğünde tüm su kullanımının %89,17'si tarımda, %6,5'i sanayide ve %4,2'si ise kentsel amaçlı kullanılmaktadır.



Grafik 2.21: Almanya’da Üretimin Su Ayak İzi

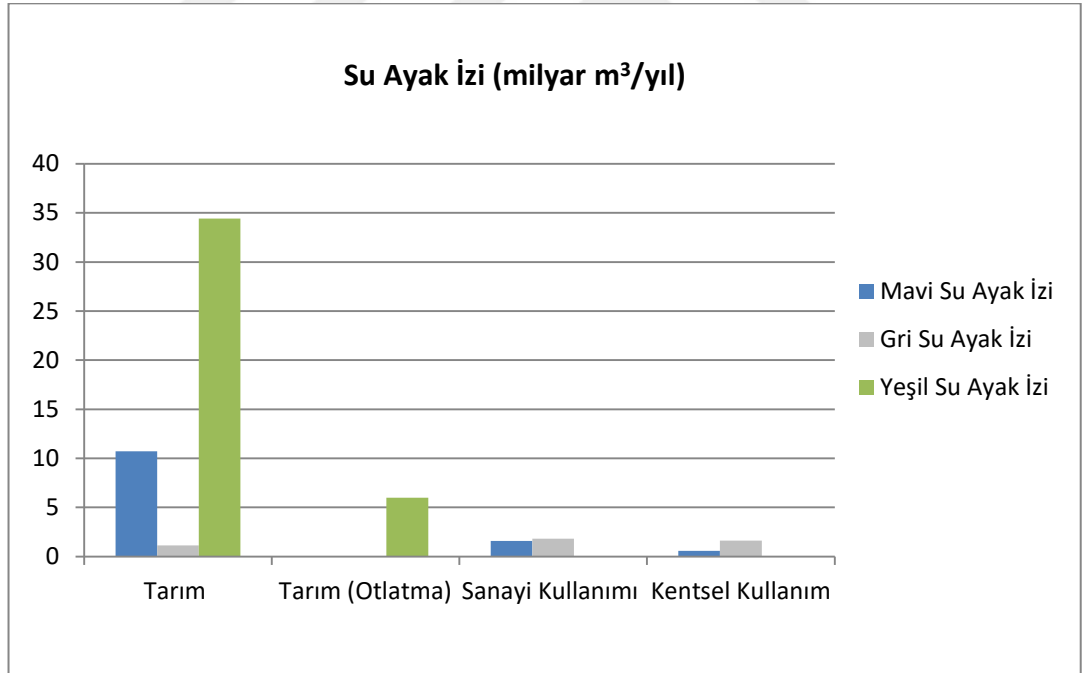
Kaynak: WFN

Tarımsal su ayak izinde otlatma için kullanılan suyun tamamı 5,98 milyar m³ ile yeşil sulardır. Bitkisel üretimde su ayak izinin %74,35’inden fazlası 34,42 milyar m³ ile yeşil, %23,17’si 10,73 milyar m³ ile mavi, %2,46’sını ise 1,14 milyar m³ ile gri su ayak izi oluşturur. Kentsel amaçlı kullanılan su ayak izinin %26,24’ü 0,58 milyar m³ ile mavi, %73,25’i 1,63 milyar m³ ile gri su ayak izidir. Son olarak sanayi üretimindeki su ayak izinde ise mavi su ayak izi oranı 1,59 milyar m³ ile %46,62 iken gri su ayak izinin oranı 1,82 milyar m³ ile %53,37’ye denk gelmektedir.



Grafik 2.22: Sektörlere Göre Üretimin Ayak İzi

Kaynak: WFN



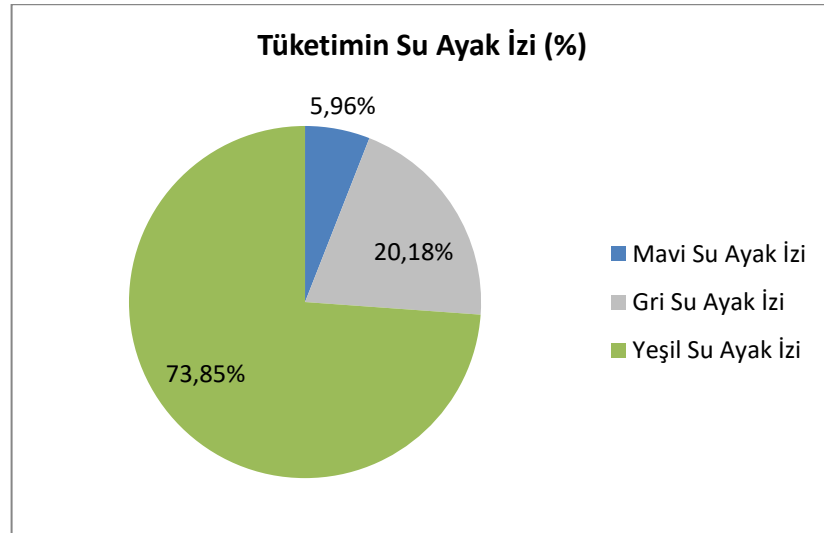
Grafik 2.23: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Almanya'da Üretimin Su Ayak İzi

Kaynak: WFN

Almanya'nın tarımsal üretiminde her üç tip su ayak izi yer alsa da yeşil ve mavi su ayak izi ağırlıklı konumdadır. Tarımsal üretim mavi suyun üç katı bir hacim sahiptir. Bu da ülkedeki tarımsal üretimin özellikle yeşil suya bağımlı olduğunu

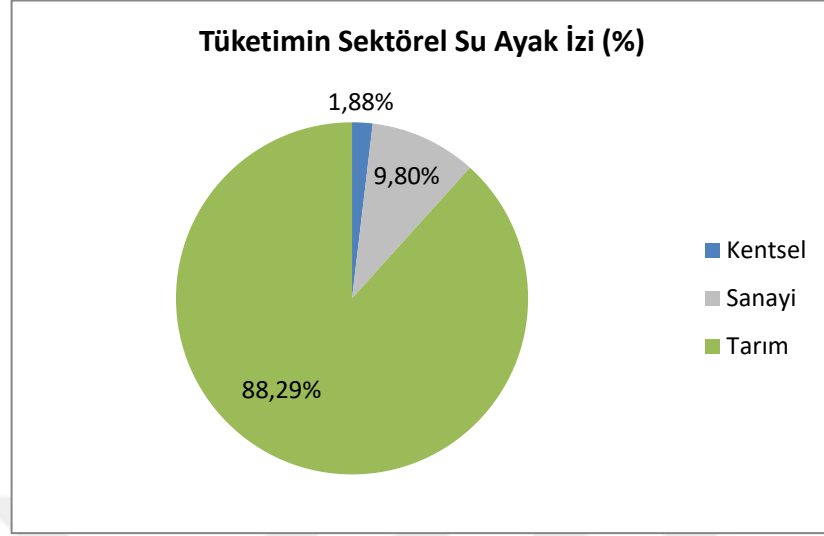
gösterir. Tarımsal üretimin otlatma dalında ise üretimin su ayak izi tamamen yeşildir. Kentsel kullanım ve sanayi kullanımı alanlarında üretimin su ayak izinde yeşil su ayak izi yoktur. Bunun yerini ağırlıklı olarak gri sular almıştır. Gri sular su kaynakları üzerinde miktar bakımından bir baskı oluşturmazsa da su kalitesi bakımından su kaynaklarını etkilemektedir. Sanayi ülkesi olan Almanya'nın su kaynakları üzerindeki endişesinin çoğunu uzun yıllarda beri miktar konusundan ziyade kalite konusu oluşturmuştur. Sanayi kullanımındaki su ayak izinde mavi ve gri sular birbirine yakın seyrederken kentsel su kullanımındaki ayak izinde gri sular ağırlıklıdır. Bu durumdan Almanya'nın su kalitesi konusunda aynı hassasiyeti koruduğu sonucu çıkarılabilir.

Almanya'nın su ayak izine tüketim açısından bakılacak olursa Almanya'daki tüketimin su ayak izi yıllık olarak yaklaşık 117,15 milyar m³'e denk gelmektedir. Tüketimin ayak izinin %73,85'i yeşil, %20,18'i gri ve geriye kalan %5,96'sı ise mavi su ayak izinden oluşur. Almanya'da tüketimin su ayak izi sektörlere göre bölündüğünde tüm su kullanımının %88,29'u tarımda, %9,8'i sanayide ve %1,88'i ise kentsel amaçlı kullanılmaktadır. Tüketimin miktar olarak yeşil su ayak izi 86,516 milyar m³, mavi su ayak izi 6,99 milyar m³ ve gri su ayak izi 23,638 milyar m³ şeklinde olmaktadır. Yıllık sektörel su ayak izi miktar olarak tarımsal su ayak izi 103,431 milyar m³, kentsel su ayak izi 2,202 milyar m³ ve 11,480 milyar m³ sanayi su ayak izi olarak görünmektedir.



Grafik 2.24: Almanya'da Tüketimin Su Ayak İzi

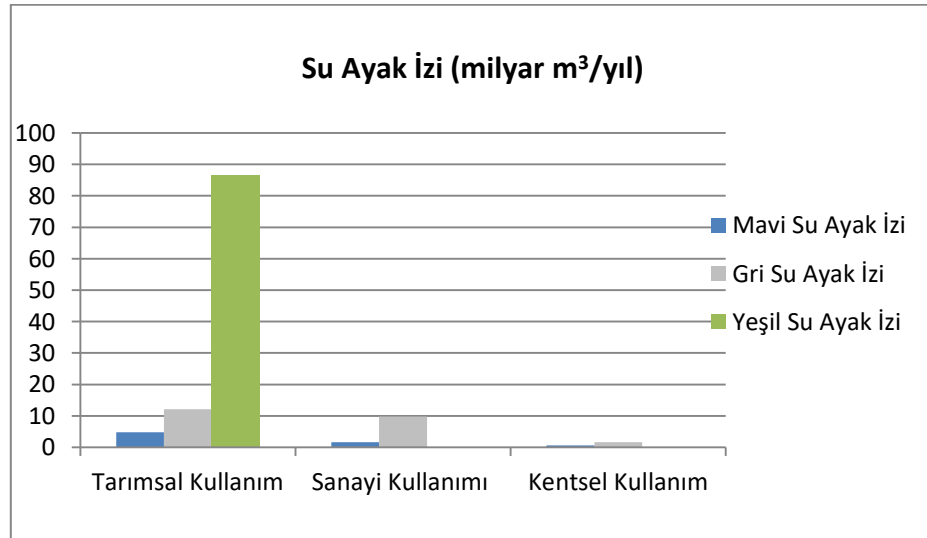
Kaynak: WFN



Grafik 2.25: Sektörlere Göre Tüketimin Ayak İzi

Kaynak: WFN

Almanya'da sektörlere göre tüketimin ayak izi tarımsal kullanımda 86,516 milyar m³ yeşil, 4,755 milyar m³ mavi, 12,171 milyar m³ gri su ayak izi şeklinde dağılmıştır. Sanayi kullanımı 1,654 milyar m³ mavi, 9,836 milyar m³ gri su ayak izinden oluşurken kentsel kullanım 0,581 milyar m³ mavi, 1,631 milyar m³ gri su ayak izinden oluşmaktadır.



Grafik 2.26: Sektörlere ve Bileşenlere Göre Almanya'da Tüketimin Su Ayak İzi

Kaynak: WFN

Almanya’da kişi başına düşen tüketimin su ayak izi 2005 yılı için 1426,13 m³/yıl olmuştur. Bunun 445,38 m³’ü iç su ayak izi iken 980,75 m³’ü dış su ayak izidir. Aynı dönem için dünya ortalaması ise 1385 m³/yıl’dır. Almanya tüketimin su ayak izi konusunda dünya ortalamasının yaklaşık %3 üzerinde seyretmiştir. Toplamda yaklaşık 117,14 milyar m³ olan tüketimin su ayak izinin yıllık 80,557 milyar m³’ü dış su ayak izinden meydana gelmektedir. İç su ayak izinin hacmi ise yıllık 36,591 milyar m³’tür.

Tablo 2.22: Almanya’nın Su Ayak İzi ve Sanal Su Dengesi

Gösterge	Birim	2005
Nüfus	Kişi	82 138 800
Tüketimin toplam dış su ayak izi	m ³ /yıl/kişi	980,75
Tüketimin toplam iç su ayak izi	m ³ /yıl/kişi	445,38
Tüketimin toplam su ayak izi	m ³ /yıl/kişi	1426,13
Tüketimin toplam dış su ayak izi	milyar m ³ /yıl	80,557
Tüketimin toplam iç su ayak izi	milyar m ³ /yıl	36,591
Tüketimin toplam su ayak izi	milyar m ³ /yıl	117,148
Dış su ayak izi / toplam su ayak izi oranı	%	68,76

Kaynak: WFN

Bu da Almanya’nın tüketimdeki toplam su ayak izinin dış su ayak izine oranının %68,76’ı olduğu anlamına gelmektedir. İç su ayak izinin toplama oranı ise %31,24’tür. Buna göre ülkenin sanal su bütçesi fazla vermektedir. Diğer bir deyişle su zengini olan Almanya, sanal su ithalatçısı durumundadır. İthalat ağırlığını ise 60,940 milyar m³ ile yeşil sular oluşturmaktadır. Yeşil suların ithalatı büyük çoğunlukla tarımsal ürünler aracılığıyla sağlanır.

2.3. Su Kaynakları Yönetimi

2.3.1. Avrupa Birliği’nde Su Yönetimi

Çevre ile ilgili olarak gerçekleştirilen ilk uluslararası toplantı,1972 yılında Stokholm’de Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı’dır. Bu konferansın hemen ardından aynı yıl içinde AET Paris’te bir devlet ve hükümet başkanları zirve

toplantısı gerçekleştirilmiş ve Komisyon'a bir çevre eylem planı hazırlaması yönünde görev vermiştir. Hazırlanan plan 1973 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu tarihten başlamak suretiyle Avrupa Tek Senedi'nin çıkarılmasına kadar olan sürede üç adet çevre eylem planı hazırlanmıştır. Bu planlarda Topluluk su mevzuatının temelini oluşturan yönergeler yer almaktadır. Bu süre zarfında çıkarılan yasaların temel hedefi "halk sağlığının" korunması ve "farklı çevre kuralları arasında uyum sağlayarak, rekabetçi piyasa ekonomisinin oluşmasını engelleyen çarpıklıkları gidermek" üzerinde odaklanmıştır.¹⁷⁵ Bu yönergeler tarih sırasına göre şöyledir;

- İçme suyu -arıtıma tabi tutulmamış- olarak kullanılan yüzey sularının kalitesi hakkındaki yönerge (Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975 Concerning the Quality Required of Surface Water Intended for the Abstraction of Drinking Water in the Member States)
- İçinde yüzülen suların kalitesi hakkındaki yönerge (Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 Concerning the Quality of Bathing Water)
- Su ortamlarına boşaltılan tehlikeli maddelerin yarattığı kirliliğe dair yönerge (Council Directive 76/464/EEC of 04 May 1976 on Pollution Caused by Certain Dangerous Substances Discharged into the Aquatic Environment of the Community)
- Balıkların yaşadığı su ortamlarının kalitesini korumaya veya arttırmaya yönelik olan yönerge (Council Directive 78/659/EEC of 18 July 1978 on the Quality of Fresh Waters Needing Protection or Improvement in order to Support Fish Life)
- Kabuklu canlıların yaşadığı suların kalitesi hakkındaki yönerge (Council Directive 79/923/EEC of 30 October 1979 on the Quality Required of Shellfish Waters)
- İçme suyu -arıtıma tabi tutulmuş- olarak kullanımı amaçlanan suların kalitesiyle ilgili olan yönerge (Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 Relating to the Quality of Water Intended for Human Consumption)

¹⁷⁵ Ö. Bilen, **a.g.e**, 2008, s.124.

Su ortamlarına boşaltılan tehlikeli maddelerin yarattığı kirliliğe dair yönerge (Council Directive 76/464/EEC of 04 May 1976 on Pollution Caused by Certain Dangerous Substances Discharged into the Aquatic Environment of the Community), Su Çerçeve Yönergesi'nin yürürlüğe girmesine kadar AB su koruma hukukunun en önemli düzenlemesi olarak kalmıştır.¹⁷⁶ Bu yönerge çerçeve yönerge niteliği taşımakta ve iki liste içermektedir. Avrupa Topluluğu Bakanlar Konseyi'nce saptanan birinci listede yer alan kirleticilerin tamamen yok edilmesi, ikinci listedekilerin miktarlarında ise eşik değerler esas alınarak azaltmaya gidilmesi istenmiştir. Benzer yaklaşım yeraltı suları için de benimsenmiştir. Ancak yeraltı suları yönergesi, yeraltı suları kirlenmeye çok hassas olduğu için, daha katı kurallar getirmiş ve bu nedenle birinci listede yer alan kirleticilerin yeraltı sularına karışması kesinlikle yasaklanmıştır.¹⁷⁷

Kurucu antlaşmalarda değişiklikler yapan Avrupa Tek Senedi (Single European Act) 1 Temmuz 1987 yılında yürürlüğe girmiştir. Birlik kurumları, Tek Senet yürürlüğe girene kadar malların serbest dolaşımı ve rekabetin kesintisiz işleyişi temel amacı ile çevre korumasının ikisini de aynı anda gerçekleştirmeye çalışmıştır. Fakat bu yöntemin yeterli olmaması sonucunda Tek Senet ile “Çevre” bağımsız bir politika alanı olarak belirlemiştir.¹⁷⁸ Tek Senet yürürlüğe girdikten bir yıl sonra Frankfurt'ta yapılan toplantıda daha önce hazırlanan eylem planlarında belirtilen hedeflere ulaşamadığı tespit edilmiştir. Özellikle su kaynaklarındaki kirliliğin devam etmiş olması kirliliğin önlenmesine dair yeni yönergelerin çıkarılmasında etkili olmuştur.¹⁷⁹ İlk olarak Kentsel atık suların arıtılmasına dair yönerge (Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment) çıkarılmıştır. Hemen ardından ise “Nitrat Yönergesi” olarak bilinen tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin önlenmesine dair olan yönerge (Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources) çıkarılmıştır.

¹⁷⁶ Ahmet M. Güneş, **Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönergesi ve Türk Su Hukuku**, Avrupa Birliği, Almanya ve Türkiye Çevre Hukuku Sempozyumu, İktisadi Kalkınma Vakfı, 2010, s.3.

¹⁷⁷ Ö. Bilen, **a.g.e.**, 2008, s.125.

¹⁷⁸ Sevim Budak, “Avrupa Birliği Direktiflerinin Türkiye’de Uygulanmasına Çevre Hukuku Açısından Bir Bakış”, **Yeditepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 2, 2010, İstanbul, (ss. 39-53), s.41.

¹⁷⁹ Nicolae Casiadi, “**Avrupa Birliği'nin Su Kaynakları ve Yönetimi Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi**”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), İstanbul, 2010, s.28

Kentsel suların arıtılmasına dair olan yönergede atık suların toplanması ve arıtılması konusunda yeni kurallar konulmuş ve uygulama takvimi yayınlanmıştır. Tarımsal ilaçların ve gübrelerin neden olduğu nitrat kirlenmesi ise hektarlarca alana yayılmış bir kirlilik türüdür. Bu nedenle kontrolün belirli alanlara toplanması mümkün olmadığından, Nitrat Yönergesi tarım sektörüne özgü yapısal önlemlere yer vererek üye ülkelerin inisiyatifini arttıran bir çerçeve yönerge olma yaklaşımı benimsemiştir. Yönergede arazi kullanımı planlarının belirlenmesi, kullanılan gübre miktarının kayıt altına alınması eğimli arazilerde önlem alınması gibi konular belirlenmiştir. Tek Senet'in uygulamaya girişinden Maastricht Antlaşması'na kadar olan sürede çıkarılmış olan Dördüncü Çevre Eylem Planı'nda ilk kez kaynağında önleme ilkesi gündeme gelmiştir. Bu ilke ilk andan itibaren AB çevre koruma politikasının temel ilkelerinden biri olarak yerini korumaya devam etmiştir. Ayrıca denetim mekanizmalarının da güçlendirilmesine yönelik adımlar atılmıştır.¹⁸⁰¹⁸¹

Avrupa Birliği'ni Kuran Antlaşma (ABA 5, (AT 5 md.)) ile ilk kez dolaylı olarak belirlenen "yetki devri" ilkesi Tek Senet ile birlikte çevre alanında açık olarak kabul edilmiştir (AT 174/4 (eski 130r)). Yetki devri ilkesine göre Topluluk, ancak bir amacın ancak üye devletler seviyesinde gerçekleştirilmesinden, Topluluk seviyesinde gerçekleştirilmesi daha iyi olacaksa tasarrufta bulunur. İlke, 1 Kasım 1993 tarihinde yürürlüğe giren Maastricht Antlaşması ile birlikte açık olarak tüm alanlarda kabul edilmiştir (Antlaşmanın başlangıcının 12. paragrafında, 5. maddenin 2. paragrafında). Bu noktada su politikaları konusunda yeni bir dönemece gelinmiş ve bu dönem SÇY'nin kabulüne kadar devam etmiştir.¹⁸²

Yetki devri ilkesinin tüm alanlara yayılması ile birlikte su kaynaklarının korunması ve yönetilmesi konusunda birlik organlarının mı yoksa ulus devlet organlarının mı söz sahibi olması gerektiği yeni bir tartışma başlatmıştır. İngiltere ve Fransa gibi ülkeler ulus devlet organlarının su kaynakları yönetimi konusunda daha etkin işleyeceğini, insana yakın bir yönetim anlayışının gerekliliğini savunurken, Almanya ve Danimarka gibi ülkeler daha sıkı çevre standartları uygulamakta olduklarından konunun Birlik organları tarafından düzenlenmesi taraftarı olmuşlardır. Ayrıca koruma ve denetleme faaliyetlerinin yerine getirilmesinin üretimde fazladan bir maliyete neden olacağını, bu durumun da Birlik içinde mevcut rekabet şartlarını

¹⁸⁰ Ö. Bilen, **a.g.e.**, 2008, ss.126-127.

¹⁸¹ N. Casiadi, **a.g.e.**, 2010, ss.28-29.

¹⁸² Işıl Özkan, **Avrupa Birliği Kamu Hukuku**, Seçkin Yayınları, Ankara, 2011, s.92.

bozacağını ileri sürmüşlerdir. Bu nedenle Birlik organları tarafından belirlenen eşit şartların tüm üye devletlerce uygulanmasını istemişlerdir. Komisyon ise halk sağlığı konusunda su kalitesinin katı standartlarından taviz verilemeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca su kaynaklarının korunması konusunda yeterli bilimsel verinin olmadığı durumlarda ihtiyatlık ilkesi gereğince en yüksek koruma düzeyinde değerlerin belirlenmesine karar vermiştir.¹⁸³

Çevre politikasının uygulanması konusunda yetkileri ve sorumluluğu birlik organlarının ile üye ülke yönetimleri paylaşmaktadırlar. Bu nedenle su kaynakları ile ilgili düzenlemelerin yerine getirilmesi de Birlik ve üye ülke yönetimleri olmak üzere iki taraflı bir yönetime tabidir. Buna ek olarak üye ülkeler, Birlik tarafından belirlenmiş olan çevre koruma standartlarının üzerinde bir çevre koruma standardı benimseme konusunda serbest bırakılmışlardır. Yani üye ülke yönetimleri su kaynaklarının korunması konusunda Birlik yönergeleriyle belirlemiş olan sınırın üzerinde bir koruma standardı çıkarma işlemi için yasal olarak yetki sahibidirler.

SÇY'nin yürürlüğe girmesinden önce kabul edilen yönergelerden biri de, su kirliliğinin bütünsel olarak önlenmesi ve kontrolü hakkındaki yönerge (Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 Concerning Integrated Pollution Prevention and Control). Bu yönerge ile suların korunması konusunda alınacak önlemlerin diğer çevre koruma politikaları ile bütünsel hale getirilmiştir. Daha geniş bir ifade ile doğal çevreyi oluşturan tüm unsurlar birbirleri ile etkileşim halindedirler. Bu sebeple birinde meydana gelecek kirlenme ya da korunmasındaki eksiklik, diğer tüm çevre unsurlarını etkileyeceğinden, su kaynaklarının korunması ile ilgili olan uygulamaları diğer çevre unsurlarının korunması ile ilgili olan uygulamalarla bütünsel hale getirmek su kaynaklarının korunması için daha verimli bir yol olarak ortaya çıkacaktır. Fakat her ne kadar bütünsel bir su koruma yönergesi çıkarılmış olsa da bu yönerge yalnızca kirliliğin önlenmesi konusunda bütünsel bir düzenlemeyi öngörmekteydi. 2000 yılına kadar çıkarılmış olan tüm yönergeler birbirleriyle amaç bütünlüğü içinde olmaktan ziyade, farklı amaçlara yönelik, dağınık ve parçalı bir su politikası yapısı oluşturmaktaydı. Bu yapının tek bir çatı altında toplanması ve daha etkin ve tutarlı bir su politikasının oluşturulabilmesi için bir çerçeve yönerge çıkarılmasına karar verilmiştir.

¹⁸³ Ö. Bilen, **a.g.e.**, 2008, s.128-129.

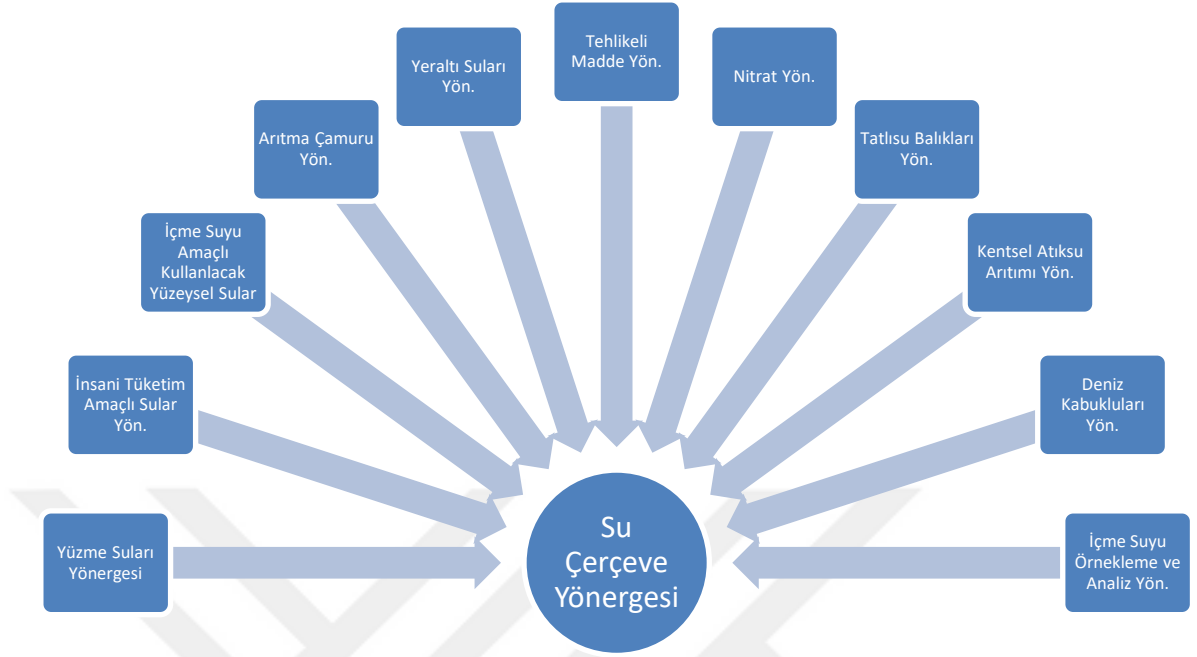
2.3.2. AB Su Çerçeve Yönergesi

Bu doğrultuda Su Çerçeve Yönergesi, Avrupa Topluluğu'nu kuran Antlaşmanın 175/1. maddesine uygun olarak, Komisyon'un önerisi dikkate alınarak, Ekonomik ve Sosyal Komite'nin ve Bölgeler Komitesi'nin görüşleri dikkate alınarak, Antlaşmanın 251. maddesinde belirtilen usule uygun hareket edilerek ve Uzlaştırma Komitesi tarafından 18 Temmuz 2000 tarihinde onaylanan ortak metin ışığında¹⁸⁴ 23 Ekim 2000 tarihinde Lüksemburg'da hazırlanmıştır.¹⁸⁵ 22 Aralık 2000 tarihinde Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi'nde (Official Journal of the European Communities) yayınlanarak yürürlüğe giren SÇY, 26 madde ve 11 Ek'ten oluşmaktadır.

Yönergenin giriş kısmının ilk paragrafında *“Su, diğerleri gibi ticari bir ürün değil, korunması, savunulması ve işlenmesi gereken bir mirastır”* ifadesi yer almaktadır. Aynı kısmın on sekizinci paragrafında yer alan, *“Topluluk su politikası, şeffaf, etkili ve tutarlı bir yasal çerçeve gerektirir. Topluluk, ortak ilkeler ve eylem için genel bir çerçeve sağlamalıdır. Bu Yönerge, böyle bir çerçeve sağlamalı ve koordine etmelidir”* ifadesiyle de yönergenin Birliğin su politikalarının içine oturtulacağı bir çerçeve niteliği taşıdığı belirtilmektedir.

¹⁸⁴ Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, **Official Journal of the European Communities**, European Union, Brussels, 2000, s.1.

¹⁸⁵ N. Casiadi, **a.g.e.**, 2010, s33.



Şekil 2.14: Su Çerçeve Yönergesi ile Bağlantılı Diğer Yönergeler

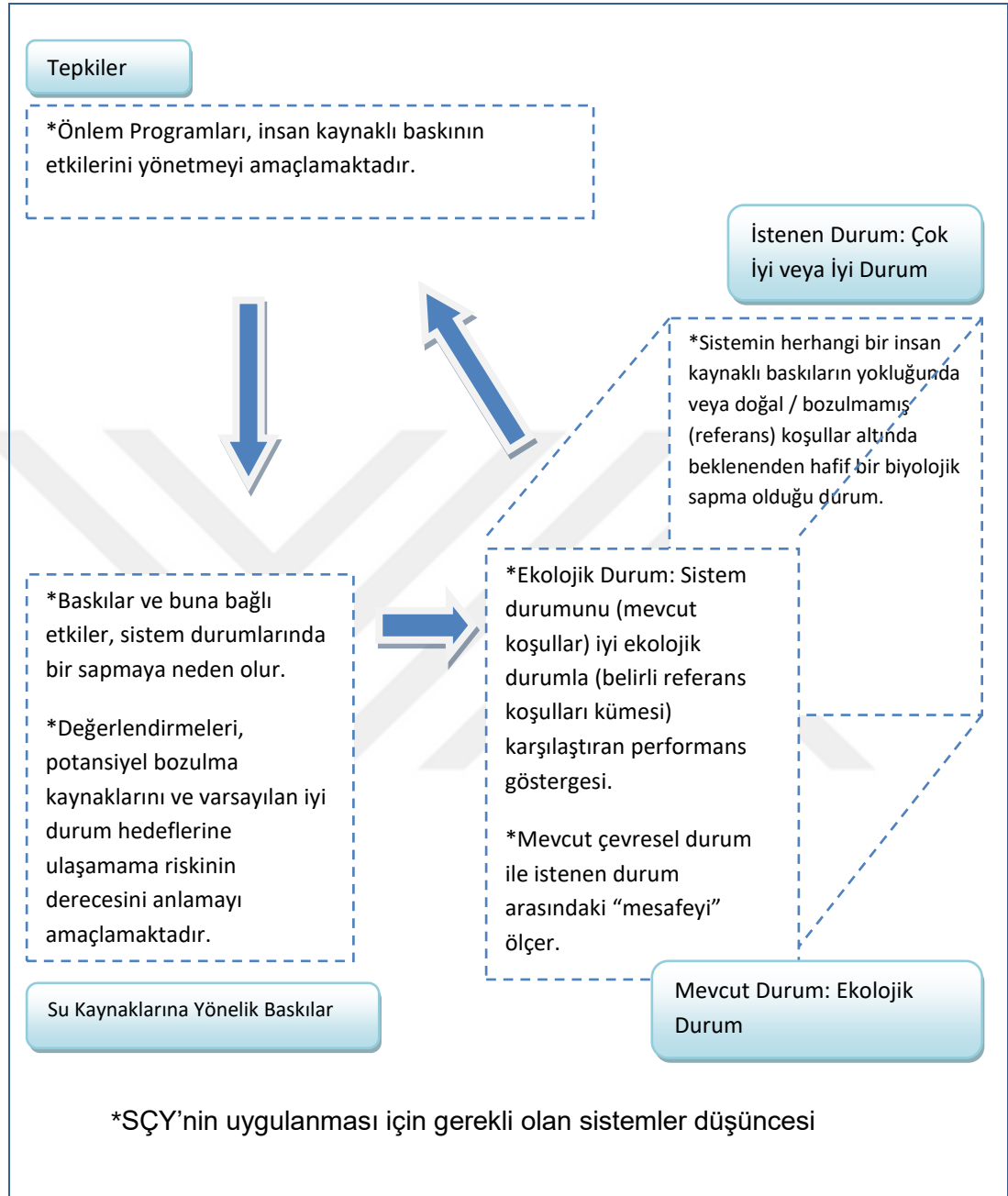
Kaynak: Özden Bilen, **Su Yönetimi ve AB Su Politikaları**, 2008, s.133.

SÇY'nin 1. Maddesinde “*yönergenin amacı, iç yüzey sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yer altı sularının korunması için bir çerçeve oluşturmaktır*” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, 1. maddede suların korunmasına dair hedefler şu şekilde sıralanmıştır;

- a) Daha fazla bozulmayı önlemek, su ekosistemlerinin ve su ekosistemlerine bağlı olarak karasal ekosistemlerin sulak alanlarının durumunu korumak ve iyileştirmek
- b) Mevcut su kaynaklarının uzun süreli korunmasına dayanan sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmek
- c) Tehlikeli maddelerin boşaltımlarını ve zararlarını kademeli olarak azaltmaya yönelik özel tedbirlerle su ortamının daha iyi korunmasını ve iyileştirilmesini sağlamak
- d) Yeraltı sularının kirliliğinin kademeli olarak azaltılmasını sağlamak ve daha fazla kirlenmesini önlemek
- e) Taşkınların ve kuraklıkların etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunmak

Yönerge'nin 2. Maddesinde konuya dair terimlerin tanımlamalarına yer verilmiştir. Göl, ırmak, yeraltı suları, geçiş suları, kıyı suları, kirlilik, çevre kalite standardı gibi birçok kavram detaylı bir şekilde tanımlanmıştır. Bunlara ek olarak Yönerge, suların kalite durumunu belirtmek için belirli terimlere yer vermiştir ve bu terimlerin tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre sular, kalite durumuna göre “çok iyi”, “iyi”, “ortalama”, “zayıf” ve “kötü” (sırasıyla high, good, moderate, poor ve bad) olarak nitelendirilmiştir.





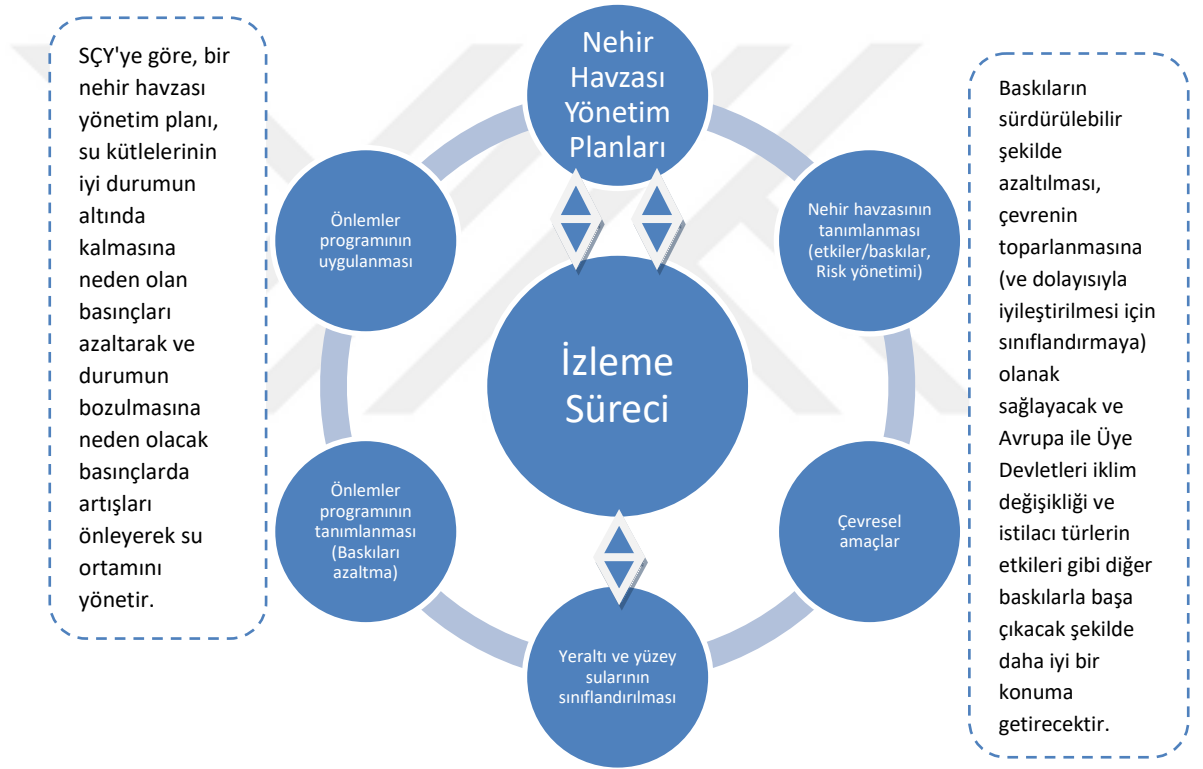
Şekil 2.15: Su Çerçeve Yönergesi'nin Sistemik Amacı ve Metodolojik Yaklaşımı

Kaynak: http://www.globaqua-project.eu/files/WP12_D12_2_First_Policy_Briefs.pdf
16/10/2019 (Çevrimiçi).

Yönerge'de su kaynaklarının yönetimi idari ve siyasal sınırlardan bağımsız olarak nehir havzalarını baz alan yönetim anlayışıdır. Havza bazlı yönetim modelinde nehir havzası bütünüyle ele alınır. Yönerge'nin 3. Maddesi havza yönetim modelini tanımlamaktadır. Buna göre;

- a) Üye Devletler, kendi ulusal sınırları içerisinde bulunan nehir havzalarını tespit edecektir. Küçük nehir havzaları daha büyük nehir havzalarıyla birleştirilebilir veya uygun olduğunda ayrı ayrı nehir havzası bölgeleri oluşturmak için komşu küçük havzalar birleştirilebilir. Yeraltı suları belirli bir nehir havzasını tam olarak takip etmiyorsa, bunlar belirlenmeli ve en yakın veya en uygun nehir havzası bölgesine atanmalıdır. Kıyı suları belirlenecek ve en yakın ya da en uygun nehir havzası bölgesine ya da ilçelerine tahsis edilecektir.
- b) Üye Devletler, Yönerge'nin kurallarının kendi bölgelerinde bulunan her bir nehir havzası bölgesinde uygulanması için uygun yetkili makamın belirlenmesi de dahil olmak üzere uygun idari düzenlemeleri sağlayacaktır.
- c) Üye Devletler, birden fazla Üye Devletin topraklarını kapsayan bir nehir havzasının, uluslararası bir nehir havzası bölgesine tahsis edilmesini sağlayacaktır. İlgili Üye Devletlerin talebi üzerine, Komisyon, bu tür uluslararası nehir havzası bölgelerinin oluşturulmasını sağlamak için harekete geçecektir. Her Üye Devlet, Yönerge'nin kurallarının kendi sınırları içerisinde kalan herhangi bir uluslararası nehir havzası bölgesindeki kısmı içinde uygulanması için, uygun yetkili makamın belirlenmesi de dahil olmak üzere, uygun idari düzenlemeleri sağlayacaktır.
- d) Üye Devletler, öngörülen çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik şartlarının ve özel olarak tüm tedbir programlarının, nehir havzası bölgesinin tamamı için koordine edilmesini sağlayacaktır. Uluslararası nehir havzası bölgeleri için ilgili Üye Devletler birlikte bu koordinasyonu sağlayacak ve bu amaçla uluslararası anlaşmalardan kaynaklanan mevcut yapıları kullanabileceklerdir. İlgili Üye Devletlerin talebi üzerine, Komisyon önlem programlarının oluşturulmasını kolaylaştırmak için hareket edecektir.

- e) Bir nehir havzası bölgesinin Topluluk topraklarının ötesine uzanması durumunda, ilgili Üye Devlet ya da Üye Devletler, Yönerge'nin hedeflerini nehir havzası bölgesinde gerçekleştirmek amacıyla, üye olmayan ilgili devletlerle koordinasyon sağlamaya çalışacaktır. Üye Devletler, Yönerge'nin kurallarının kendi bölgelerinde uygulanmasını sağlayacaklardır.
- f) Üye Devletler, mevcut bir ulusal veya uluslararası kuruluşu Yönerge'nin amaçları doğrultusunda yetkili otorite olarak tanımlayabilirler.



Şekil 2.16: Nehir Havzası Yönetim Planı Gelişim Süreci

Kaynak: http://www.globaqua-project.eu/files/WP12_D12_2_First_Policy_Briefs.pdf
17/10/19 (Çevrimiçi).

Su çerçeve Yönergesi'nde çevre korunmasına yönelik olarak belirtilen amaçlar 4. Maddede genel olarak belirtilmiştir. Bu madde SÇY'nin en önemli hükümlerin yer aldığı maddelerden biridir. Havza yönetim planlarının ne yönde işleyeceğini belirtmekte olan 4. madde 1. fıkrasında yer alan detaylar "Yüzey Suları", "Yeraltı Suları" ve "Korunan Alanlar" olarak üç bent altına toplanmıştır. Yüzey suları ve yer altı suları ile ilgili olan fıkralar şöyledir;

1. **Yüzey Suları:** (i) Üye Devletler, tüm yüzey suyu kütlelerinin statüsünün bozulmasını önlemek için gerekli önlemleri almakla yükümlüdürler. Üye Devletler Yönerge'nin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren en geç 15 yıl sonra, yapay ve yoğun olarak değiştirilmiş su kütleleri için, tüm yüzey suyu kütlelerini koruyacak, iyileştirecek ve yenileyecektir. (ii) Aynı süre zarfında iyi ekolojik potansiyel ve iyi yüzey suyu kimyasal statüsü elde etmek amacıyla da sözü edilen su kütlelerini koruyacak ve geliştirecektir. (iii) Üye Devletler, öncelikli maddelerden kaynaklanan kirlenmeyi aşamalı olarak azaltmak ve öncelikli tehlikeli maddelerin emisyonlarını, deşarjlarını ve kayıplarını durdurmak ya da ortadan kaldırmak amacıyla önlem alırlar. 1. fıkranın içinde yer alan i., ii. ve iii. alt bentlerdeki uygulamaların detayı Yönerge'nin ilgili maddeleri uyarınca gerekli önlemler olarak belirtilmişlerdir.
2. **Yeraltı Suları:** (i) Üye Devletler, kirleticilerin yeraltı sularına girmesini önlemek veya sınırlandırmak ve yeraltı suyu kütlelerinin durumunun bozulmasını önlemek için gerekli önlemleri alırlar. (ii) Üye Devletler Yönerge'nin yürürlüğe girdiği tarihten en geç 15 yıl sonra, iyi yeraltı suyu durumuna ulaşmak amacıyla, tüm yeraltı su kütlelerini koruyacak, iyileştirecek ve eski haline getirecek, su çekimi ve yeraltı sularının yenilenmesi arasında bir denge sağlamalıdır. (iii) Üye Devletler, yeraltı sularının kirlenmesini azaltmak için insan faaliyetinin etkisinden kaynaklanan kirleticilerin yoğunluğundaki herhangi bir önemli ve sürekli yükseliş eğilimini aşamalı olarak tersine çevirmek için gerekli önlemleri alırlar. 1. fıkranın içinde yer alan i., ii. ve iii. alt bentlerdeki uygulamaların detayı Yönerge'nin ilgili maddeleri uyarınca gerekli önlemler olarak belirtilmişlerdir.

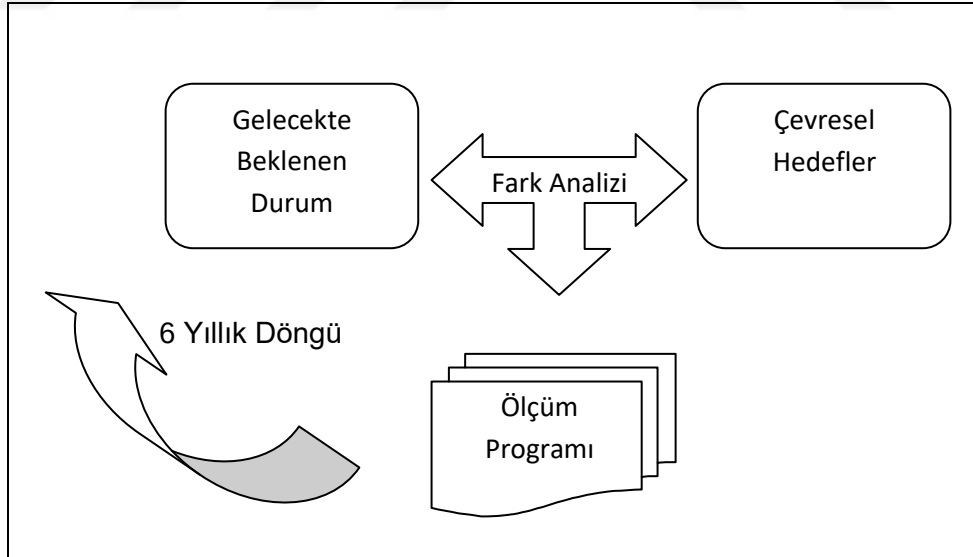
4. maddenin 7. fıkrasında ise Üye devletlerin başarısızlık durumlarında dahi Yönerge'yi ihlal etmemeleri gerektiği belirtilmiştir. Bu durumlar iki bent şeklinde şöyle tanımlanmıştır;

- "İyi" yeraltı suyu durumuna ulaşılamaması, "iyi" ekolojik statüsü, (ilgili olduğu durumlarda) iyi ekolojik potansiyel elde edilememesi, yüzey suyu kütlesinin fiziksel özelliklerinde veya yeraltı suyu kütlesi seviyesindeki

yapılan yeni değişikliklerin sonucu olarak yüzey suyu kütlesi veya yeraltı suyu kütlesi durumunda meydana gelecek bozulmaların önlenememesi

- Uzun soluklu insani gelişme faaliyetlerinin sonucu olarak bir yüzey suyu kütlesindeki kalite seviyesinin “çok iyi” durumdan “iyi” durum seviyesine gerilemesinin engellenememesi

Su Çerçeve Yönergesi’nde belirtilen hedeflere ulaşıp ulaşılamadığının tespit edilebilmesi için Yönerge’nin 5. maddesi *nehir havzası bölgelerinin özellikleri, insan faaliyetlerinin çevresel etkilerinin gözden geçirilmesi ve su kullanımının ekonomik analizinin yapılmasını* şart koşturmuştur. Ayrıca aynı maddede, *Her Üye Devlet, her bir nehir havzası bölgesi için veya kendi ülkesine giren uluslararası bir nehir havzası bölgesi için; bölge özelliklerinin analizini, insan faaliyetlerinin yüzey suları ve yeraltı suları üzerindeki etkisinin analizini ve su kullanımının ekonomik analizi yapmakla yükümlüdür. Ayrıca yapılan analizler gözden geçirilir ve gerekirse Yönerge’nin yürürlüğe girdiği tarihten en geç 13 yıl sonra ve de daha sonraki her altı yılda bir güncellenir* hükümleri de mevcuttur.



Şekil 2.17: Su Çerçeve Yönergesi Su Yönetimi Temel Şeması

Kaynak: N. Harmancıoğlu ve Y. Dalkılıç, **Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönergesi’nin Türkiye’de Uygulama Olanakları**, s.419.

Avrupa Birliği Ortak Çevre Politikası'nın en önemli prensiplerinden biri olan "kirleten öder" ilkesine SÇY'de de yer verilmiştir. Yönerge'nin 9. maddesinin 1. fıkrasında yer alan ifadeye göre, *çevre ve kaynak maliyetleri de dahil olmak üzere, su sağlayıcılarının eski haline getirilmesi maliyetleri, Üye Devletlerce kirleten öder prensibine uygun olarak karşılanır.* 1. fıkra ayrıca 2010 yılına kadar Üye Devletler;

- Su fiyatlandırma politikalarının, kullanıcıların su kaynaklarını verimli kullanabilmeleri için yeterli teşvik sunmasını sağlayacak ve böylece Yönerge'nin çevresel hedeflerine katkıda bulunacaklardır.
- Yapılan ekonomik analizlere dayanarak ve kirleten öder prensibi dikkate alınarak, farklı su kullanımlarının, en azından sanayiye, hane kullanımına ve tarıma ayrılmış olarak, su hizmetlerinin geri kazanılmasının maliyetlerinin karşılanmasına yeterli bir katkıda bulunması sağlanacaktır.

9. maddenin 3. fıkrasında ayrıca; *Bu maddede yer alan hiçbir şey, Yönerge'nin amaçlarına ulaşmak için belirli önleyici veya düzeltici önlemlerin finansmanını engelleyemez.* İfadesi yer almaktadır. Yani yönerge, su kaynaklarında bozulmaya neden olanın geri kazanım için gerekli ödemeyi yaparken, mevcut kaynakların korunması ve iyileştirilmesin hususunda yapılacak olan harcamaları korumuştur. Bir başka deyişle Üye Devlet, neden olduğu kirliliği ortadan kaldırırken yaptığı harcamaları genel koruma önlemlerine yönelik yaptığı ya da yapacağı harcamalardan mahsup edemez.

Yönerge'de yer alan maddelerden bir diğerk önemli madde ise "önlemler programı" başlığını taşıyan 11. maddedir. Bu maddeye göre, *Her Üye Devlet, her bir nehir havzası bölgesi için veya kendi sınırları içerisinde uluslararası bir nehir havzası bölgesi için bir önlemler programının kurulmasını sağlayacaktır. Bunu yaparken Yönerge'nin ilgili maddelerindeki gerekli analiz sonuçları dikkate alınarak belirtilen hedeflere ulaşılması amaçlanacaktır. Bu tür önlemler programları, ulusal düzeyde kabul edilen mevzuattaki ve bir Üye Devletin topraklarının tamamını kapsayan önlemlere atıfta bulunabilir.* 11. madde birçok fıkralar ve alt fıkralardan oluşan detaylı bir önlemler programı çerçevesi tarif eder. Kabaca değinmek gerekirse 11. madde genel anlamda şu kuralları içermektedir;

- Su kalitesinin genel anlamda (tüm kaynaklarda) korunması.

- Yüzey sularının ve yeraltı sularının kullanım amaçlı çekilmesi üzerinde kontroller sağlanması.
- Yapay su kaynaklarının yenilenmesi veya yeraltı suyu kütlelerinin artırılması için önceden yetkilendirilme şartının çıkarılması.
- Kirlenmeye neden olabilecek noktasal kaynaklar için kirleticilerin suya karışmasının yasaklanması.
- Kirlenmeye neden olabilecek dağınık kaynaklar için, kirleticilerin girişinin önlenmesi veya kontrol edilmesi.
- Meydana gelebilecek kazalar sonucunda oluşan kirlilik olaylarının etkilerini önlemek ve / veya azaltmak için gerekli olan önemlerin alınması.
- Önlemlerin uygulanmasında Üye Devletler tarafından, deniz sularının kirlenmesini arttırmamak için gerekli bütün adımların atılması.

SÇY havza temelli yönetim anlayışını benimsediği 3. madde ile açıklığa kavuşturulmuştur. 13. maddede de nehir havzalarının yönetilmesi için yapılacak olan planlamaların genel anlamda taşınması gereken nitelikler belirlenmiştir. Buna göre;

- Üye Devletler, tamamen kendi sınırları içinde kalan her bir nehir havzası bölgesi için bir nehir havzası yönetim planının hazırlanmasını sağlayacaktır.
- Tamamen Topluluğun içine giren uluslararası bir nehir havzası bölgesi olması durumunda, Üye Devletler tek bir uluslararası nehir havzası yönetim planı oluşturmak amacıyla koordinasyonu sağlayacaktır. Böyle bir uluslararası nehir havzası yönetim planının üretilmediği durumlarda, Üye Devletler Yönerge'nin amaçlarına ulaşmak için en azından kendi bölgelerine giren uluslararası nehir havzası bölgesinin kısımlarını kapsayan nehir havzası yönetim planları hazırlayacaklardır.
- Topluluğun sınırlarının ötesine geçen uluslararası bir nehir havzası bölgesinde, Üye Devletler tek bir nehir havzası yönetim planı hazırlamaya çalışacaklardır. Eğer bu mümkün olmazsa plan, en azından uluslararası nehrin ilgili Üye Devletin sınırları içerisinde bulunan havza bölümünü kapsayacaktır.
- Nehir havzası yönetim planları, su yönetiminin belirli yönleriyle ilgilenmek için alt havza, sektör, sorun veya su türü için daha ayrıntılı

programların ve yönetim planlarının üretilmesiyle desteklenebilir. Bu önlemlerin uygulanması Üye Devletleri Yönerge'nin geri kalan kısmındaki yükümlülüklerinin hiçbirinden muaf tutmayacaktır.

Yönerge'nin uygulanması konusunda kamuoyunun katılımı ve bilgilendirilmesi konusu da Yönerge'nin 14. maddesince ele alınmıştır. 14. maddeye göre;

- Üye Devletler, özellikle nehir havzası yönetim planlarının üretimi, gözden geçirilmesi ve güncellenmesinde, Yönerge'nin uygulanmasında tüm ilgili tarafların aktif katılımını teşvik edecektir. Üye Devletler, her bir nehir havzası bölgesi için, planların kamuoyuna yayımlanmasını ve kullanıcılar dahil olmak üzere kamuoyunun planlar hakkında yorum yapabilmesini sağlamalıdır.
- Nehir havzası yönetim planının taslak kopyaları, planın belirtildiği dönemin başlangıcından en az bir yıl önce yayımlanarak erişime açılacaktır. İstek üzerine, taslak nehir havzası yönetim planının geliştirilmesinde kullanılan geçmiş belgelere ve bilgilere erişim sağlanacaktır. Üye Devletler, aktif katılım ve istişareyi mümkün kılmak için bu belgeler hakkında yazılı olarak yorum yapılabilmesi için en az altı ay izin verecektir.

Su Çerçeve Yönergesi'nde yukarıda değinilen maddeler dışında suların kirlenmesinin engellenmesi ve kirliliğin kontrol edilmesi için stratejiler, teknik uyarlamalar, cezalar gibi maddeler de yer almaktadır. Suların "durum"ları ile ilgili göstergeler de ek kısmında tablolar şeklinde eklenmiştir. Uygulama açısından oldukça karmaşık bir yapıya sahip olduğundan Yönerge için ayrıca farklı tarihlerde iki bin sayfalık on dört adet rehber (Implementing the Water Framework Directive) de yayınlanmıştır¹⁸⁶. SÇY'nin uygulanması için atılacak adımları gösteren zaman aralığı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

¹⁸⁶ Ö. Bilen, **a.g.e.**, s.133.

Tablo 2.23: Su Çerçeve Yönergesi'nin Uygulanması İçin Zaman Çizelgesi

Yıl	Konu	Atrıf
2000	Yönerge'nin yürürlüğe girişı	Madde 25
2003	Ulusal mevzuata uyum	Madde 23
	Nehir Havzası Bölgelerinin ve Otoritelerinin Belirlenmesi	Madde 3
2004	Nehir havzasının tanımlanması: baskılar, etkiler ve ekonomik analiz	Madde 5
2006	İzleme ağının kurulması	Madde 8
	Kamuoyunun bilgilendirilmesine ve kamuoyundan fikir alınmaya başlanması (en geç)	Madde 14
2008	Nehir havzası yönetim planı taslağının sunulması	Madde 13
2009	Önlem programını içeren nehir havzası yönetim planının sonuçlandırılması	Madde 13 ve 11
2010	Fiyatlandırma politikalarının sunulması	Madde 9
2012	Uygulama önlem programlarının yapılması	Madde 11
2015	Çevresel hedeflere ulaşılması İlk yönetim döngüsünün sona ermesi İkinci nehir havzası yönetim planının ve ilk taşkın riski yönetim planının hazırlanması	Madde 4
2021	İkinci yönetim döngüsünün sona ermesi	Madde 4 ve 13
2027	Üçüncü yönetim döngüsünün sona ermesi, hedeflere ulaşılması için son tarih	Madde 4 ve 13
2033 ¹⁸⁷ (ve bundan sonraki her 6 yılda bir)	Nehir havzası yönetim planının gözden geçirilmesi	Madde 4 ve 13

Kaynak: https://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/info/timetable_en.htm
[14/10/19](https://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/info/timetable_en.htm) (Çevrimiçi).

Su Çerçeve Yönergesi uygulama takvimi yukarıda verilmiştir. Fakat SÇY'nin yürürlüğe girdiği tarihle karşılaştırıldığında takvim, bugün bazı farklılıklar içermektedir. Eski takvimde 2015 yılı için geçerli olan tek madde “çevresel hedeflere ulaşılması” iken bugün 2015 yılından “İlk yönetim döneminin sonu” sonu olarak

¹⁸⁷ Son madde takimin çalışmaya eklenmesinden bir gün sonra (15/10/2019) AB resmi makamlarınca takvime eklenmiştir.

bahsedilmiştir. Ayrıca aynı yıl için “ikinci yönetim planının hazırlanması” ve “risk planının hazırlanması” maddeleri de birer uygulama basamağı olarak eklenmiştir. Eski takvimde 2021 yılında “ilk yönetim döngüsünün sona ermesi” tek basamak olarak karşımıza çıkarken; yeni takvimde söz konusu yıl için aynı basamak “ikinci yönetim döngüsünün sona ermesi” uygulama basamağı olarak görünmektedir. 2027 yılı için ise “ikinci yönetim döngüsünün sona ermesi ve hedeflere ulaşılması için son tarih” ifadesi yer alırken yeni uygulama takviminde, “üçüncü yönetim döngüsünün sona ermesi ve hedeflere ulaşılması için son tarih” ibaresi yer almaktadır. Bu değişikliklere ek olarak eski takvimde yer almayan fakat hedeflere ulaşmak için eklenen bir tarih daha bulunmaktadır. Buna göre, 2033 yılında “ve bundan sonraki her 6 yılda bir” “nehir havzası yönetim planının gözden geçirilmesi” istenmektedir.

Su Çerçeve Yönergesi’nin uygulanması için takvimde belirlenen sürelerin uzayarak (bugün dahi) değişikliğe uğraması, belirlenen süreler içerisinde Yönerge’de yer alan “su durumunun bozulmaması” ve tüm AB suları için “iyi duruma” getirilmesi ana hedeflerine ulaşamamasından kaynaklanmaktadır. Bunun nedenlerini bazı araştırmacılar Yönerge’nin fazla karmaşık yapısını ve şimdiye kadar çıkarılan AB hukuki metinleri arasına “en kötüsü” olduğunu söyleyerek göstermiştir. Bazı görüşler ise Yönerge’nin su yönetimindeki “devrimci” tutkusunu ve ulusal düzeyde/birlik düzeyinde uygulama mekanizmalarının zayıflığını göstermektedirler.¹⁸⁸

¹⁸⁸ Nikolaos Voulvoulis, vd., “The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation”, **Science of the Total Environment**, Sayı 575, 2017, Amsterdam, (ss.358-366), s.363.

Tablo 2.24: Üye Devletler İçin Ortak Uygulama Sorunları

Uygulamadaki İlerleme		Üye Devlet Sayısı
İzleme ve Değerlendirme	Nehir havzası yönetim planlarının ve izleme süreçlerinin uygulanmasındaki boşluklar ve gecikmeler	18
	Durum değerlendirmeleri için metodolojilerin geliştirilmesi	17
	Eşik değer koşullarını belirlenmesi ve sonuçlandırılması	8
	Yoğun olarak değiştirilmiş ve yapay su kütlelerinin tasarım sürecini gözden geçirilmesi, iyileştirilmesi ve şeffaf hale getirilmesi	10
Su Kaynakları Üzerindeki Baskılar	Baskı analizlerinin iyileştirilmesi	11
	Zayıf baskıların ve etkilerin analizi	14
	Baskılar ve önlemler arasında açık bağlantıların kurulması (önlem programlarının geliştirilmesi için baskı ve etki analizinin geliştirilmesi)	21
	Baskıları ilgili kaynaklara, sektörlerle ve itici güçlere paylaştırma (nicel yöntemlere duyulan ihtiyaç dahil)	15
Politikaların Entegrasyonu	SÇY'nin uygulanmasında diğer AB yönergelerinin ve diğer yasal itici güçlerin daha iyi entegrasyonuna olan ihtiyaç	20
Fark Analizi	Temel önlemlerin boşluklarının ve etkinliğinin değerlendirilmesi	9
	Ek önlemlere olan ihtiyacın açıkça gerekçelendirilmesi ve ortaya koyulması	13
	Hedeflerin başarılmasına yönelik önlemler programını bilgilendirmek için gelişmiş boşluk analizinin yapılması	23
	Önlemlerin ölçeği hakkında daha fazla bilgi sağlamak (kapsam, maliyet ve su kütleleri üzerindeki beklenen etki)	9
Muafiyetler	Nehir havzası yönetim planlarında muafiyetlerin uygulanmasındaki yaklaşımları geliştirmek	9
	Hedeflere ulaşamama konusundaki istisnaların yeterince doğrulandığından emin olunması	20

Kaynak: http://www.globaqua-project.eu/files/WP12_D12_2_First_Policy_Briefs.pdf
19/10/2019 (Çevrimiçi).

SÇY uygulamasının AB Üye Ülkeleri genelinde koordinasyonu için harcanan çabaya rağmen, Yönerge'nin uygulanması Devletler arasında büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Uygulama konusunda isteklilik düzeyi, muafiyetlere olan güven ve ekonomik araçların uygulanması arasındaki önemli farklılıklar nedeniyle, uygulama süreci oldukça zorlayıcı olmuştur. Bu nedenle SÇY hedeflerine ulaşma konusunda ve AB sularının ekolojik durumunu iyileştirme yönünde ilerlemeler yavaş olmuştur.¹⁸⁹

2.3.3. AB Ölçeğinde Su Alanında Faaliyet Gösteren Kuruluşlar

Avrupa Birliği düzeyinde su alanında faaliyet gösteren, bağımlı ya da bağımsız, genellikle kar amacı gütmeyen bazı sivil toplum kuruluşları da bulunmaktadır. Bu kuruluşlar genellikle faaliyet türlerine göre birbirlerinden ayrılmış durumdadırlar. Bu kuruluşlardan en önemli olanları şöyle sıralanabilir;

- **The European Water Association (EWA):** Su ortamının yönetimi ve iyileştirilmesi ile ilgili bağımsız ve kar amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşudur. Atık su, içme suyu ve suyla ilgili atıklar da dahil olmak üzere tüm su sektörünü kapsayan Avrupa'nın en önemli uzman kuruluşlarından biridir. EWA, çoğu Avrupa Birliği Üye Devletinden olmak üzere neredeyse tüm Avrupa ülkelerinde bulunan üye kuruluşlardan oluşmaktadır. EWA'da temsil edilen AB dışı Avrupa ülkeleri ise Arnavutluk, Sırbistan, Norveç ve İsviçre'dir. EWA'nın amacı, Avrupa'da su sektöründe kilit durumda olan teknik ve politik konuların tartışılması için bir forum sağlamaktır. EWA, üyelerine AB mevzuatının geliştirilmesi ve standardizasyon konusunda bilgi verir ve uygun olduğunda taslağı etkilemeye çalışır. Avrupa Komisyonu, Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN), Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) ve Avrupa Parlamentosu'nun yanı sıra su ile ilgili diğer kuruluşlarla yakın temasları bulunmaktadır.¹⁹⁰
- **The Network for Water in European Regions and Cities (NETWERC H₂O):** Amacı suyun yönetimi ile ilgili sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesi olan Avrupa yerel (belediyeler düzeyinde) ve bölgesel yönetim işbirliğidir. Üniversiteler, araştırma merkezleri ve çeşitli Avrupa, Orta Doğu

¹⁸⁹ http://www.globaqua-project.eu/files/WP12_D12_2_First_Policy_Briefs.pdf 21/10/2019 (Çevrimiçi).

¹⁹⁰ <http://www.ewa-online.eu/who-we-are.html> 12/12/19 (Çevrimiçi).

ve Amerikan organları tarafından kurulan NETWERC H2O, bir iletişim kanalı, deneyimlerin paylaşılması ve duyurulması için bir forum olmanın yanı sıra, Avrupa ve transatlantik çapında projeler oluşturmak için bir platformdur.¹⁹¹

- **The European Water Partnership (EWP):** Brüksel merkezli kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. 2006'dan bu yana Avrupa ile ilgili ortak bir su vizyonu çerçevesinde insanları ve paydaşları birleştirerek harekete geçirmekte, politikalar, standartlar geliştirmekte ve 2030 yılına kadar Avrupa'nın su zorluklarını etkin bir şekilde ele almak için en iyi uygulamayı paylaşma amacını taşımaktadır.¹⁹²
- **Aqua Publica Europea (APE):** Kamuya ait su ve arıtma hizmetlerinin yanı sıra kamu su yönetimini hem Avrupa hem de uluslararası düzeyde desteklemek için çalışan diğer paydaşları bir araya getirir. APE, kurumsal çıkarlardan ziyade kamu yararına hizmet eden etkili çözümler arayan "operator-led" bir kuruluştur.¹⁹³
- **Aqua Europa (AE):** Belçika hukuku altında düzenlenmiş bir uluslararası birliktir. Avrupa su ve atık su endüstrisinin tedarik zincirinin çıkarlarını temsil eden bir Avrupa ticaret organları konfederasyonudur. Aqua Europa'nın amacı, su endüstrisinin tüm unsurları için adil ve rekabetçi bir pazar pazarının geliştirilmesini desteklemektir. AE, Avrupa su ve atık su endüstrisindeki temel teknik ve politik gelişmeleri izleyerek üyelere düzenli olarak rapor vermektedir. AE, su sektöründe faaliyet gösteren ve AE'nin amaç ve hedeflerini destekleyen tüm ulusal endüstri birliklerine de açıktır. AE 40 yıl önce faaliyete başladığında evsel ve küçük ölçekli ticari su arıtımına odaklanan uzman bir dernek olarak kurulmuştu. Fakat Mayıs 2005'te AB düzeyinde su ve atık su tedarik zincirinin çıkarlarını ve aynı zamanda sektördeki kurumsal üyeleri temsil eden bir ticaret birlikleri konfederasyonu olarak yeniden yapılandırıldı. AE'nin her üye her ülke başına bir temsilciden oluşan bir yönetim kurulu vardır.¹⁹⁴
- **European Federation of National Associations of Water Services (EurEau):** Hem özel sektörden hem de kamu sektöründen 29 ülkeden

¹⁹¹ <http://www.netwerch2o.eu/> 12/12/19 (Çevrimiçi).

¹⁹² <http://www.ewp.eu/> 12/12/19 (Çevrimiçi).

¹⁹³ <https://www.aquapublica.eu/about> 12/12/19 (Çevrimiçi).

¹⁹⁴ <http://aqua-europa.eu/the-association/> 14/12/19 (Çevrimiçi).

ulusal içme ve atık su servis sağlayıcıları federasyonudur. Federasyonun amacı su kalitesi yönetimi, kaynak verimliliği, vatandaşlar ve işletmeler için Avrupa su endüstrisi konuları üzerinde anlaşmaya varmaları için su profesyonellerini bir araya getirmektedir. Federasyon, tüm kullanımlar için verimli su hizmetlerinin sunulmasına en iyi şekilde olanak sağlayan Avrupa yasal çerçevesini desteklemek için politika yapıcılarla işbirliği yapmaktadır. Bunların yanı sıra su ortamına yönelik tehditler hakkında farkındalık yaratmayı da amaçlamaktadır.¹⁹⁵

• **European Network of Freshwater Research Organisations (EurAqua):**

EurAqua'nın amacı, Avrupa tatlı su bilimi ve teknolojisinin gelişmesine ve bunun Avrupa ölçeğinde yayılmasına büyük ölçüde katkıda bulunmaktır. EurAqua ortak kurumları, Avrupa Birliği üyesi ülkelerde ve Norveç'te genel olarak kamuya açık tatlı su araştırma enstitüleridir. Ortaklar, su şirketlerinin yanı sıra ulusal politikaları da geniş ölçüde desteklemektedirler. Ülke içinde, EurAqua üyeleri diğer ilgili kurumlarla yakından bağlantılıdır ve 23 ülkeden 24 ortak kurumdan oluşmaktadır. EurAqua, aşağıdaki dört faaliyet türünü gerçekleştirerek vizyonuna ulaşmayı amaçlamaktadır: "Bilim İşbirliği" - EurAqua, araştırma kaynaklarının işbirliğini ve entegrasyonunu güçlendirmek ve ayrıca bilimsel kurumlar ve / veya araştırma ekipleri arasında bilginin etkin bir şekilde aktarılmasını kolaylaştırmak. "Bilim Politikaları İşbirliği" - EurAqua, araştırma sonuçlarını son kullanıcılarla işbirliği yapmak ve değiş tokuş etmek için harekete geçerek, bilim-politika arayüzü ve inovasyon açıkları arasında köprü kurmak. "Araştırma ihtiyaçlarının tespiti ve onaylanması" - EurAqua, bugünün politikasını uygulamak ve gelecekteki ortaya çıkacak zorluklar için gereken araştırma ihtiyaçlarını belirlemek ve doğrulamak. "EurAqua'nın verimliliği ve gücü" - EurAqua, etkinliğini artırmak amacıyla ortakları arasındaki bilgi akışını aktif olarak takip etmek.¹⁹⁶

- **Water Europe (WE):** Avrupa Komisyonu (EC) tarafından 2004 yılında su için Avrupa Teknoloji Platformu (European Technology Platform - ETP) olarak WssTP adıyla meydana getirilmiştir. ETP statüsü, ETP2020 stratejisine uygun olarak 2013 yılında Avrupa Komisyonu tarafından

¹⁹⁵ <http://www.eureau.org/about> 14/12/19 (Çevrimiçi).

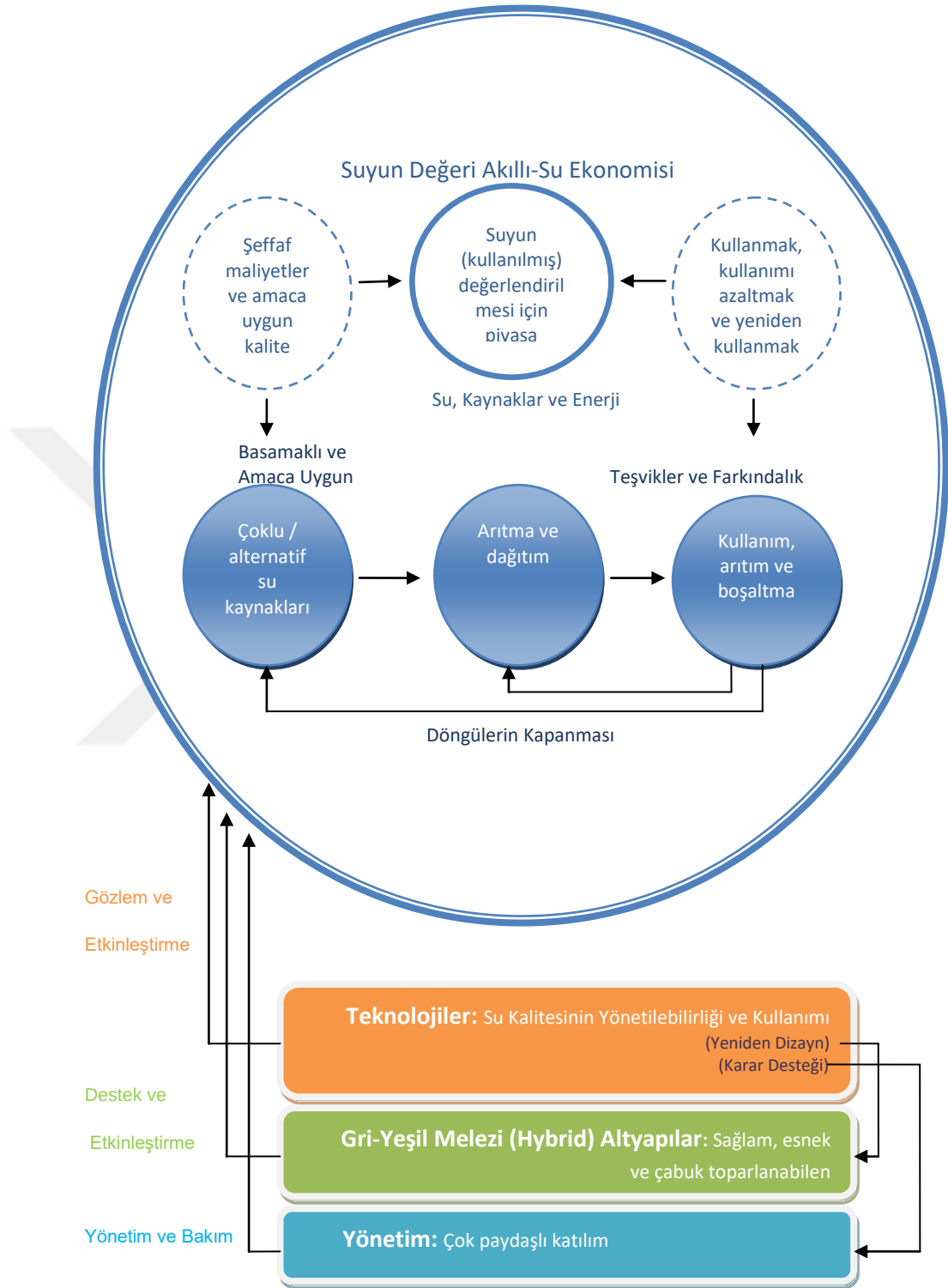
¹⁹⁶ <http://www.euraqua.org/content/whatiseuraqua.4.4a4d22a41128e56161b800012068.html> 14/12/19 (Çevrimiçi).

yenilenmiştir. 2007 yılında, Belçika hukuku altında faaliyet gösteren üye tabanlı çok paydaşlı bir platforma dönüşmüştür. O zamandan beri, kuruluşun üyeliği ve faaliyetleri, suyun tüm değer zincirini temsil etme ve bir Avrupa Akıllı-Su Toplumu (European Water-Smart Society) elde etme isteği doğrultusunda sürekli büyümüş ve gelişmiştir.¹⁹⁷ Akıllı-su toplumun gerçekleştirilmesine yardımcı olmak için, Avrupa'daki araştırma, geliştirme ve inovasyon yatırımlarını inceleyen Water Europe, dört temel etki parametresine odaklanmıştır. Bunlar, Avrupa toplumunun doğal su kaynaklarımız üzerindeki etkisini % 50 azaltmak; Toplum, ekonomi ve çevre için suyun gerçek değerini vermek, Avrupa su pazarını ve Avrupa su endüstrilerinin küresel rekabetçiliğini arttırmak, Topluluğun su konusunda uzun vadeli esnekliğini, istikrarını, sürdürülebilirliğini ve güvenliğini güvence altına almaktır. Akıllı-Su toplumu için Water Europe'un geleceğe dönük modeli, araştırma ve geliştirmeyi yürütmek için dört temel bileşenden oluşmaktadır.¹⁹⁸ Bunlar, 1. Suyun Değeri: Yeniden kullanımı arttırmak ve rasyonel su kullanımını sağlamak için eko-inovasyon dayalı sistem yaklaşımı, son teknoloji ürünü bir su altyapısı, dairesel bir su ekonomisi ve gerçek değere dayalı yeni ekonomik modeller kullanarak Akıllı-Su ekonomisi geliştirmek. 2. Yeni Dijital Teknolojiler ve Su Teknolojileri: Su dağıtım sistemlerinde kılcal bir sensör ağı ile su için gelişmiş dijital çözümler kullanarak veri elde etmek ve bu yeni bilgileri gerçek zamanlı yönetim için kullanmak. 3. Hibrit Gri ve Yeşil Su Altyapısı: Su dağıtım ve su servis sistemlerini doğal ekosisteme entegre, yüksek teknoloji ürünü, insan yapımı bir su altyapısı olarak yeniden düşünmek ve tasarlamak. 4. Kapsayıcı Çok Paydaşlı Yönetişimin Sağlanması: Tüm kullanıcılar ve sektörler için suyun gerçek değerini anlamaya uygun ve suyun kullanılabilirliğini yöneten yeni yönetim modelleri, gelişmiş gerçek zamanlı karar destek sistemleri ve her seviyede bilgi alışverişi ile desteklenen mekanizmalar oluşturmak.¹⁹⁹

¹⁹⁷ <https://watereurope.eu/who-are-we/> 18/12/19 (Çevrimiçi).

¹⁹⁸ Water Europe, **The Value of Water, Multiple Watersfor Multiple Purposes and Users, Towards a Future-Proof Model for a European Water-Smart Society**, The European Technology Platform for Water, 2017, Brussels, s.5.

¹⁹⁹ Water Europe, **A.e.**, s.6.



Şekil 2.18: WE'nin Akıllı-Su Toplumu İçin Geleceğe Dönük Olarak Tasarladığı Model

Kaynak: Water Europe, *The Value of Water*, 2017, s.21.

AB Su İttifakı (EU Water Alliance)

EU Water Alliance, Avrupa ölçeğinde su alanında faaliyet gösteren çatı kuruluşların (EWA, NETWERC H₂O, EWP, APE, AE, EurEau, WE) AB çapında daha iyi temsil edilebilmesi, tanınması ve aralarındaki eş güdümün sağlanarak daha etkin bir şekilde çalışabilmesi için oluşturulmuş gayri resmi bir kuruluştur.²⁰⁰ Kuruluş, Juncker Komisyonu (2014-2019) göreve başlarken komisyonun suyun önemini hatırlatmak ve su politikasının şekillendirilmesi için izlenilmesini istediği bir öncelikli alanlar listesi yayınlamıştır. Belgede ilk göze çarpan özellik, her biri ilgili komisyere yönelik olmak üzere on üç farklı başlığa ayrılmış olmasıdır. Hemen hemen her başlıkta su politikası ile ilgili taleplerin diğer AB politikaları ile bütünleşik bir bakış açısıyla ele alınması gerektiğine yönelik ifadeler bulunmaktadır.

EU Water Alliance'ın Komisyonun dikkatine yönelik olarak yayınladığı belge, AB ölçeğinde bütünleşik bir su politikasının genel hatlarını göstermesi bakımından önemlidir. Belgede yer alan başlıklar ve genel içerikleri şu şekildedir²⁰¹;

1. **Araştırma, Bilim ve Yenilik (Research, Science and Innovation):** Bu alanlarda tüm teknoloji seviyelerini kapsayan eksiksiz bir yenilik zincirine katılımı garanti ederek suyun önemini desteklemek. Ufuk 2020 (Horizon 2020, yaklaşık 80 milyar € 'luk finansmanla, 2014-2020 yılları arasında uygulanacak olan bugüne kadarki en büyük AB Araştırma ve Yenilik programıdır²⁰²), programında yer alan başlıklarla kesişmesini sağlayarak suyun önemini daha da dikkat çekici hale getirmek. Bunun yanında su alanındaki yeniliklerin ticari değerinin AB içinde güçlendirilmesini sağlamak. Bunun yanında Avrupa Yenilikçilik Ortaklıkları (European Innovation Partnerships - EIP)'nin üst düzey liderliğini güvence altına almak; yeterli kaynak ve etkili bir yönetim modeli benimsemek ve özellikle su alanındaki AYO olmak üzere tüm AYO'ların uzun vadeli etkilerle büyük ölçekli sistemik değişiklikler yapma yeteneklerini güçlendirmek. Bu alanda son olarak istenen ise, yenilikçi bir su sektörü

²⁰⁰ <https://eu-wateralliance.eu/> 21/12/19 (Çevrimiçi).

²⁰¹ EU Water Alliance, **Main Priorities for Water under the Juncker Commission (2014-2019)**, 2014, b.y., ss.3-15.

²⁰² <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020> 23/12/19 (Çevrimiçi).

için yeni yenilikçi finansal mekanizmaların oluşturulmasını teşvik etmektedir.

2. **Çevre (Environment):** AB Su Çerçeve Yönergesi'nin ve AB Taşkın Yönergesi (EU Flood Directive)'nin tam olarak uygulanması, özellikle; kaynakların eski haline getirilmesi maliyetinin ve su fiyatlandırmasında şeffaflık ilkesinin sağlanması. Ayrıca AB Ortak Çevre Politikası'nda yer alan; kaynak verimliliğini gözeten ve döngüsel olan bir ekonominin itici gücü olarak sürdürülebilir su yönetiminin teşvik edilmesi, kirliliğin kaynağında önlenmesi ilkelerinin uygulanması.
3. **Sağlık ve Gıda Güvenliği (Health and Food Safety):** AB vatandaşlarına içme suyu güvenli, sağlıklı ve temiz içme suyu sağlanması için çalışan, kaynaklarının kararlı bir şekilde korunmasını gerektiren bir sağlık politikası. Farmasötik ürünlerden kaynaklanan kirliliğin dikkate alınması. İnsan kullanımına yönelik olarak geliştirilmiş tıbbi ürünler için stratejik bir yaklaşımın geliştirilmesi ve içme suyu kaynaklarının korunmasını sağlamak için ilaçların yaşam döngüsünün farklı aşamalarında alınacak önleyici tedbirlerin teşvik edilmesi. Vatandaşların sağlığını ve çevreyi korumak için kirliten öder ilkesinin AB Çevre Politikası'nda formüle edildiği şekilde uygulanmasını sağlamak.
4. **Tarım ve Kırsal Kalkınma (Agriculture and Rural Development):** Tarım ve su yönetimi arasındaki etkileşimler ve karşılıklı bağımlılık tanınmalı ve AB'nin yenilenmiş Ortak Tarım Politikası'nın uygulanması yoluyla AB su politikası hedeflerinde ilerlemeler olmasını sağlamalıdır. Mevcut araçlarda gerekli değişiklikler veya AB su hedeflerini karşılayabilen, su kirliliği (mikro kirleticiler dahil) ve kaynaktan aşırı su çekimi gibi sorunlarla başa çıkabilecek yeni araçlar geliştirilmelidir. Komisyon, Üye Devletler'den tarımsal uygulamaların neden olduğu su kirliliğinin kaynağında önlenmesini ve su kaynakları üzerindeki baskının değişimini ölçebilecek yöntemlere sahip olmalarını istemelidir. OTP bütçesinin kamu yararı gözetilerek dağıtılmasını sağlayacak düzenleyici ve gönüllü yönetim yaklaşımları birleştirilmelidir. Tarımdan sorumlu Komiser, su ve tarım alanında faaliyet gösteren AYO'lar arasındaki sinerjinin en üst düzeye çıkarılmasını taahhüt edecektir.

5. **İç Pazar, Sanayi, Girişimcilik ve KOBİ'ler: (Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs):** Endüstriyel rekabetçiliği güçlendirmek için su sektöründeki yenilikçi çözümlere yönelik –yeşil sanayiye dönüşüm, kaynak kontrol önlemleri üzerindeki eylemleri güçlendirilmesi, suya kıt doğal kaynak olarak yaklaşmak, suyun yeniden kullanımını arttırmak için yenilikçi çözümler geliştirmek- gibi yaklaşımların birleştirilmesini teşvik edilmelidir. Sürdürülebilir bir AB endüstrisi için “bütünleşik” su yönetimine katkıda bulunma taahhüt edilmelidir.
6. **Bölgesel Politika (Regional Policy):** Sudaki yenilikler için akıllı uzmanlaşma stratejileri geliştirerek bölgelerin özel ihtiyaçlarına odaklanan su alanındaki yenilik hamlelerinin daha etkin şekilde bütünleşmesini desteklemek. Su konularının büyüme ve kaynak verimliliği için bir itici güç olarak Avrupa Kentsel Gündemi (Urban Agenda for Europe)’ne dahil edilmesini sağlamak. İnovasyon süreçlerini hızlandırmak için sık sık sorun yaratan veya yatırımları ve girişimleri yavaşlatan engelleri en aza indirmek. Bunun için de yenilik süreçlerini ve mevzuatın bölgesel uyumunu hızlandırmak. Su alanındaki yenilikçiliğe uyumlu olarak su sektörüne daha büyük stratejik yatırımlar yapmak.
7. **İklim (Climate):** Yapılan araştırmalar sonucunda tatlı su kaynaklarının iklim değişikliğinden gelecek yıllarda geniş çapta etkileneceğine dair güçlü kanıtlara ulaşılmıştır. Küresel ısınma sonucunda meydana gelecek iklim değişikliği, Avrupa’yı gelecekte iki tür sorunla yüz yüze bırakacaktır. Bunlardan birincisi kıtanın güneyinde yağışların azalmasıyla meydana gelecek olan kuraklık, ikincisi ise tüm kıtada görülecek olan taşkınlardır. Bu iki sorun yalnızca su kaynaklarını miktar ve kalite bakımından etkilemekle kalmayacak aynı zamanda dolaylı olarak tüm sektörleri olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle, AB düzeyinde iklim değişikliğini azaltma çabaları ve ulusal düzeyde iklim uyum stratejileri konusunda su hususlarını dikkate alan, iklim değişikliğine karşı daha dayanıklı bir Avrupa için çalışmalıdır. Ek olarak, iklim değişikliğine uyum bağlamında girişimleri bir araya getirmek ve yenilikçi çözümlerin ekonomik uygulanabilirliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini arttırmak için suyun diğer politikalara bütünleştirilmesi sağlanmalıdır. Belediyeler ölçeğinde su

hassasiyetinin artırılmasına, su hassasiyeti yüksek akıllı kentler ve topluluklar oluşturma yönelik önlemler alınmalıdır.

8. **Enerji Politikası (Energy Policy):** Enerji sektörünün suya olan önemini ve bağımlılığını tanınmalı ve böylece enerji politikasının su miktarı ve kalite hususlarına dayandırılmasını sağlamalıdır. Su sektörünün enerji kullanımını azaltmak, sudan (ve de atık sudan) enerji elde üretmek ve su tabanlı yenilenebilir enerji sağlamaya yönelik yeni teknolojilere kavuşmak için araştırma, geliştirme ve pazar yatırımı sağlanmalıdır. Enerji altyapısı öngörülemeyen hidrolojik olaylara karşı hazırlıklı hale getirilmelidir.
9. **Dijital Ekonomi ve Toplum (Digital Economy and Society):** Bilgi ve İletişim Teknolojileri, su kaynaklarının ve ekosistemin korunmasında sürdürülebilir olarak kullanılmasında, su dağıtım ağının kalitesi ve güvenliği alanında, su artıma ve işleme sürecinde enerji ve kaynak kullanımının en uygun hale getirilmesinde üretilecek ileri düzey bilgilerin ve yeniliğin önemli etkileri olacaktır. Bu nedenle su, AB BİT politikasında öncelikli bir yere sahip olmalıdır. Su, EIP Akıllı Şehirler ve Topluluklar Stratejik Uygulama Planı (Strategic Implementation Plan of the EIP Smart Cities and Communities) ile bütünleştirilmelidir.
10. **Uluslararası İşbirliği ve Kalkınma (International Cooperation and Development):** Suyun uluslararası sürdürülebilir kalkınmanın kilit bir unsuru olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, suyun ilgili uluslararası politikanın ilgili alanlarıyla bütünleşmesi sağlanmalı ve suyun tek başına dahi başlı başına önemli bir konu olduğu vurgulanmalıdır. Su, AB Değişim Gündemi'nin kesişen temasıdır. Bu nedenle, suyun AB kalkınma politikasının uygulanması ile özel destek, finansman araçları ve belirli eylemler yoluyla tam olarak bütünleşmesi sağlamalıdır. Mevcut uluslararası platformlarla ve girişimlerle işbirliği yaparak, su alanındaki kapasite geliştirme faaliyetlerine yeterli mali destek sağlanmalıdır.
11. **İnsani Yardımlar ve Kriz Yönetimi (Humanitarian Aid and Crisis Management):** Giderek sıklaşan su / iklim felaketlerinin etkisini azaltmak için diğer politika alanları ile eşgüdümün artırılması böylece, suyun İnsani yardım ve Sivil Koruma konusunda daha belirgin bir eylem aracı haline gelmesi sağlanmalıdır. Afet anında su ve arıtma işlemlerine

öncelik verilmesi sağlanmalıdır. Bunun yanında İklim değişikliğinin afet müdahalesi üzerindeki etkileri değerlendirilerek uygun tedbirler alınmalıdır.

12. **Denizcilik ve Balıkçılık (Maritime Affairs and Fisheries):** Mevcut bütünleşik deniz ve denizcilik politikaları diğer politika alanları ile içinde bulundukları işbirliği hali devam ettirilmelidir. Avrupa ölçeğinde deniz ve tatlı su kirliliği azaltılmalıdır. Kıyı bölgesi gelişimi ve sürdürülebilir büyüme için fırsatları ve gerekli varlık yönetimini temel alan ayrıca, deniz planlaması için genel (ekonomik) avantajları destekleyen ek kılavuzlar geliştirilmeye başlanmalıdır.

13. **Ulaştırma ve Uzay (Transport and Space):** İç su taşımacılığının sürdürülebilir olarak geliştirilmesi sağlanmalıdır. Enerji, Su ve Çevre gibi diğer AB politikalarıyla daha fazla bütünleştirilmesi ve daha fazla kazan-kazan (win-win) durumu yaratmak için bilgi boşluklarının kapatılması gereklidir. Tüm ulaşım altyapılarının artan hidrolojik olaylara ayak uydurabilmesi için daha çok Ar-Ge yatırımı teşvik edilmelidir. Su yönetimi konularında karar almayı desteklemek için su döngüsü konusunda yeryüzü gözlem verilerinin güvenilir ve kolay bir biçimde bulunması sağlanmalıdır. Uzay araştırmalarındaki uygulamalar için suyun geri dönüşümüne yönelik araştırma ve yeniliklerin önemli kavranmalıdır.

AB Su İttifakı tarafından dile getirilen taleplerde, Avrupa Yenilikçilik Ortaklıklarına, AB Su Çerçeve ve AB Taşkın Yönergelerine defalarca atıf yapılmıştır. Komisyon'un faaliyetlerini yürütürken bu düzlemlere bağlı kalması gerektiği sık sık hatırlatılmıştır. İttifak, Komisyon'un sadece AB ölçeğinde tasarlanmış olan yönerge ve oluşumları değil aynı zamanda Birleşmiş Milletler ölçeğinde oluşturulan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDGs) gibi amaçların da gözetilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Belgenin kapsayıcılığı AB yürütme organı olan Komisyon'un, su politikasını yürütürken diğer politika alanları, sektörler ve uluslararası düzenlemeler/örgütler ile tam anlamıyla bütünleşik bir politika yürütmesi gerektiğini göstermektedir.

Juncker Komisyonu'ndan sonra von der Leyen Komisyonu (2019-2024) göreve başlamıştır. Göreve başlamadan önce Komisyon Başkanı Adayı sıfatıyla von der Leyen, adaylık sürecinde kendi yönetimi altında bir Komisyonun seçilmesi

durumunda nasıl bir siyasi yol haritası izleyeceğine dair bir belge yayınlamıştır. Yol haritası, altı politik yönerge başlığı üzerine odaklanmıştır. Bunlar²⁰³;

- Avrupa Yeşil Anlaşması
- İnsanlar için çalışan bir ekonomi
- Dijital çağa uygun bir Avrupa
- Avrupa yaşam tarzımızı korumak
- Dünyada daha güçlü bir Avrupa
- Avrupa demokrasisi için yeni bir çaba

Nitekim von der Leyen Komisyon başkanı olarak seçildikten sonra göreve başlarken Başkan sıfatıyla Komisyon'a hitaben, Komisyon tarafından yayınlanan resmi bir yazı ile Komisyon'un çalışma yönteminin nasıl olacağını belirtmiştir. Bu yazıda yer alan IX. Başlık Yeşil Komisyonudur. Başlığın altında çok kısa bir paragraf yer almaktadır. Buna göre Komisyon, Çevresel Yönetim Sistemi (Environmental Management System/EMAS) aracılığıyla faaliyetlerinin çevresel etkilerini iyileştirmek için enerji, su ve kağıt tüketimi, atık yönetimi ve CO₂ emisyonu alanlarında mevcut çabalarını düzenleyecek ve yeni girişimler başlatacaktır. Ayrıca personelinin ekolojik bir hareket tarzını benimsemesini sağlayacak ve yeşil ekonomi ilkelerinin daha iyi uygulanmasını sağlayacaktır.²⁰⁴

Komisyon'un çalışma yöntemlerinin belirtildiği ilk resmi yazının yayınlanmasından on gün sonra von der Leyen'in adaylık sürecinde izlenecek yol haritası olarak belirttiği altı politik yönergeden ilki olarak verilen Avrupa Yeşil Anlaşması (AYA) resmi bir yazı halinde Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır. Belge Komisyondan, Avrupa Konseyi, Zirve, Avrupa Parlamentosu, Ekonomik ve Sosyal Komite ve Bölgeler Komitesi'ne yönelik bir tebliğ niteliğinde hazırlanmıştır. Tebliğ, Avrupa Birliği ve AB vatandaşları için bir Avrupa Yeşil Anlaşması düzenlemektedir. Tebliğ ile Komisyon, tanımlayıcı görev olarak iklim ve çevre ile ilgili zorluklarla mücadele taahhüdünü yeniden uyarlar. Tebliğ metnin giriş kısmında IPCC'ye atıfla, atmosfer ısındığı ve iklimin her geçen yıl değiştiği, gezegendeki sekiz milyon türden bir milyonunun kaybolma riski altında olduğu,

²⁰³ Ursula von der Leyen, **A Union That Strives for More My Agenda for Europe, Political Guidelines for the Next European Commission 2019-2024**, European Commission, 2019, Brussels, s.4.

²⁰⁴ European Commission, **Communication from the President to the Commission, The Working Methods of the European Commission**, 2019, P(2019) 2, Brussels, s.19.

ormanların ve okyanuslar kirlendiği ve yok edildiği belirtilmektedir. Ardından ise Avrupa Yeşil Anlaşması'nın bu zorluklara bir yanıt niteliği taşıdığı ve AYA'nın 2050 yılında net sera gazı salınımı bulunmayan ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayrıldığı modern, kaynak verimli ve rekabetçi bir ekonomiyle AB'yi adil ve refah dolu bir topluma dönüştürmeyi amaçlayan yeni bir büyüme stratejisi olduğu belirtilmiştir.²⁰⁵

Avrupa Yeşil Anlaşması'nın içerdiği unsurlar Şekil 2.19'da gösterilmiştir. Söz konusu belge AB için sürdürülebilir bir ekonomi oluşturmayı amaçlamakta ve iklim değişikliği ile mücadele konusunun yanı sıra su kaynaklarının korunması hususunda da birçok noktaya değinmektedir. Bulundurduğu unsurların içerikleri kısaca şöyledir²⁰⁶,

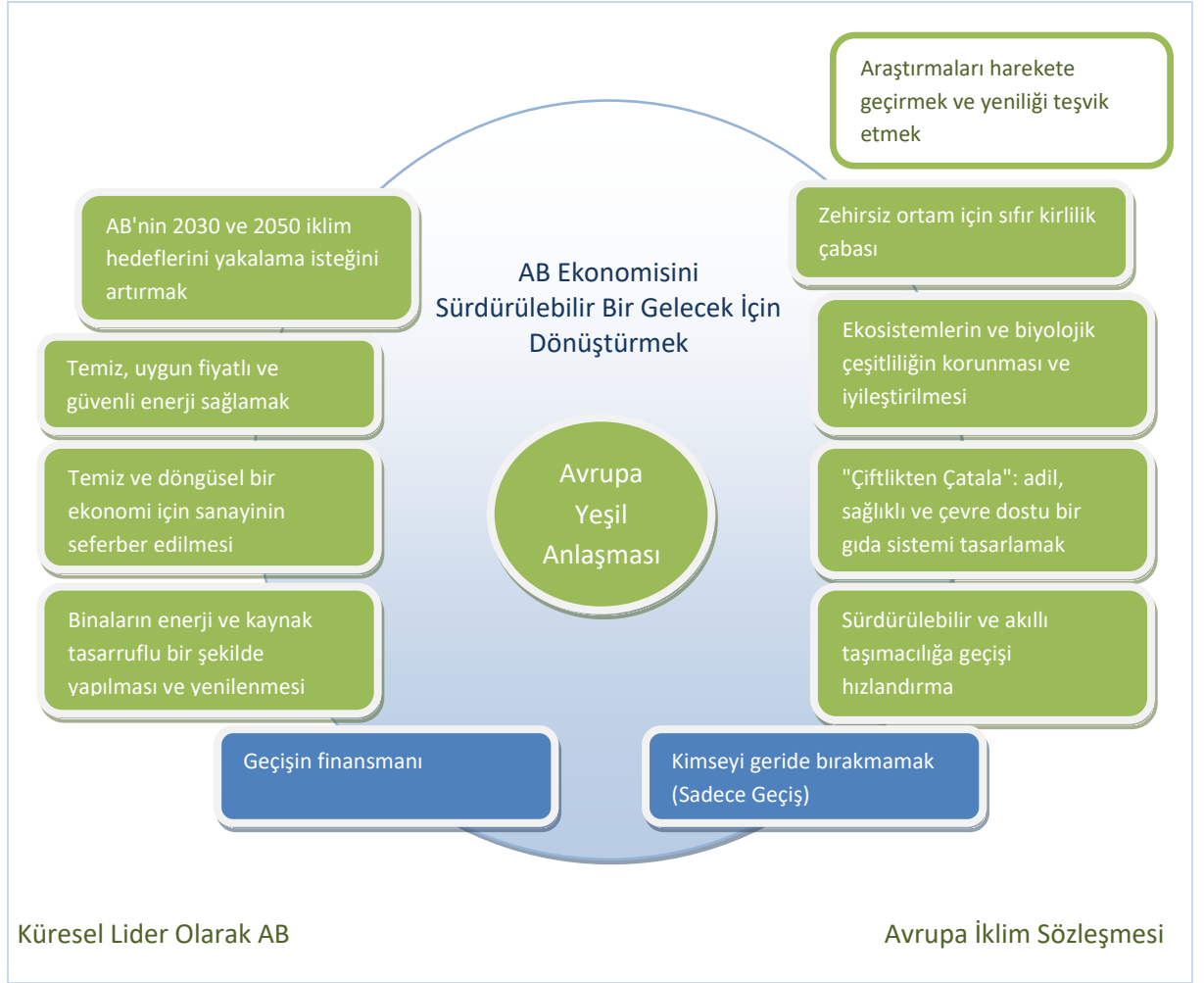
• **AB'nin 2030 ve 2050 iklim hedeflerini yakalama isteğini artırmak:**

Komisyounun hali hazırda 2050 yılına kadar tarafsızlığına (neutrality) nasıl ulaşılacağı konusunda net bir vizyona (komisyounun "COM (2018) 773" kodlu tebliği) sahiptir. Komisyon, Mart 2020'ye kadar ilk Avrupa "İklim Yasasını" önerecektir. Bu, mevzuattaki 2050 iklim tarafsızlığı hedefini kapsayacaktır. İklim Yasası, tüm AB politikalarının iklim tarafsızlığı hedefine katkıda bulunmasını ve tüm sektörlerin rol oynamasını sağlayacaktır. Özellikle karbon salınımını azaltmaya yönelik olan karbon fiyatlaması, karbon sızıntısı riskini azaltmak gibi önlemler bu başlık altında ele alınmıştır.

• **Temiz, uygun fiyatlı ve güvenli enerji sağlamak:** Bu başlıkta enerji sisteminin karbondan arındırılması, 2030 ve 2050 yıllarında iklim hedeflerine ulaşmak için kritik öneme sahip olduğu belirtilmektedir. Ekonomik sektörlerde enerji üretimi ve kullanımı AB'nin sera gazı emisyonlarının % 75'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi çok büyüktür. Bu bağlamda su potansiyeli kullanılan enerji üretim yöntemleri de birer seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

²⁰⁵ European Commission, **Communication from the Commission to The European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions, The European Green Deal**, 2019, COM(2019) 640 final, Brussels, s.2.

²⁰⁶ European Commission, **A.e.**, ss. 4-20.



Şekil 2.19: Avrupa Yeşil Anlaşması

Kaynak: European Commission, **The European Green Deal**, 2019, s.3.

- **Temiz ve dögüsel bir ekonomi için sanayinin seferber edilmesi:** Toplam sera gazı salınımının yaklaşık yarısı, biyolojik çeşitlilik kaybının % 90'ından fazlası ve su kaynakları üzerindeki baskı; doğal kaynakların çıkarılması, malzemelerin, yakıtların ve gıdanın işlenmesinden ileri gelmektedir. AB sanayisi değişim gösteriyor olmasına rağmen hala sera gazı salınımının %20'sinden sorumludur ve hala çıkarılarak veya satın alınarak ürünlere işlenip katılan, sonra da atık olarak çıkan ya da sera gazı olarak doğaya salınan maddelere bağımlıdır. AB sanayisinde kullanılan malzemenin yalnızca %12'si geri dönüşümden sağlanmaktadır. Bu sebeple kaynakları korumak adına AYA AB sanayisini dönüştürme sürecini hızlandırmak için bir model oluşturmayı destekleyecek ve

hızlandıracaktır. Bu amaçla Komisyon, Mart 2020’de bir sanayi stratejisini benimseyecektir. Bunu enerji yoğun (dolayısıyla su tüketimi yoğun) olan sektörleri dekarbonize ve modernize edecektir. Ekonomide döngüsel bir yapı oluşturmak için bir plan hazırlayacaktır. Bu plan yoğun doğal kaynak kullanımı yapan sektörleri döngüsel ekonomi terimine uygun olarak dönüştürmeyi kapsamaktadır. Buna göre plastik,  imento, tekstil gibi sektörler dönüştürülerek çevreye daha az zararlı daha az kaynak tüketir hale getirilecektir. Ayrıca daha dayanıklı, onarıma ve geri dönüşüme daha elverişli ürünlerin üretilmesi kaynakların korunmasına yardımcı olacaktır. Mümkün olduğunca az atık çıkarmak, tüketiciyi daha sürdürülebilir ürünleri tercih etmek konusunda bilgilendirmek ve “yeşil dolandırıcılık (greenwashing)” riskini azaltmak planın hedefleri arasındadır. Son olarak yapay zeka, 5G, nesnelerin interneti gibi dijital teknolojiler, birçok farklı sektörde AYA’nın sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda, hava ve su kirliliğinin uzaktan izlenmesi veya enerji ve doğal kaynakların nasıl kullanıldığının izlenmesi ve optimize edilmesinde yeni fırsatlar sunduğu için önemli görülmektedir.

- **Binaların enerji ve kaynak tasarruflu bir şekilde yapılması ve yenilenmesi:** Binaların inşaatı, kullanımı ve yenilenmesi önemli miktarda enerji ve mineral kaynağı gerektirir ( rneğin kum, çakıl,  imento). Bu kaynakların üretilmesi için ciddi miktarda su girdisi sağlamak gereklidir. Bu bağlamda inşaat maddesini girdisinde yeni yöntemlerle meydana gelecek azalma ve enerji tasarrufu ile binaların yalıtılması ile elde edilecek enerji tasarrufu dolaylı olarak su tüketiminde de tasarruf sağlayacaktır. Binalar tebliğe göre tüketilen enerjinin % 40’ını oluşturmaktadır. Bugün  ye Devletlerde bina stokunun yıllık yenileme oranı % 0,4 ile % 1,2 arasında değişmektedir. AB’nin enerji verimliliği ve iklim hedeflerine ulaşmak için bu oranın en az iki katına çıkması gerekmektedir. Komisyon, binaların enerji performansı ile ilgili mevzuatı (Binaların Enerji Performansı Yönergesi) titizlikle uygulayacaktır. Bu,  ye Devletlerin ulusal uzun vadeli yenileme stratejilerinin 2020 yılında bir değerlendirmesiyle başlayacaktır. Komisyon ayrıca, Avrupa emisyon ticaretine binalardan emisyonların dahil edilmesi olasılığı üzerine çalışmalar başlayacaktır. Buna ek olarak, Komisyon Yapı Malzemeleri Yönetmeliğini (Regulation (EU) No 305/2011) de gözden

geçirecektir. Tüm bunlar yapılırken her aşamada yeni ve yenilenmiş binaların tasarımının döngüsel ekonominin ihtiyaçları ile uyumlu olması sağlanacak, bina stokunun artan dijitalleşmesine ve iklimin korumasına dikkat edilecektir.

- **Sürdürülebilir ve akıllı taşımacılığa geçişi hızlandırma:** Avrupa sera gazı salınımının dörtte birinin kaynağı olan taşımacılığın 2050 yılı düşük karbon hedeflemesini yakalayabilmesi için sera gazı salınımını %90 oranında azaltması gerekmektedir. Bu amaç için karayolu, demiryolu, havacılık ve su bazlı taşımacılığın söz konusu azaltım hedefine katkıda bulunması gerekecektir. Bu da sürdürülebilir taşımacılığın başarılması, kullanıcıların önce gelmesi ve mevcut hareketlilik alışkanlıklarına daha uygun fiyatlı, erişilebilir, daha sağlıklı ve daha temiz alternatifler sunması anlamına gelir. Bu sebeple çok biçimli taşıma modelinin güçlü bir desteğe ihtiyacı vardır. Bu model, taşıma sisteminin verimliliğini artıracaktır. Öncelikli olarak, bugün karayolu ile taşınan iç yükün % 75'inin önemli bir kısmı demiryolu ve iç su yollarına kaymalıdır. Bunu sağlamak için, Komisyon'un 2021 yılına kadar amacı olan demiryollarının ve iç su yollarının daha iyi yönetilmesi ve kapasitelerinin artırılması hedefleri için tedbirler gerektirecektir. Fakat Komisyon'un taşımacılık konusunda hedefi olan çok biçimli taşımacılık modeli, karayollarındaki yükün büyük kısmını iç su ve demiryollarına aktarması toplam sera gazı çıktısı üzerinde düşüş sağlaması mümkünken iç su yolları üzerine bugün olduğundan daha çok yük bindirecektir. Bu durumun su kaynakları üzerinde ek bir tahribat yaratıp yaratmayacağı ile ilgili Tebliğ'de bilgi verilmemiştir. Fosil yakıtların çevre ve sağlık maliyetinin taşımacılık fiyatına yansıtılması, trafik altyapısının geliştirilerek trafik sıkışıklığının önlenmesi ve böylece daha az süre araçların trafikte beklemesi ve düşük kirletici yeni araçlar gibi genel önlemler dışında iç su yollarına aktarılacak ek yükün sebep olacağı su kaynakları üzerindeki ek tehdidi bertaraf edecek doğrudan bir önlem sayılamamıştır. Bu bağlamda yalnızca en yüksek kirleticilik oranına sahip gemilerin AB limanlarına erişimini düzenlemek ve rıhtımlara demirli gemilerin kıyı elektriği kullanmak zorunda bırakma olmak üzere iki önlem belirtilmiştir.

- **"Çiftlikten Çatala": adil, sağlıklı ve çevre dostu bir gıda sistemi tasarlamak:** Gıda üretimi hala hava, su ve toprak kirliliği ile sonuçlanmakta, biyolojik çeşitlilik kaybına ve iklim değişikliğine katkıda bulunmakta ve gıdaların önemli bir bölümünü boşa harcanırken aşırı miktarda doğal kaynak tüketmektedir. Komisyon, 2020 baharında 'Çataldan Çiftliğe' Stratejisini sunmayı planlamaktadır. Bu strateji gıda zincirinin tüm aşamalarını kapsayan ve daha sürdürülebilir bir gıda politikası oluşturmanın yolunu açacak geniş bir paydaş müzakeresi başlatacaktır. Avrupalı çiftçilerin ve balıkçıların yeni gıda sistemine geçişte oynayacakları rolün öneminden bahseden tebliğ, yapılması hedeflenen Ortak Tarım Politikası (OTP) ve Ortak Balıkçılık Politikası (OBP)'nda yapılacak değişikliklerin, üreticinin mevcut refah seviyesini koruyarak canlı çeşitliliğini koruyan, daha az kaynak tüketen ve kirlilik yaratan iklim dostu bir yapıya kavuşturmak olduğu bildirilmektedir. Bu doğrultuda Komisyonun 2021-2027 yılları için önerileri, ortak tarım politikasının genel bütçesinin en az % 40'ının ve Deniz Balıkçılık Fonu'nun da en az % 30'unun iklim eylemine katkıda bulunacağını şeklinde öngörülmektedir. Yeni OTP politikası uygulamaya gireceği tarihe (2022 yılının başlangıcı) kadar karbonun toprağa hapsedilmesi ve gelişmiş besin yönetimi ile su kalitesinin artırılmasına katkıda bulunmak gibi çevre ve iklim dostu uygulamalarda bulunan çiftçileri ödüllendirmek yoluyla hedefe doğru ilerleme sağlanması planlanmaktadır. Su (ve toprak) kalitesinin korunması bağlamında Çiftlikten Çatala stratejisinde planların kimyasal pestisitlerin kullanımı ile bu kimyasalların kullanımından doğan riskleri, ayrıca gübre ve antibiyotik kullanımını önemli ölçüde azaltmak için önlemler içereceği belirtilmiştir.
- **Ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve iyileştirilmesi:** Ekosistemleri koruma adına su ekosisteminin korunmasına yönelik alınan tedbirler arasında kimyasal ilaçların ve aşırı gübrelemenin kontrol altına alınması aynı zamanda su kalitesini korumaya da hizmet etmektedir. Ayrıca üretiminde, karasal tarıma göre daha düşük karbon salınımında bulunduğu için tüketimin su ürünlerine kaydırılması da karasal tarımdan kaynaklanan su kirliliğinin düşmesine de katkıda bulunacaktır. Ek olarak ormanların mevcut varlığının büyütülmesi ve daha iyi hale getirilmesi için

önlemler alınması gerektiği belirtilmiştir. Ormanlar yüksek su kalitesinin korunmasına yardımcı olup, mevcut suyun hacmini etkileyeceği, yüzey ve yeraltı suyu akışlarını düzenleyici etkisi olduğu²⁰⁷ bilinmektedir. Dolaylı olarak ormanların korunması ve zenginleştirilmesi iklim değişikliği ile mücadelede ve su kaynaklarının korumasında katkıda bulunacaktır.

- **Zehirsiz ortam için sıfır kirlilik çabası:** Zehirsiz bir ortam yaratmak adına AB'nin, hava, su, toprak ve tüketici ürünlerinden kaynaklanan kirliliği daha iyi izlemesi, raporlaması, önlemesi ve gidermesi gerekir. Bunu başarmak için, AB ve Üye Devletlerin tüm politika ve düzenlemelere daha sistematik olarak bakmaları gerekecektir. Bu nedenle Komisyon, 2021'de hava, su ve toprak için bir sıfır kirlilik eylem planı benimseyecektir. Yeraltı ve yerüstü sularının doğal işlevleri yeniden canlandırılmalıdır. Bunu sağlayabilmek için, göller, nehirler, sulak alanlar, haliçlerdeki biyolojik çeşitliliği korumak (ve haline getirmek) ve sellerden kaynaklanan hasarı önlemek (ve sınırlamak) gereklidir. Ayrıca Komisyon, kentsel yüzey akışından kaynaklanan kirliliği, mikro plastikleri ve ilaçları da içeren kimyasallar gibi yeni veya özellikle zararlı kaynaklardan gelen kirlilikle baş etmek için önlemler önerecektir. Buna ek olarak farklı kirleticilerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan birleşik bir kirlilik türünün önlenmesi için de önlemler düşünülecektir. Komisyon büyük sanayi tesislerinin sebep olduğu kirliliği önlemek için AB ölçeğinde alınan tedbirleri, AB mevzuatının kapsamına ve mevzuatın döngüsel ekonomi, iklim ve enerji alanındaki politikalarla tutarlılığını inceleyecek; bunlara ek olarak, Üye Devletler ile birlikte sanayi kazalarının önlenmesi konusunda tedbirler geliştirecektir. Bu başlık altında son olarak, Komisyon'un tehlikeli kimyasallara karşı daha iyi koruma sağlamaya yardımcı olacak, güvenli ve sürdürülebilir yeni seçeneklerin geliştirilmesi için yeniliği (innovation) desteklemesi sayılmaktadır. Komisyon'un gerek AB ölçeğinde gerek Üye Devletler ile işbirliği içinde alacağı önlemler özünde hava, su ve toprak kirliliğini eş zamanlı olarak önlemeye yarayan bütüncül yapıda tedbirler olsa da su kaynaklarını korumak konusunda doğrudan etkilidir.

²⁰⁷ <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-and-water/basic-knowledge/en/> 13/02/2020 (Çevrimiçi).

- **Geçişin finansmanı:** Avrupa Yeşil Anlaşması'nda belirlenen hedeflere ulaşmak için önemli yatırımlara ihtiyaç vardır. Komisyon, mevcut 2030 iklim ve enerji hedeflerine ulaşmanın, 2018 GSYİH'sının yaklaşık % 1,5'i olan 260 milyar Euro'luk yıllık ek yatırım gerektireceğini tahmin etmektedir. Bu yatırım akışının zaman içinde sürdürülmesi de gerekecektir. Komisyon, ek finansman ihtiyaçlarının karşılanmasına yardımcı olmak için bir Sürdürülebilir Avrupa Yatırım Planı (Sustainable Europe Investment Plan) sunacaktır. Özel finansmanı ve yeşil yatırıma elverişli bir iyileştirme çerçevesi önerilerini birleştirerek sürdürülebilir yatırımları desteklemeyi tasarlamaktadır. Bunu başarabilmek için AB bütçesi kilit öneme sahiptir. Komisyon, tüm AB programlarında iklim değişikliği ile mücadele hedeflerinin yaygınlaştırılması için % 25'lik bir pay önermiştir. Ayrıca geri dönüştürülen plastiklerden elde edilen gelirden gelecek paradan ana kaynak (öz kaynak niteliğinde muhasebeleştirilen) oluşturmayı hedeflemektedir. Buna ek olarak, AB Emisyon Ticaret Sistemi'nin açık artırma ile satışından elde edilen gelirin % 20'sinin AB bütçesine bu alan için tahsis edilmesi sayılabilir. InvestEU Fonu'nun da en az % 30'u iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunması planlanmaktadır. InvestEU ayrıca Üye Devletler'e bölgelerinde iklim ile ilgili uyum politikası hedeflerine ulaşmak için AB bütçesini kullanma garantisi de sunmaktadır. Komisyon ayrıca, Avrupa Yatırım Bankası (AYB) ile ulusal bankalar ve kurumlarla ve bunların yanı sıra diğer uluslararası finans kurumlarıyla da çalışacaktır. AYB, 2025 yılına kadar iklim hedefine yönelik fonlama payını % 25'ten % 50'ye çıkarmayı ve böylece Avrupa'nın iklim bankası haline gelmeyi hedeflemektedir.
- **Kimseyi geride bırakmamak:** Sürdürülebilir Avrupa Yatırım Planının bir parçası olarak Komisyon, kimseyi geride bırakmamak için içerisinde Adil Geçiş Fonu (Just Transition Fund) da olan bir Adil Geçiş Mekanizması (Just Transition Mechanism) tasarlayacaktır. Geçiş ancak adil ve kapsayıcı bir şekilde yürütüldüğünde başarılı olabilir. En savunmasız olanlar iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın zararlı etkilerine en fazla maruz kalanlar olduğu için tüm Üye Devletler, bölgeler ve şehirler yeni çevre koruma perspektifine geçiş için aynı yanıt verme kapasitesine sahip olmadığından geçişe aynı noktadan başlayamaz. Bu nedenle Adil Geçiş

Mekanizması, fosil yakıtlara veya karbon yoğun süreçlere bağlı oldukları için geçişten en çok etkilenen bölgelere ve sektörler e odaklanacaktır. Mekanizma gerekli özel ve kamu kaynaklarından yararlanmak için AB bütçesinden ve AYB grubundan finansman kaynaklarından yararlanacaktır. Ek olarak AB bütçesinin, doğrudan geçişle ilgili tüm programları ile Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu ve Avrupa Sosyal Fonu Artı (European Social Fund Plus) gibi diğer fonlara da erişim sağlayabilecektir.

AB tarafından yayınlanan gerek Su Çerçeve Yönergesi gibi hukuki belgelere gerek Avrupa Yeşil Barışı gibi resmi planlara bakıldığında görülecek olan, AB hem Birlik ve Üye Devletler düzeyinde hem de sivil toplum örgütleri tarafından yürütülen girişimleri bir bütün olarak algılamaktadır. Bu girişimlerin eşgüdüm lenmesi Avrupa Birliği'nin çevre politikası bağlamında son derece önem verdiği bir husustur. Bu yaklaşım bütünleşik su yönetimi olarak kavramlaştırılmıştır. Bütünleşik su yönetimi üretimden tüketime, özelden genele içersinde en yeni teknolojilerin, yenilikçiliğin, vatandaş refahının, ekonomik büyümenin ve çevre korumasının içinde bulunduğu bir kavram haline getirilmiştir.

2.3.4.Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimi

2.3.4.1. Yasal Çerçeve ve İdari Yapılanma

Türkiye’de su kaynaklarının yönetimini düzenleyen çok sayıda yasa, kanun hükmünde kararname ve bunlara bağlı olarak birçok yönetmelik, tüzük, tebliğ gibi yasal hükümler düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler yalnızca kaynakların yönetilmesini değil aynı zamanda korunmasını ve geliştirilmesine dair de hükümler içermektedir.²⁰⁸ Söz konusu olan yasal düzenlemeler çıkış tarihine göre sırasıyla Tablo 2.25’te gösterilmiştir.

²⁰⁸ T.C. Kalkınma Bakanlığı, a.g.e., 2018, s.6.

Tablo 2.25: Türkiye’de Su Yönetimine Dair Yapılan Yasal Düzenlemeler

Tarih	Yapılan Yasal Düzenleme
1924	Köy Kanunu, sayı 442, (Madde 1, 6 ve 13)
1926	Sular Hakkında Kanun, sayı 831
1930	Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, sayı 1593
1945	İller Bankası Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun (mülga), sayı 4759, (1933 yıl ve 2301. sayılı Belediyeler Kanunu yerine)
1953	Devlet Su İşleri Umum (Genel) Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun, sayı 6200
1960	Köy İçme suyu Kanunu, sayı 7478
1960	Yeraltı Suları Hakkında Kanun, sayı 167
1968	1053 sayılı, DSİ’ye Ankara, İstanbul ve Nüfusu 100 000’den Büyük Şehirlere İçme Suyu Temini Yetkisi Veren Kanun
1981	2560 Sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun
1983	Çevre Kanunu, sayı 2872
1983	Sağlık Bakanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 181
1985	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun, sayı 3155 (Madde 2/c)
1985	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, sayı 3202 (KHGM) (Madde 2/d), 1985 (mülga)
1988	2872 sayılı Çevre Kanunu değiştiren 3416 sayılı Kanun
1990	Kıyı Kanunu, sayı 3621
1991	Çevre Bakanlığı’nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 443, 1991 (mülga)
1991	Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 441
2003	1380 sayılı (1971) Su Ürünleri Kanunu değiştiren 4950 sayılı Kanun
2004	Belediye Kanunu, sayı 5393, 2005 (1580 sayılı Belediye Kanunu (mülga), 1930; 5215 sayılı Belediye Kanunu (mülga)
2004	3030 sayılı (1984) Kanunun yerine geçen Büyükşehir Belediyesi Kanunu, sayı 5216
2005	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün (KHGM) Kaldırılması Hakkında Kanun
2005	İl Özel İdaresi Kanunu, sayı 5302
2007	1053 sayılı kanunun 10. maddesinin değişmesi neticesinde nüfus kriteri kaldırılarak belediye teşkilatı olan tüm yerleşim yerlerinin içme kullanma ve endüstri suyu ve gerekmesi halinde atık su tesislerinin yapımında DSİ’yi yetkili kılan 5625 sayılı Kanun
2011	Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, sayı 5686, 2007• Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Karamame, sayı 644
2011	Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 645
2011	Türkiye Su Enstitüsünün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Karamame, sayı 658

Kaynak: T.C. Kalkınma Bakanlığı, **On Birinci Kalkınma Raporu (2019-2023), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği**, 2018, ss.6-8.

Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde su kaynaklarının hukuki durumu temel ölçekte 1982 Anayasası tarafından düzenlenmiştir. Buna göre anayasanın 168. Maddesi “*Tabii servetler ve kaynaklar devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı Devlete aittir. Devlet bu hakkını belli bir süre için gerçek ve tüzel kişilere devredebilir. Hangi tabii servet ve kaynağın arama ve işletmesinin, Devletin gerçek ve tüzel kişilerle müşterek olarak veya doğrudan gerçek ve tüzel kişiler eliyle yapılması kanunun açık iznine bağlıdır. Bu durumda gerçek ve tüzel kişilerin uyması gereken şartlar ve Devletçe yapılacak gözetim, denetim usûl ve esasları ve müeyyideler kanunda gösterilir*” hükmünü içerir. Bu hükme göre Türkiye’de su kaynakları kamu mülkiyetindedir ve ancak bu çerçevede içerisinde kalınmak şartıyla tasarrufuna izin verilir. Buna ek olarak Anayasanın 56. Maddesi sağlıklı bir çevrede yaşamın bir hak olduğunu belirtirken çevrenin korunmasını da bir ödev olarak devletin yanı sıra tüm vatandaşlara yüklemiştir.

Anayasanın altında yer alan Türk Medeni Kanunu su kaynaklarının mülkiyetine dair düzenlemeler yapmıştır. Buna göre 715. Madde’de sahipsiz yerler ve yararı kamuya ait olan mallar üzerindeki tasarruf hakkının devlete ait olduğu belirtilmiştir. Kanunun 756. Maddesi ise kaynakları özel mülkiyet kapsamında değerlendirmiştir. Madde, kaynakları arazinin bir bütünleyicisi olarak belirtmiş ve mülkiyetini buna bağlı olarak arazinin mülkiyetine bağlamıştır. Bunun yanında Kanunun 757. ve 758. Maddeleri su kaynaklarının kirlenmesi durumunda sırasıyla “tazminat” ve “eski haline getirme” konularında düzenleme yapar.²⁰⁹ Bu bağlamda Medeni Kanun AB çevre hukukunun önemli birer parçası olan “kirleten öder” ve “eski haline getirme” ilkeleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Su toplumsal yaşam, üretim sektörü ve tarım gibi yaşamının her alanında var olan temel girdidir. Suyun kullanım alanlarının çeşitliliği de su yönetimini karmaşık hale getirmektedir. Bu bağlamda su yönetimi farklı görev ve sorumluluk alanları olan çeşitli dallarda uzmanlaşmış birçok kurum, kuruluş ve kişinin faaliyet gösterdiği bir faaliyet sahasıdır. Türkiye’de su yönetimi konusunda görev ve yetki alanlarının çeşitliliğine göre birçok kurum mevcuttur. Türkiye’de su yönetimi ile ilgili kurum ve kuruluşlar ve görevleri şu şunlardır;

²⁰⁹ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **A.e.**, ss.8-9.

Tarım ve Orman Bakanlığı: 10/7/2018 tarihli ve 1 sayılı “Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi”nin 421. Maddesi uyarınca belirlenen ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yerine getirilmesi gereken görevler genel olarak belirtilmiştir. Buna göre ilgili kurum, su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin politikaların belirlenmesi, koruma-kullanma dengesi gözetmek ve bu amaçla havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlamak ve ilgili uluslararası sözleşmeler ve diğer mevzuattan kaynaklanan süreçleri takip etmekle yükümlüdür. Buna ek olarak söz konusu bakanlık ulusal su veri tabanı oluşturmak, su kirliliği açısından hassas alanları tespit etmek ve izlemek, içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinin tasarım esaslarını belirlemek, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi ile ilgili çalışmalar yapmakla da görevlendirilmiştir. Havza bazında kirliliğin önlenmesi ile ilgili tedbirleri ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, değerlendirmek, güncellemek ve uygulamaların takibini yapmak, yer üstü ve yer altı sularının kalite ve miktarının korunmasına yönelik hedef, ilke ve alıcı ortam standartlarını belirlemek, su kalitesini izleme vazifeler de bakanlığın ilgili birimine yüklenmiştir. Su yönetimi ile ilgili olarak taşkınlarla ilgili strateji ve politikaların belirlenmesi ve taşkın yönetim planlarını hazırlamak ve nehir havza yönetim planlarına uygun olarak sektörel ölçekte su kaynaklarının tahsislerine ilişkin gerekli koordinasyonu yapmak bakanlığın yükümlülükleri arasındadır.²¹⁰ Doğrudan su yönetimine dair yapılan düzenlemelerin yanında bakanlık tarımsal açıdan bakıldığında ise bakanlık mevcut sulama şebekelerinde sulama sonuçlarını bitkisel üretim, sulama ve toprak koruma açısından izlemek değerlendirmek ve iyileştirici tedbirler almakla görevlidir. Bunların yanında bakanlığın tarımsal alanda su yönetimi ile ilgili olarak tarımsal sulamada verimliliği artırmak, uygun sulama tekniklerinin kullanılmasını sağlamak, uygun sulama tesislerini yaptırmak ve su kullanıcı örgütleri ile işbirliği yaparak sulamada verimliliği artırıcı çalışmalar yapmak da eklenebilir.²¹¹

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü: Türkiye’deki bütün su kaynaklarının plânlaması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu, Merkezi Yönetim Bütçesine tabii özel bütçeli yatırımcı bir kuruluştur. 15 Temmuz 2018 tarihli ve 30479 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında

²¹⁰ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Menu/27/Gorev-Ve-Yetkiler> 05/12/2020 (Çevrimiçi).

²¹¹ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2018, s.16.

Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Kararname Numarası: 4)” ile Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı, kamu tüzel kişiliğini haiz, merkezi Ankara’da bulunan özel bütçeli Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Taşkın koruma, sulu tarımı yaygınlaştırma, hidroelektrik enerji üretme ve büyük şehirlere içme suyu temini yanı sıra Belediye Teşkilâtı Olan Yerleşim Yerlerine de içme suyu temini gayelerini yerine getirebilmesi için, söz konusu dört maksadın ortak noktası olan baraj çalışmaları konusunda öncelikli faaliyetlerini sürdürmektedir. Aynı zamanda DSİ Türkiye’deki su kaynaklarının çeşitli kullanım maksatlarına tahsisinde otorite kuruluştur. DSİ Genel Müdürlüğü faaliyetlerini; 6200, 167 ve 1053 Sayılı Kanunlara göre yürütür. 28/02/1954 tarih ve 6200 Sayılı Teşkilât ve Vazifeler Hakkındaki Kanunla DSİ; yeraltı suyu etüt ve araştırmaları için kuyu açmak veya açtırmak, yeraltı suyu tahsisi yapmak, yeraltı sularının korunması ve tescili, arama, kullanma ve ıslah-tadil belgesi vermek ile yükümlü kılınmıştır. 03/07/1968 tarih ve 1053 Sayılı Belediye Teşkilâtı Olan Yerleşim Yerlerine İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun ile; baraj ve isale hattı, su tasfiye tesisi inşaatları, su depoları yapma, görevleri DSİ’ye verilmiştir.²¹²

Yukarıda sayılan görevlere ek olarak, 2 Kasım 2011 Tarihli ve 28103 Sayılı Resmi Gazete’nin mükerrer sayısında yayımlanarak yürürlüğe giren 662 sayılı KHK ile DSİ yeniden yapılandırılmış ve başka görevler de tanımlanmıştır. Bu görevlerden bazıları kullanılmış suları tekrar kazanmak maksadıyla gerekli tesisleri yapmak veya yaptırmak, işletmeye açılan hidroelektrik santrallerin su kullanım hakkı anlaşmalarına uygun olarak işletilip işletilmediğini kontrol etmek, bunlarla ilgili her türlü hesap ve tahsilât işlemlerini yapmak, sınır aşan ve sınır oluşturan sular konusunda görev alanı ile ilgili çalışmalar yapmak, yerüstü ve yeraltı sularını kalite yönünden izlemek, atık sular sebebiyle yerüstü ve yeraltı sularının kirlenmesinin tespiti hâlinde durumu ilgili bakanlığa bildirmek şeklinde sıralanabilir.²¹³

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı: 4 Temmuz 2011 tarihli ve 27984 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne su yönetimiyle ilgili olan görevler tanımlanmıştır. Bu görevler arasında ilk olarak çevre kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü ile ilgili mevzuatı hazırlamak,

²¹² <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/692> 05/12/2020 (Çevrimiçi).

²¹³ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2018, s.12.

standart geliştirmek, ölçüm, tespit ve kalite ölçütlerini belirlemek gibi genel hükümler vardır. Daha sonra doğrudan su ile ilgili olarak yeraltı ve yerüstü sularının, denizlerin ve toprağın korunması, kirliliğın önlenmesi veya bertaraf edilmesi maksadıyla kirlletici unsurlar ile kirliliğın giderilmesi ve kontrolüne ilişkin usul ve esasları tespit etmek ve uygulamayı sağlamak yer alır. Ayrıca su ortamlarıyla ilgili olarak acil müdahale planları yapmak ve yaptırmak, çevrenin korunması maksadıyla uygun teknolojileri belirlemek ve bu maksatla kurulacak tesislerin vasıflarını tespit etmek ve bu çerçevede gerekli tedbirleri almak ve aldırarak yer almaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı ile eşgüdüm içerisinde olmak kaydıyla atık su arıtma tesislerinin tasarım esaslarını ve kriterlerini belirlemek, onay işlemlerini yürütmek görevlerini de yüklenmiştir. 644 sayılı KHK çerçevesinde kurulan Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğüne ise alıcı ortamların izlenmesi, kirlilik ölçümlerinin ve analizlerinin yapılması görevleri verilmiştir. Buna ek olarak ilgili müdürlük çevre kirliliğini önleme ve çevre kalitesini iyileştirmeye yönelik her türlü faaliyet ve tesisi izlemek, gerekli tedbirleri almak ve denetlemekle sorumludur.²¹⁴

Sağlık Bakanlığı: Bakanlığa bağlı olarak faaliyet gösteren Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Çevre Sağlığı Daire Başkanlığının su yönetiminde su güvenliğinin sağanmasına dair yüklenmiş olduğu görevler vardır. Bunlar arasında içme-kullanma, ambalajlı sular, yüzme suları ve sağlık amacına yönelik olarak kullanılan jeotermal suların güvenliğini sağlamak amacıyla gerekli araştırma, geliştirme çalışmalarına katılmak ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak, çalışmaları ve tedbirleri düzenlemek, uygulayıcıların eğitimlerini yapmak veya yaptırmak gibi sorumlulukları bulunmaktadır.²¹⁵

İller Bankası: Özel hukuk hükümlerine tabi, tüzel kişiliğe sahip, özel bütçeli Anonim Şirket statüsünde bir kalkınma ve yatırım bankasıdır. Banka, 6107 sayılı kendi özel kanunu ile 5411 sayılı Bankacılık Kanununa tabidir. İl özel idareleri ve belediyelerin kalkınma konusunda finansal ihtiyaçlarının karşılanmasına yardımcı olmakla görevlidir.²¹⁶ Bu bağlamda kentsel su dağıtım şebekelerinin, yağmur suyu drenajı tesislerinin ve atık su arıtma tesisleri gibi yapıların finansmanına katkıda bulunmak sayılabilir.

²¹⁴ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, ss.15-16.

²¹⁵ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **A.e.**, s.16.

²¹⁶ <https://www.ilbank.gov.tr/sayfa/statu-ve-amac> 07/12/2020 (Çevrimiçi).

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı: Başkanlık su kaynaklarının yönetimi alanında daha önce Kalınma Bakanlığı tarafından yürütülen genel yatırım planlamaların yapılması ve kalkınma planları çerçevesinde özel ihtisas komisyonu raporlarının hazırlanması konularında yetkilidir.

Belediyeler: 5393 sayılı Belediyeler Kanunu (2005) ile belediyelere şehir suyu şebekesi, kanalizasyon ve arıtma tesisi inşası gibi birçok yetki ve görev verilmiştir. Türkiye’de belediyeler düzeyinde su ve kanalizasyon hizmeti sağlayan iki farklı yönetim modeli bulunmaktadır. Orta ve küçük ölçekli belediyelerde su ve kanalizasyon faaliyetleri belediye bünyesi içinde yer alan hizmet birimlerinde yürütülmektedir. Bu birimler doğrudan belediyeye bağlı katma bütçeli kuruluşlardır ve öncelikli görevi atık su toplama ve arıtmadan çok su arzı sağlamaktır. Büyük şehir statüsündeki otuz bir adet kentte ise, yarı özerk Su ve Kanalizasyon İdareleri kurulmuştur. Su ve Kanalizasyon İdareleri; büyük şehir idari alan sınırları içinde içme, kullanma ve sanayi suyu sağlamak, atık suların toplanması ve arıtılması hizmetleri ile yükümlüdür. Bu tip bir yapılanmaya gidilmesinin nedeni su yönetimine daha dinamik bir yapı kazandırmak ve daha kolay finanse edilebilir hale getirmektir.²¹⁷²¹⁸

Kültür ve Turizm Bakanlığı: Turistik bölgelerde içme ve kullanma suyu temini için altyapı hizmetlerinin sağlanması, planlanması ve kontrolü ile görevlidir. Ek olarak yetkili olduğu bölgede kentsel atık suyun bertarafından sorumludur.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: Su kaynaklarından elde edilecek enerjinin üretiminin planlanması, denetimi, izlenmesi bakanlığın görevleri arasındadır. Ayrıca bakanlık tabii kaynaklar idaresine bağlı olarak 5686 Sayılı Doğal Mineralli ve Jeotermal Sular Kanunu’na göre doğal mineralli ve jeotermal suların yönetimi, geliştirilmesi ve korunması için de yetkilendirilmiştir.²¹⁹

İl Özel İdareleri: İl Özel İdaresi Kanununun Üçüncü Bölümünün 6. Maddesinin b) Fırkası uyarınca; İl Özel İdaresi mahallî müşterek olmak koşuluyla

²¹⁷ Dursun Yıldız, **Yeni İdari Yapı ve Türkiye’nin Su Yönetimi Raporu**, SPD Hidropolitik Akademi, Ankara, 2019, ss.9-10.

²¹⁸ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2018, s.13.

²¹⁹ <https://enerji.gov.tr/tabii-kaynaklar-dairesi-baskanligi-hakimizda> 08/12/2020 (Çevrimiçi).

belediye sınırları dışında su ve kanalizasyon tesisine ilişkin hizmetleri yapmakla görevli ve yetkilidir.²²⁰

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK): Türkiye çapında “Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri” ve “Belediye Su İstatistikleri” gibi su ile ilgili istatistiksel verinin toplanması ve raporların hazırlanmasıyla görevlidir.

Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü: Jeotermal ve mineralli su kaynaklarının araştırılması görevini yürütmektedir.

Dışişleri Bakanlığı: Sınır aşan ve sınır oluşturan sular ile ilgili olarak yapılan uluslararası sözleşmeler Dışişleri Bakanlığı’nın görev ve yetki alanındadır.

Türkiye Su Enstitüsü (SUEN): T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı kamu ve tüzel kişiliğine haiz, özel bütçeli bir kurumdur. Bakanlar Kurulu tarafından 10 Ekim 2011’de 6223 sayılı yasaya dayanarak kurulması kararlaştırılan kurum, 2 Kasım 2011’de Resmi Gazete’de yayımlanan 658 sayılı kanun hükmünde kararname ile kurulmuştur. SUEN, ulusal su politikaları geliştiren, karar vericilere danışmanlık yapan, kurum ve kuruluşlar arasında eşgüdüm sağlayan, bilimsel araştırma ve stratejik fikir geliştirmeye yönelik ulusal bir düşünce kuruluşudur. Uluslararası kurumlarla işbirliği içinde çalışarak sürdürülebilir su yönetimi, su politikalarının geliştirilmesi, sürdürülebilir enerji ile yerel ve küresel su sorunlarının çözümü için kapasite geliştirme gibi konularda faaliyet göstermektedir.²²¹

Su Kullanıcı Örgütleri, Araştırma Kuruluşları ve Sivil Toplum Kuruluşları: Su ile ilgili alanlarda araştırma-geliştirme yapmak, yönetmekle yükümlü oldukları su tesislerini yönetmek ve su politikasının oluşturulmasında katkıda bulunmak gibi görevleri vardır.

2.3.4.2. Havza Örgütlenmesi

Türkiye’nin toplamda 186 milyar m³ yıllık akışa sahip olan yirmi beş hidrolojik havzasının alansal büyüklük olarak sıralamasını -toplamın üçte birini oluşturan- Fırat-Dicle Kızılırmak, Sakarya havzaları oluştururken; yıllık akış miktarı olarak ise - yine- Fırat-Dicle Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz havzaları oluşturmaktadır. Bu

²²⁰ <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5302.pdf> 08/12/2020 (Çevrimiçi).

²²¹ <https://suen.gov.tr/Suen/page.aspx?pg=hakkimizda> 09/12/2020 (Çevrimiçi).

havzalar yörelere göre yatay ve dikey dağılımla ilişkili olarak demografik koşullar ve havza kullanımı bakımından birbirlerinden farklıdır. Ülkenin kuzey ve doğu bölgelerinde kalan havzalarda yoğun olmayan tarım, hayvancılık ve ormancılık amaçlı kullanım yaygınken, batı ve güney kesimlerde yer alan havzalarda görece yoğun tarım amacıyla havzalardan yararlanma söz konusudur.²²² Buna ek olarak hidroelektrik tesisleri de engebeli arazilerin varlığı nedeniyle doğu ve kuzey bölgesi havzalarında daha sık yayılmıştır.



Şekil 2.20: Türkiye Nehir Havzaları Haritası

Kaynak: <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/1344/1697/DosyaGaleri/1.1.T%C3%BCrkiye%20Havza%20Numaralar%C4%B1%20ve%20Havzalar%C4%B1%202019.docx> 17/12/2020 (Çevrimiçi).

Türkiye’de yer alan nehir havzalarının ülke sathı üzerindeki konumları ve sahip oldukları sınırlar Şekil 2.20’de yer alan haritada gösterilmiş olup Tablo 2.26’da ise havza numaraları verilmiştir.

²²² T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, a.g.e., 2014, s.3.

Tablo 2.26: Türkiye Nehir Havzaları ve Numaraları

Havza Numarası	Nehir Havzası Adı
01	Meriç-Ergene Havzası
02	Marmara Havzası
03	Susurluk Havzası
04	Kuzey Ege Havzası
05	Gediz Havzası
06	Küçük Menderes Havzası
07	Büyük Menderes Havzası
08	Batı Akdeniz Havzası
09	Antalya Havzası
10	Burdur Gölü Havzası
11	Akarçay Havzası
12	Sakarya Havzası
13	Batı Karadeniz Havzası
14	Yeşilırmak Havzası
15	Kızılırmak Havzası
16	Konya Kapalı Havzası
17	Doğu Akdeniz Havzası
18	Seyhan Havzası
19	Asi Havzası
20	Ceyhan Havzası
21	Fırat-Dicle Havzası
22	Doğu Karadeniz Havzası
23	Çoruh Havzası
24	Aras Havzası
25	Van Gölü Havzası

Kaynak: <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/1344/1697/DosyaGaleri/1.1.T%C3%BCrkiye%20Havza%20Numaralar%C4%B1%20ve%20Havzalar%C4%B1,%202019.docx> 17/12/2020 (Çevrimiçi).

Havza temelli su yönetim modeli, havza yönetim planları çerçevesinde çeşitli sektörlerin bugünkü ve gelecekteki ihtiyaçlarına göre su tahsisi yapılması esasına dayalıdır.²²³ Türkiye’de halihazırda beş adet nehir havzasını konu alan havza yönetim planı hazırlanmıştır. Bunlar Gediz, Meriç-Ergene, Büyük Menderes, Susurluk Nehir havzaları ve Konya Kapalı Havzası yönetim planlarıdır. Belirtilen planlar dışında kalan yirmi adet havza için tamamlanmış durumda olan herhangi bir plan yoktur.²²⁴ Havza yönetim planlarının yanı sıra havza koruma eylem planlarının hazırlanması neredeyse tamamlanmış durumdadır.²²⁵ Bu planlar atık su, taşkın, kuraklık yönetimleri gibi faaliyet alanlarını içermektedir.

Havza yönetimi içerisinde yer alan bir diğer plan ise her bir havza için ayrı ayrı hazırlanacak olan sektörel su tahsis planıdır. Halihazırda Seyhan, Akarçay ve Konya Kapalı havzalarına ait olmak üzere üç adet sektörel su tahsis planı tamamlanmış durumdadır.²²⁶ 12 adet su kalitesi eylem planı hazırlanmış ve uygulamaya konulmuş olup gelişmeler takip edilmektedir.²²⁷ Ulusal su eylem plana göre Türkiye’de havza esaslı su kaynakları yönetimi çerçevesinde korunan alan sayısında ciddi artış olduğu, Biyolojik Çeşitlilik İzleme Birimi’nin ve Veri Tabanı’nın kurulmuş olması, son yıllarda devlet tarafından yapılan finansal yardımın ve toprak muhafaza ve havza rehabilitasyon uygulamalarının artışı gibi olumlu değişimlerin varlığına da değinilmiştir.²²⁸

2.3.4.3. Bütünleşik Yönetim

Türkiye’de su kaynakları yönetimi yukarıda sayılan kurum ve kuruluşların çatısı altında havza esasına dayanan bütünleşik bir yönetim anlayışıdır. Yapılanma ve idare esasları bakımından Türk su kaynakları idaresi Avrupa Birliği SÇY’nde belirtilmiş olan havza temelli bütünleşik yönetim anlayışı ile uyumludur. Havza yönetim anlayışına göre, su kaynaklarının yönetimi havza sınırları içerisinde ele alınarak yapılır. Burada esas olan en az maliyetle en yüksek düzeyde ihtiyaç

²²³ D. Yıldız, **a.g.e.**, 2019, s.11

²²⁴ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=49> 14/12/2020 (Çevrimiçi).

²²⁵ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=6> 14/12/2020 (Çevrimiçi).

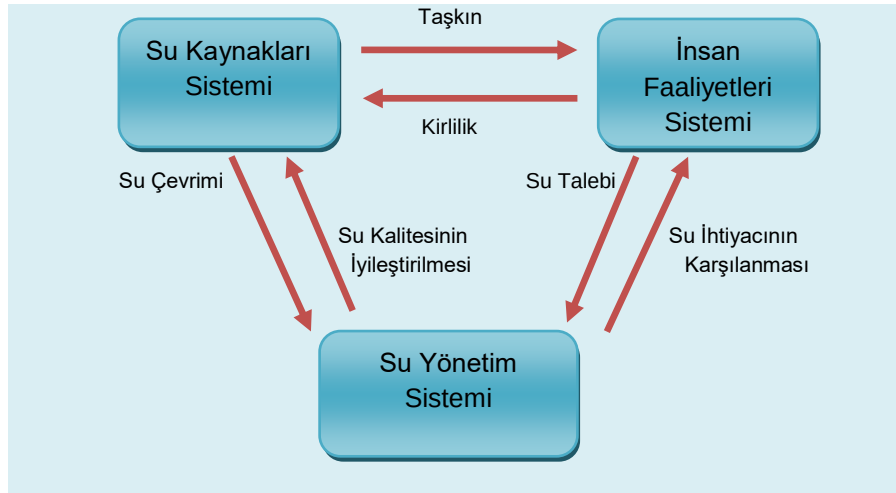
²²⁶ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=10> 14/12/2020 (Çevrimiçi).

²²⁷ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=7> 14/12/2020 (Çevrimiçi).

²²⁸ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, s.10.

karşılama becerisinin geliştirilmesidir. Havza yönetimi üç temel unsurdan oluşur. Bunlar planlama, uygulama araçları ve kurumsal yapılanma olarak sıralanmıştır. Planlamanın içerisinde ekonomik ve çevresel gerekler ışığında ihtiyacın belirlenmesi ve buna uygun olarak yapılacak çalışmaların belirlenmesidir. Uygulama araçlarının içerisinde ise fiyatlandırma, vergiler, kalite ve miktar standartları sayılabilir.²²⁹ Havza yönetimi nehir havzası, alt havza ya da mikro havza seviyesinde bir yönetim anlamına gelebilmektedir.²³⁰

Havza yönetim biçiminin uygulanmasında bütünlük kaynak yönetimi yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşıma göre su kaynakları yönetimi su kaynakları ile bağlantılı olan tüm çevresel unsurların dikkate alınarak kaynak yönetimi mantığına dayanır. Buna göre su kaynaklarını geliştirmek ve arz güvenliğini sağlamak için izlenecek yollar bağlantılı çevre elemanlarına en az zararı verecek şekilde tasarlanması ve ortaya çıkacak zararın mümkün olan en iyi şekilde bertaraf edilmesi ilkesine dayanır. Kaynaklar sürdürülebilir bir biçimde kullanılmalı ve kimi çalışmalarda belirtilen tüm insanların ve canlıların temel hakkı olan suya erişimin ve temiz bir çevrede yaşamının en iyi şekilde sağlanabilmesine çalışılmalıdır.



Şekil 2.21: Bütünlük Su Yönetimi Sistemi

Kaynak: Dursun Yıldız, **Yeni İdari Yapı ve Türkiye'nin Su Yönetimi Raporu**, 2019, s.5.

²²⁹ Ö. Bilen, **a.g.e.**, 2008, ss.10-11.

²³⁰ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, s.1.

Su kaynaklarının bütüncül havza yönetimi anlayışı çerçevesinde idare etmek amacıyla 20.03.2012 tarihli ve 28239 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2012/7 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile "Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu" kurulmuştur. Kurulun amacı *"su kaynaklarının korunması için gereken tedbirleri belirlemek, etkili bir su yönetimi için sektörler arası koordinasyonu, işbirliğini ve su yatırımlarının hızlandırılmasını sağlamak, ulusal ve uluslararası belgelerde yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesi için strateji, plan ve politika geliştirmek, havza planlarında kamu kurum ve kuruluşlarınca yerine getirilmesi gereken hususların uygulanmasını değerlendirmek, üst düzeyde koordinasyonu ve işbirliğini sağlamak"*²³¹ olarak belirtilmiştir. Ayrıca aynı amaca yönelik olarak 18.01.2019 tarihli ve 30659 sayılı Resmi Gazete'de "Havza Yönetimi Merkez Kurulu, Havza Yönetim Heyetleri ve İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurullarının Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Tebliğ" yayımlanması ile Havza Yönetimi Merkez Kurulu (HYMK) da teşkil edilmiştir.²³²

Havza ölçekli bütünleşik bir su yönetimi kapsamında su kaynaklarının idaresiyle doğrudan ya da dolaylı ilgili olarak çeşitli eylem planları hazırlanmıştır. Çeşitli kurumların bünyesinde hazırlanan bu planların bazıları Ulusal Su Plan'ında belirtilmiştir. Planda belirtilen su kaynakları ile ilgili olarak hazırlanmış eylem planlarının bazıları Tablo 2.27'de gösterilmiştir.²³³

²³¹ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/638/Havza-Yonetim-Planlari-Ve-Ulusal-Su-Plani-Su-Yonetimi-Koordinasyon-Kurulu-5-Toplantisinde-Onaylanarak-Yururluge-Girdi> 11/12/2020 (Çevrimiçi).

²³² <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/209/Su-Yonetimi-Koordinasyon-Kurulu-6-Toplantisi-Ve-Havza-Yonetimi-Merkez-Kurulu-hymk-3-Toplantisi-Gerceklestirildi> 11/12/2020 (Çevrimiçi).

²³³ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **a.g.e.**, Ankara, 2018, s.18.

Tablo 2.27: Su ile İlgili Eylem Planları

Plan	Kurum
Nehir Havza Yönetim Planları	TOB
Havza Koruma Eylem Planları	TOB
Havza Master Planları	TOB
Su Kalitesi Eylem Planları	TOB
İçme-kullanma Suyu Havza Koruma Planları	TOB
Taşkın Yönetim Planları	TOB
Kuraklık Yönetimi Eylem Planı	TOB
Havza Su Tahsis Eylem Planları	TOB
Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi Eylem Planı (2015-2023)	TOB
Erozyonla Mücadele Eylem Planı	TOB
Maden Sahalarının Rehabilitasyonu Eylem Planı	TOB
Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Eylem Planı (2013-2017)	TOB
Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı (2013-2017)	TOB
Sulak Alan Yönetim Planları	TOB
Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı	ÇŞB
İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023)	ÇŞB
Atık Su Eylem Planı (2017-2023)	ÇŞB
Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı	ÇŞB
Özel Çevre Koruma Bölgelerinde Su Kaynakları Yönetim Planı	ÇŞB

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **Ulusal Su Planı (2019-2023)**, 2019, s.18.

Su yönetiminin bütünleşik bir yapı içerisinde yürütülebilmesi için yapılması gereken bir dizi faaliyet vardır. Su dağıtımı, iletimi ve su taşkınlarından korunmak için gerekli olan yapılar ile çevre koruma için gerekli olan altyapının inşa edilmesi gerekmektedir. Bunlara gölet, baraj, sulama kanalı, artıma tesisi, taşkın bentleri gibi yapılar örnek verilebilir. Bu gibi tesislerin yapılabilmesi için finansal kaynakların tahsisine ihtiyaç vardır. Ayrıca su yönetimi için gerekli olan söz konusu altyapının bakımı ve işletmesi için de ek finansmana ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de 2017 yılı sonunda sulama ağırlıklı olmak üzere içme kullanma suyu temini ve taşkın koruma gibi çeşitli amaçlarla dört yüz seksen gölet inşa edilmiştir. 2018-2020 yılları arasında kırsal kesimde büyük sulama alanlarında planlanan tesislerin devreye girmesi

halinde toplamda 1.315.438 hektar alan sulanabilecektir. 2019-2023 ulusal su planına göre DSİ tarafından, yapılmış olan toplamda sekiz yüz yirmi baraj ve HES yapısı mevcuttur. Buna ek olarak inşaat halinde altmış üç baraj ve HES bulunmaktadır. Kalite bakımından su kaynaklarının iyileştirilmesi için ülke çapında çok sayıda atık su ve içme suyu arıtma tesisleri yapılmıştır. Bu tesisler için gerekli finansman sorumlu kurumların bütçeleri yanı sıra İller Bankası, Dünya Bankası ve AB-IPA gibi kaynaklardan sağlanabilmektedir. 2016-2023 yılları arasında su kalitesi sektörünün yatırım ihtiyacı 16,9 milyar Avro olarak belirlenmiştir.²³⁴

Tablo 2.28: Kentsel Atık Su Arıtma Tesisleri

Tesis Durumu	Tesis
İşletmede olan tesisler	520
İşletme problemi olan ve bakım & onarım yapılması gereken tesisler	320
İyileştirme yapılması gereken tesisler	120
Kapasite artışı yapılması gereken tesisler	22
Yeniden yapılması gereken tesisler	112
Atıl durumdaki tesisler	33
TOPLAM	1127

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **Ulusal Su Planı (2019-2023)**, 2018, s.38.

Tablo 2.29: İçme Suyu Arıtma Tesisleri

İçme Suyu Arıtma Tesis Tipi	Tesis
Ön Arıtma Tesisleri	28
Konvansiyonel Arıtma Tesisleri	119
İleri Arıtma Tesisleri	12
Paket Arıtma Tesisleri	295
Faal Tesis Sayısı	452
Faal Olmayan Tesis Sayısı	93
TOPLAM	545

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **Ulusal Su Planı (2019-2023)**, 2018, s.39.

²³⁴ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, **a.g.e.**, 2018, ss.36-39.

Yukarıda görüldüğü gibi Türkiye’de su kaynaklarının yönetimi ile ilgili olarak faaliyet gösteren birçok kurum ve kuruluş vardır. Yönetimde ve planlamada bu kadar çok birimin olmasının kaçınılmaz görünmesine karşın uygulamada bir takım olumsuzlukları da beraberinde getirdiği gözlenmektedir. Öncelikle bu kadar çok bölünmüş bir yapının gereksiz olduğu vurgulanırken, bölünmüşlüğün ölçek sorunlarına, hizmetlerin etkinliğinin düşmesine, eşgüdümün bozulmasına ve maliyetleri üzerindeki yükselmelere neden olduğu belirtilmiştir.²³⁵ Özellikle bütünleşiklik, eşgüdümün, paydaş katılımı ve yerel sahiplenme alanlarında ilerleme sağlanması en önde gelen sorunlar olarak belirmektedir.²³⁶

Su yönetimi konusunda sorumlu ve yetkili olan kurumların idari çerçeve içerisinde devamlı olarak değişikliklere tabi tutulması, yetki sınırında ortaya çıkan oynaklıklar bilgi ve deneyim birikimini engellerken kurumsal ölçüde bir gelenek oluşmasını zorlaştırdığı gözlenmektedir. Sözü edilen olumsuz durumların sorumlu kurumlarda görevli olan personelde sürekli bir tedirginlik yaratmış olduğu²³⁷ da Türk su yönetiminin eksikleri arasında sayılmalıdır.

Havza temelinde su yönetiminin temel rehberi olan havza yönetim planlarının hazırlanması 2020 yılına kadar tamamının hazırlanmış olması gerekirken yirmi beş havzadan yalnızca beş tanesi tamamlanmıştır. Temel yol haritası niteliğinde olan belgelerin büyük çoğunluğunun hazırlanamamış olması Türkiye’nin su kaynakları yönetimi konusunda ciddi eksikleri olduğunun göstergesidir. Aynı şekilde 2020 yılına kadar sektörel su tahsis planlarının hazırlanması hedeflenmiş olduğu halde yalnızca dört adet plan hazırlanabilmiştir.²³⁸

Avrupa Komisyonu’na göre su fiyatları ekonomide yer alan tüm sektörlerin su kullanım maliyetlerini karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Diğer bir deyişle Komisyon suyun nihai tüketiciye gelene kadar oluşmuş olan tüm masrafların nihai tüketiciye tam olarak yansıtılması ilkesini benimser. Bu maliyet hesaplanırken ekonomik kalemlerin yanı sıra çevresel ve sosyal etkilerin de hesaba katılması benimsenmiştir. Fakat Türkiye’de su tarife fiyatlarını belirleme yetkisi belediye meclislerine verilmiştir. Bu da çevre ve kaynak maliyetlerinin tam hesap edilmesine engel olarak su

²³⁵ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **Ormancılık ve Su Şûrası (21-23 Mart 2013), Havza Yönetimi ve Su Bilgi Sistemi Çalışma Grubu Raporu**, Ankara, 2012, s.3.

²³⁶ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, ss.7-8.

²³⁷ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, s.18.

²³⁸ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, s.17.

bedelinin fiyatlara tam olarak yansımada bir takım sorunlar oluşturmaktadır. Sonuç olarak su fiyatları düşük kalmaktadır. Örneğin DSİ sulama suyunu satmamakta yalnızca işletme masraflarını tahsil etmektedir.²³⁹ Bu durum maliyetin fiyatlara tam olarak yansıtılması ilkesi ile çelişmektedir. Türkiye’de su kullanımı açısından en büyük paya sahip olan tarım sektöründe bu tip bir uygulama suyun fiyatlandırılması konusunda ciddi sapmalara neden olmaktadır.

27/10/2010 tarihli 27742 sayılı Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik genel olarak kirleten öder ilkesine değinmişse de su tarifelerinin hesaplanması sırasında çevresel maliyetlerin hesaplanmasına dair bilgi vermemiştir. Buna ek olarak Atıksuların Kanalizasyon şebekesine Deşarj Yönetmeliği’ne göre deşarj yapan kirletici kirlilik eşik değerinin üzerinde bir kirlenmeye sebep olacak biçimde kaynağa boşaltım yapması durumunda eşik değer sınırının altına tekrar ininceye kadar belediyeye kirlilik önlem payı ödemek zorundadır.²⁴⁰ Farklı türden kirleticilere belirli oranlar dahilinde önlem payı ödeyerek faaliyete devam etmesine izin verilmesi onarılamaz bir kirlenmenin oluşabileceği olasılığını tamamen göz ardı etmiştir. Bu da su kaynağındaki kirlenmenin yarattığı dışsalılığı hesaplanamaz hale getirmektedir.

Türkiye’de evre vergileri AB’ye kıyasla sınırlı bir uygulama alan bulmaktadır. evre vergileri üretici ve tüketiciler üzerindeki maliyetleri arttığı için bu maliyetlerden kurtulmak adına üretici ve tüketiciler çevreci yaklaşımları benimseyeceklerdir. Türkiye’de uygulanan evre Temizlik Vergisi atıkların bertarafı için gerekli olan maliyetin ancak %15’ini karşılayabilmektedir.²⁴¹ Bu durumda AB’nin su yönetimi konusunda tüm maliyetlerin nihai su tüketicisine yüklenmesi ilkesine uygun değildir. Su kaynakları üzerinde çevresel baskının azaltılması için yapılacak harcamalar başka kaynaklardan karşılanmak zorundadır. Ayrıca bu durum gerek tüketiciler gerek üreticiler tarafından çevreye duyarlı yaklaşımların benimsenmesinde isteksizliğe neden olacaktır.

²³⁹ Fulya Kalemci, **Su Yönetiminde Kullanılan Ekonomik Araçlar: Atıksu Deşarj İzin Borsasının Türkiye İçin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi**, (Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı), Ankara, 2015, ss.17-25.

²⁴⁰ F. Kalemci, **a.g.e.**, 2015, ss.25-26.

²⁴¹ Ayşen Satır Reyhan, “evre Ekonomisinde evre Vergileri Uygulamaları”, **Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Yıl 7, Sayı 1, orum, 2014, (ss. 110-120) s.116.

Türkiye’de su sektöründeki maliyetlerin nihai tüketici dışında başka kaynaklardan karşılanması konusunda bir başka örnek ise İller Bankası’nın küçük belediyelere atıksu bertarafı için gerekli altyapının kurulmasına yönelik olarak verdiği hibelerdir. Söz konusu hibelerin toplam maliyete oranı %50’yi bulmaktadır. Buna ek olarak Türkiye atıksu deşarj izin borsası gibi su kullanımında etkinliği arttıracak piyasa temelli ekonomik araçların bazılarında yoksundur. Bu gibi araçlar üreticileri ve tüketicileri ekonomik ve teknolojik açıdan destekler.²⁴²

Havza ölçeğinde uygulanan projelerde meydana gelebilecek olan sosyal ve ekolojik etkilerin ölçülmesi konusunda eksiklikler vardır. Özellikle bu ölçülmede kullanılacak yöntemlerin, kurumsal kapasitenin ve verilerin yetersizliği sorun teşkil etmektedir. Projenin yürütülmesi esnasında koruma ve sonrasında rehabilitasyon çalışmalar yeterli değildir. Örneğin akarsular üzerinde kurulmuş olan bazı HES’lerin elektrik üretim miktarlarında su kaynağına aşırı yük bindirecek ve kurulu oldukları yerde balık geçişlerinin sağlanabilmesi konularında planlama hataları olduğu bilinmektedir.²⁴³ Ayrıca proje ve yatırımların fayda-maliyet analizlerinin yapılmasında, bunlardan etkilenen ve yararlanan paydaşlar arasında paylaşımda da yetersizlikler vardır. Bilimsel yöntem ve AR-GE eksikliği, araştırmacılar ile uygulamacılar arasında iletişimin ve işbirliğinin istenen düzeyde olmaması ve havza kuruluşlarında çalışan personelin sayıca yetersiz oluşu Türkiye’de su kaynakları yönetiminin eksikleri arasında sayılabilir.^{244 245}

Enerji maksatlı üretim yapmak için su kaynakları üzerinde kurulan tesislerin (barajı / barajsız HES’ler gibi) kurulumunda su kullanımı için imtiyaz veren sözleşmelere bakıldığında bazı eksikler göze çarpmaktadır. Buna göre “Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanması İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik²⁴⁶”e göre belediyelere ait şirketler eğer gerekli şartları taşıyorsa lisansız üretim yapma hakkı kapsamında enerji üretim tesisi kurabilmektedir. Ayrıca yönetmelik lisansız üretim kapsamına giren projeler için DSİ ilanına gerek görmemiştir. Bu durum yalnızca imtiyaz

²⁴² F. Kalemci, **a.g.e.**, 2015, ss.29-33.

²⁴³ Esra Üçüncü ve Ahmet Altındağ, “Balık Geçitleri ve Tasarımı Üzerine Genel Bir Bakış”, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi**, 15(2), Kahramanmaraş, 2012, (ss.50-58), s.57.

²⁴⁴ T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, ss.10-11.

²⁴⁵ T.C. Kalkınma Bakanlığı, **a.g.e.**, 2014, s.18.

²⁴⁶ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/06/20190615-5.htm> 13/07/21 (Çevrimiçi).

dahilinde üretim yapmak zorunda olan özel kesim şirketleri karşında avantaj sağlayarak serbest rekabeti bozucu etki yaratma olasılığı vardır. Bu bağlamda imtiyazsız üretim yapma hakkı alan şirket için açıkça kısıtlama getiren tek ilke yalnızca sulamanın feda edilmemesi ilkesidir. Belediyeler tarafından imtiyazsız elektrik üretimi yapan tesisler DSİ tarafından uygun bulunması ve teknik imkanın bulunması halinde içme suyu isale hatları ile atık su isale hatları üzerine elektrik üretim tesisi kurulabilmesi mümkündür. Farklı bir deyişle su kullanım hakkı sıralamasında birinci sırada olan içme suyuna ait hatların üzerinde enerji üretim tesislerinin kurulması mümkündür. Lisansız üretim yapan kapsamında olan projeler için yönetmelikte DSİ tarafından gerektiği takdirde ilgili kurumların görüşü alınır ibaresi vardır. Gerektiğinde ibaresi son derece muğlaktır. Su kaynaklarının kullanımı söz konusu olduğunda AB uygulamasında olduğu gibi mümkün olan en geniş paydaş katılımı ile karar alınması gerekir. Bu tür bir yaklaşım çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan daha isabetli ve güvenli karar vermeyi mümkün kılacaktır.

Yönetmelik imtiyaza gerek duymadan lisanssız ya da lisanlı olmak üzere su kaynaklar üzerinde enerji üretimi yapacak olan tüm şirketler proje inşasına başlamadan önce havzada hidrolojik açıdan bir yapılabilirlik (fizibilite) raporu hazırlamak zorundadır. Bu rapor DSİ onayından geçer. Fakat çevresel ve sosyal açıdan yapılabilirlik tam olarak hesaplanabilir görünmemektedir. Ayrıca şirketler DSİ izniyle dere yataklarına müdahalede bulunabilir ibaresi de yönetmelikte yer almaktadır. Bu bağlamda gerektiğinde birkaç su kaynağının birleştirilmesine izin verilebilmekte olduğu da yönetmelik metninde görülür. Bu durumun bölgedeki doğal su döngüsü ve canlı yaşamı üzerinde nasıl bir tahribat yaratacağını kestirmek güçtür. Buna ek olarak proje sonunda ortaya çıkabilecek olumsuzluklardan yalnızca şirketin sorumlu olması maddesi DSİ gibi yetkili kurumların daha pervasızca karar almasına yol açabilir. Sürece dahil olan tüm kesimlerin olumsuz sonuçlardan sorumlu tutulması hem çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan hata riskini azaltacaktır. Yönetmelik DSİ tarafından verilen/duyurulan bilgilerin hatalı olması olasılığından da bahsetmiş, bu durumda revize imkanı da kalmamışsa projenin iptal edileceği bilgisini vermiş ve şirketlerin zararının bir kısmının tazmin edilemeyeceği belirtilmiştir. Bu durum şirketleri risk alarak girişimde bulunmak konusunda isteksizliğe sürükleyecek ve ekonomik açıdan olumsuz bir tablo çizecektir. Kaldı ki projenin tamamlanmasından sonra söz konusu hatanın ortaya çıkma ihtimalinden yönetmelikte hiç bahsedilmemektedir. Üretime devam edilirse doğal ortamda

yaratılmış büyük tahribat; üretime devam edilmese hem doğada hem de ekonomide oluşan tahribat kalıcı olacaktır. Bu tür bir risk karar alma sürecinde geniş bir katılımın sağlanmasıyla en aza indirilebilir.

İlgili yönetmelikte Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) raporları konusunda bir belirsizlik vardır. Yer yer görülen “ÇED gerekli değildir” ibaresinin hangi durumlar için kullanıldığı açık değildir. Kaldı ki su kaynakları üzerinde şirketlere bu kadar geniş yetkiler tanıyan anlaşmaların yapıldığı bir düzlemde ÇED’in her durumda koşul olarak sunulması hatta gerektiğinde yenilenmesi gerekmektedir. Su kaynakları üzerinde kurulacak enerji üretim tesislerinin yaratacağı olumsuz dışsallıkların tümünün neredeyse hesaplanamaz oluşu mutlaka göz önünde bulundurularak ÇED’lerin büyük bir titizlikle bağımsız biçimde ve etki altında kalmadan geniş katılımı ile oluşturulması elzemdir.

2.3.4.4. Türkiye’nin AB Su Çerçeve Yönergesi’ne Uyum

Su kaynakları alanında yer alan AB mevzuatı temel olarak 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Yönergesi ve ilgili diğer yönergelerden oluşmaktadır. 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Yönergesi, öncelikli olarak bütünleşik havza yönetimini ve halkın karar alma süreçlerine katılımını öngörmektedir. Üye Devletlerin su kütlelerinin kalite ve miktar açısından korunmasını ve iyileştirilmesini amaçlayan temel yasal düzenlemeler Su Çerçeve Yönergesi’nde yer almaktadır. AB Su Mevzuatı, 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Yönergesi ile birlikte içme suları, yüzme suları, yerüstü suları ve yeraltı suları kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi, tarım kaynaklı nitrat kirliliğinin önlenmesi kentsel atık suların arıtımı ve taşkın risklerinin yönetilmesi, deniz, kıyı ve okyanus alanlarının korunması gibi su yönetimine ilişkin mevzuatı da içermektedir. Bu yönergeler ile ilgili mevcut durum, yasal çerçeve ve kurumsal çerçeve bilgileri, mevzuat uyum durumu, öngörülen uygulama/uyumlaştırma tarihleri Tablo 2.30’da yer almaktadır.²⁴⁷

²⁴⁷ T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, A.e., s.34.

Tablo 2.30: Su Kalitesi Yönetimi Sektörü Mevcut Durum, Yasal ve Kurumsal Çerçeve

AB Mevzuatı	Mevzuat Gereklilikleri	Mevzuat Uyum Durumu	Öngörülen Uyumlaştırma / Uygulama Tarihi	Sorumlu Kurum	Ulusal Mevzuat
82/176/AET, 83/513/AET, 84/156/AET, 84/49 I/AET, 86/280/AET sayılı Konsey Yönergelerini Değiştiren ve Akabinde Yürürlükten Kaldıran ve 2000/60/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesini Değiştiren 16 Aralık 2008 tarihli ve 2008/105/AT sayılı Su Politikası Alanında Çevresel Kalite Standartlarına İlişkin Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi. Çevresel Kalite Standartları	Öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler için çevresel kalite standartlarının ulusal mevzuata aktarılması Alıcı ortamlarda ÇKS'lerin aşılıp Aşılıp aşılıpın tespit edilmesi için havza bazında uzun dönem izleme programlarının oluşturulması İzleme Altyapısının Geliştirilmesi Karışım Bölgelerinin Belirlenmesi Noktasal Kaynaklı Kirleticiler için ÇKS Bazlı Deşarj Standartlarının Belirlenmesi Emisyon, deşarj ve kayıp envanterinin çıkarılması ÇKS'lerin Aşılması Durumunda Uygulanacak Tedbirlerin Belirlenmesi	Büyük ölçüde uyumlu	Uygulama: Tahmini 2017	Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB), Devlet Su İşleri (DSİ), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (ÇŞB ÇYGM), Tarım ve Orman Bakanlığı (GTHB)	30 Kasım 2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" 11 Şubat 2014 tarihli ve 28910 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik" 10 Ağustos 2016 tarihli ve 29797 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"
Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimine İlişkin 23 Ekim 2007 tarihli ve 2007/60/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi Taşkın	Taşkın Yönetim Planlarının (TYP) tüm havzalar için hazırlanması	Büyük ölçüde uyumlu	Uyumlaştırma: Su Kanunu 2017 Uygulama: Tüm havzalar için TYP hazırlanması 2021	OSİB	04.07.2011 tarihli ve 27984 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname" Taslak "Su Kanunu" 12 Mayıs 2016 tarihli ve 29710 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik"
Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunmasına İlişkin 12 Aralık 2006 tarihli ve 2006/118/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi Yeraltı Suyu	İzleme Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi ve Karakterizasyon Çalışması	Büyük ölçüde uyumlu	2016-2024	DSİ, OSİB SYGM	7 Nisan 2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yeraltı Sularının Kirlenmeye Ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik" 22 Mayıs 2015 tarihli ve 29363 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte

Yeraltı Suyu Verilerinin Değerlendirilmesi		Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik			
Kimyasal Durum Konusundaki İzleme Verilerinin Değerlendirilmesi					
Tebdirlere Programı					
Denetleme					
Şubat 2006 tarihli ve 2006/7/AT sayılı Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine İlişkin Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi (596/2009 sayılı Tüzük ile değişik) Yüzme Suyu	Yönetmelik revizyonu İntestinal enterokok ve Escherichia coli izlemesine başlanması Siyanobakteri, mikroalg, fitoplankton ve fitoplanktonların aşırı çoğalmasına yönelik izleme programlarının oluşturulması, Alt yapıların kurulması Kıyı yüzme suyu profillerinin güncellenmesi ve iç sulardaki yüzme alanlarının yüzme suyu profillerinin oluşturulması Topluma yüzme suyu kalitesi ile ilgili bilgi aktarımını sağlayan sistemlerin kurulması (bilgi levhaları, web siteleri vs.) Tüm yönetim tedbirlerinin ve yetkili otoritelerin belirlenmesi	Büyük ölçüde uyumlu	Uyumlaştırma: (revizyon) 2017 II. Dönem	SB, OSİB, ÇŞB, Belediyeler	9 Ocak 2006 tarihli ve 26048 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği”
2455/2001/AT sayılı Komisyon Kararı ve 2008/32/AT, 2008/10/AT ve 2013/39/AB sayılı Yönergelerle Değiştirilen Su Politikası Alanında	Sınır aşan sular için ortak havza yönetim planlarının hazırlanması Havza koruma eylem planlarının nehir havzası yönetim planlarına dönüştürülmesi Yerüstü suları için alıcı ortamda çevresel	Kısmen uyumlu	Uyumlaştırma: 2017 Uygulama: 2017-2027	OSİB, Dışişleri Bakanlığı, DSİ, ÇŞB, GTHB	Taslak “Su Kanunu” 12 Ekim 2012 tarihli ve 28444 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Su Havzalarının Korunması ve Yönetim

Topluluk Eylem Çerçevesinin Oluşturulması Hakkında 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi ²⁴⁸ (Su Politikası Alanında Öncelikli Maddeler Açısından 2000/60/AT Sayılı Yönergesi ve 2008/105/EC Sayılı Yönergesi Değiştiren 2013/39/AB Sayılı Yönerge)	kalite standartlarının sağlanması Çevresel kalite standartlarının belirlenmesi ile bu standartlara ilişkin deşarj standartlarının geliştirilmesi Koruma alanlarının kayıt altına alınması Havzalarda su kalitesi izleme programlarının oluşturulması Modern sulama tekniklerinin uygulanması Su Bilgi Sisteminin oluşturulması	Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik” 30 Kasım 2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” 11 Şubat 2014 tarihli ve 28910 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik” 29 Temmuz 2012 tarihli ve 28338 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik” 20 Mayıs 2016 tarihli 29361 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul Ve Esasları Hakkında Tebliğ”		
Gemilerin Ürettiği Atıklar ve Yük Artıkları İçin Kullanılan Liman Atık Alım Tesisleri Hakkında 27 Kasım 2000 tarihli ve 2000/59/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi. Liman Atık Alım Tesisleri	Yönetmelik ve yönetmeliğe dayanarak yayımlanan ilgili mer’i mevzuatın hazırlanması revizyonu. Gemi kaynaklı yasadışı deşarjların önlenmesi ve denetlenmesine ilişkin prosedürlerin güncellenmesi amacı ile bir sistem geliştirilmesi, Gemi Atık Takip Sistemi’nin geliştirilmesi,	Kısmen Uyumlu Büyük ölçüde uyumlu Yönerge ile ilgili olarak şu anda Avrupa Komisyonu’nda revizyon çalışmaları sürdürülmektedir.	UDHB, ÇŞB UDHB, ÇŞB, Büyükşehir Belediyeleri, Sahil Güvenlik Komutanlığı	26 Aralık 2004 tarihli ve 25682 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”
1882/2003 ve 596/2009 sayılı Tüzükler ile Değiştirilen İnsani Tüketime yönelik suyun kalitesine ilişkin 3 Kasım 1998 tarihli ve 98/83/AT sayılı Konsey Yönergesi. İçme Suyu	Aşağıdaki işlemler sorumluların tanımlanması: --İçme suyu ekstraksiyonu --Sevkiyat ve arıtma --Teslim noktasında içme suyu --İzleme kalitesi 10 m3/gün’ den az debisi olan veya 50 kişiden fazla kişiye hizmet veren tüm bireysel içme suyu kaynaklarının tanımlanması İçme suyunun korunması için standartların tanımlanması İçme suyu izleme programının oluşturulması Standartlara uyulmadığı durumda özel arıtım (derogasyonların) sağlanması ve kontrolü Avrupa Komisyonu’nda	Büyük ölçüde uyumlu (Raporlama üyeliği)	Sağlık Bakanlığı (SB) Türkiye Halk Sağlığı Kurumu	17 Şubat 2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” 7 Mart 2013 tarihli ve 28580 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” Sorumlu Kurum: Sağlık Bakanlığı

²⁴⁸ 2013/39/AB Öncelikli Maddeler Açısından Çevresel Kalite Standartları Yönergesi SÇY kapsamında değerlendirilmiştir.

	raporların sunulmasına ilişkin bir sistem geliştirilmesi				
	Tüketicilerin içme suyunun kalitesi hakkında bilgilendirilmesi				
1882/2003 ve 1137/2008 sayılı Tüzüklerle Değiştirilen Tarımsal Kaynaklı Nitratın Neden Olduğu Kirliliğe Karşı Suların Korunmasına İlişkin 12 Aralık 1991 tarihli ve 91/676/AET sayılı Yönergesi Nitrat Yönergesi	İç sular ve yeraltı sularında nitrat izleme programlarının oluşturulması İç sularda ötrofikasyon izleme programlarının oluşturulması Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi İyi Tarım Uygulamaları Kodunun yayımlanması Nitrata Hassas Bölgeler için Eylem Planlarının Oluşturulması	Büyük ölçüde uyumlu	Uygulama: 2020	GTHB, OSİB	23 Temmuz 2016 tarihli ve 29779 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği”
98/15/AT sayılı Yönerge, 1882/2003 sayılı Tüzük, 1137/2008 sayılı Tüzük ve 91/271/AET sayılı Yönergenin 17’nci Maddesinde öngörülen ulusal programların takdimi için oluşturulacak formata ilişkin 93/481/AET sayılı Komisyon Kararıyla Değiştirilen Kentsel Atık su Arıtımına İlişkin 21 Mayıs 1991 tarihli ve 91/271/AET sayılı Konsey Yönergesi Kentsel Atık Su Arıtma Yönergesi (Direktifi) (KAAD)	Hassas /Az Hassas/Normal Alanların tüm iç sular için belirlenmesi ve kıyı suları için revize edilmesi, Mevcut KAAT’larda iyileştirme, hassas alanlara yapılan deşarjlarda ileri arıtma sistemleri 2023’e kadar tüm atık suların KAAD ile uyumlu arıtılması Atık su toplama sistemlerinin iyileştirilmesi ve yenilerinin inşası	Büyük ölçüde uyumlu	Uygulama: 2017 IV. Çeyrek	OSİB, ÇŞB, Belediyeler	8 Ocak 2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kentsel Atık su Arıtımı Yönetmeliği”
2000/60/AT Sayılı sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi uyarınca hazırlanan 31 Temmuz 1990 tarihli ve 2009/90/EC sayılı Kimyasal Analiz ve Su Statüsünün İzlenmesi için Teknik Özellikler Yönergesi	Saha analizleri ile online analizler için benzer uygulamanın yapılması	Büyük ölçüde uyumlu		ÇŞB	25 Aralık 2013 tarih ve 28862 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği”

Kaynak²⁴⁹: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, **UÇES (2016-2023)**, 2016, ss.36-44.

ÇŞB tarafından yayınlanan Su Kalitesi Yönetimi Sektörü Mevcut Durum, Yasal ve Kurumsal Çerçevesini gösteren Tablo 2.30’a Mart 2020 tarihinde ulaşıldığı göz önüne alındığında bazı uyumlaştırma alanlarında büyük ölçüde uyumlu hale getirildiği bazılarının ise henüz yeterli düzeyde uyumlu hale getirilemediği görülmektedir. Buna ek olarak uygulama/uyumlaştırma tarihlerinin bazılarının da henüz gelmediğini görmek mümkündür. Buna göre Su Çerçeve Yönergesi ve SÇY

249

<https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler//uces-belges--20180125144313.pdf>
06/03/2020 (Çevrimiçi).

ile bağlantılı diğer yönergelerde Türk ulusal mevzuatının AB mevzuatı ile uyum durumu her ilgili yönerge için aynı değildir.

Çevresel Kalite Standartları'na ilişkin yönergede uyum durumu "*büyük ölçüde uyumlu*" şeklinde verilmişken uygulama tarihinin 2020 ulaşım yılında "*Tahmini 2017*" şeklinde verilmiştir. Bu ifadenin Türk mevzuatı ile AB mevzuatının uyumlaştırma/uygulama tarihinden önce büyük ölçüde uyumlu şeklinde verilmiş olması akla TR mevzuatının AB mevzuatı ile zaten büyük ölçüde uyumlu mu olduğu yoksa ÇŞB'nin tabloyu güncellemek konusunda eksiği mi olduğu sorusunu getirmektedir. Ayrıca mevzuat gereklilikleri konusunda hangilerinin tam olarak uygulanıp uygulanmadığı sorusu cevapsızdır. Taşın Yönergesi için "*büyük ölçüde uyumlu*" ifadesi bulunmaktadır. Tabloya bakıldığında yasal düzenlemenin 2017 yılında yapıldığını fakat tüm havzalar için TYP'lerin tamamlanmasının 2021 yılında biteceği görülmektedir. Yer altı sularına ilişkin yönergede de durum "*büyük ölçüde uyumlu*" olarak verilmekte iken uygulama tarihinde uygulamanın 2016-2024 yılları arasında tamamlanacağı belirtilmektedir. Yüzme sularına dair yönergede uyum durumu "*büyük ölçüde uyumlu*" iken uyumlaştırmada revizyonun 2017 yılının ikinci döneminde yapıldığı görülmektedir.

Su Çerçeve Yönetmeliği için uyum durumu "*kısmen uyumlu*" şeklindedir. Uyumlaştırmının 2017 yılında tamamlanmasına karşın uygulamanın 2017-2027 yılları arasındaki on yıllık sürece yayılacağı belirtilmektedir. Fakat su bilgi sisteminin kurulması, modern sulama, havza su kalitesi izleme, koruma alanlarının kaydı, çevresel kalite standartlarının belirlenerek buna uygun deşarj standartlarının yükseltilmesi, sınır aşan suların havza yönetim planlarının hazırlanması, havza koruma eylem planlarının nehir havzası yönetim planlarına dönüştürülmesi gibi mevzuat gerekliliklerinin hangilerinin tam olarak uygulandığı ya da hangilerinin uygulanmasında eksiklerin olduğu belgede belirtilmemiştir.

Liman Atık Alım Tesisleri yönergesi için uyum durumu iki parçalıdır. Yönetmelik ve yönetmeliğe uygun olarak hazırlanacak olan mer'i mevzuatın revizyonu konusunda uyum durumu "*kısmen uyumlu*" şeklinde verilmiştir. Gemilerin yasadışı deşarjının önlenmesi / denetlenmesi süreci ile ilgili bir sistemin geliştirilmesi ve Gemi Atık Takip Sistemi'nin geliştirilmesi konularında Türkiye'nin "*büyük ölçüde uyumlu*" olduğu belirtilmiştir. Fakat belgede ilgili yönergenin büyük ölçüde uyumlu sayılan kısmı için Avrupa Komisyonu'nun revizyon çalışmalarının devam ettiği de

ayrıca belirtilmiştir. Bu ifadeye göre Liman Atık Alım Tesislerine dair yönergenin tamamı için uyum çalışmalarının sürdürülmesi gerektiği anlaşılmaktadır. İçme Suyuna ilişkin yönerge için uyum durumunun “*büyük ölçüde uyumlu*” şeklinde olduğu görülmektedir. Fakat yönergenin uygulanmasına ilişkin raporlamanın ancak üyelikle birlikte yapılacağı belirtilmektedir. Belgede raporlama dışında kalan bireysel içme suyu kaynaklarının tanımlanması, içme suyuna ilişkin standartların ve izleme programlarının oluşturulması gibi mevzuat gerekliliklerinde uyumun büyük ölçüde sağlandığı bildirilmektedir.

AB çevre koruma hukukunda önemli bir yeri olan Nitrat Yönergesi Türkiye’nin uyum durumu “*büyük ölçüde uyumlu*” şeklinde açıklanmıştır. Uygulama tarihi ise 2020 olarak belirtilmiştir. Nitrat kirliliğinin önlemesine dair yönerge yeraltı ve yer üstü su kaynaklarını korumak için tasarlanmıştır. Bu bağlamda mevzuat gereklilikleri sulardaki nitratın ve ötrofikasyonun izlenmesi, nitrata hassas bölgelerin tespiti ve bu bölgeler için eylem planlarının oluşturulması son olarak da iyi tarım uygulamaları kodunun yayımlanması olarak verilmiştir. Fakat tablonun geri kalanında olduğu gibi uyumun hangi gereklilik maddelerinde ne düzeyde uygulama sağlandığı açıklığa kavuşturulmamıştır.

SÇY ile ilgili bir diğer yönerge olan Kentsel Atık Su Arıtma Yönergesi için Türk mevzuatının AB mevzuatı ile uyumu durumu “*büyük ölçüde uyumlu*” şeklinde verilmiştir. 2023 yılına kadar tüm atık suların KAAD ile uyumlu halde arıtılması mevzuat gereklilikleri arasına alınmış olmasına karşın uygulama tarihi olarak 2017 yılının son çeyreği verilmiştir. Su sektörüne dair Türk mevzuatı ile AB mevzuatı arasındaki uyum ve uygulama durumunu gösterir 2.30 numaralı tabloda ele alınan son yönerge Kimyasal Analiz ve Su Statüsünün İzlenmesi için Teknik Özellikler Yönergesi uyum durumu “*büyük ölçüde uyumlu*” olarak gösterilmiştir. İlgili tablo genel anlamda uyum durumu hakkında fikir verir durumda iken mevzuat gerekliliklerinin hangilerinde ne düzeyde uyum/uygulama sağlanmış olduğu yönünde ayrıntılı ayrıntı içermemektedir.

Su kaynaklarının kalitesi konusunda Türkiye’nin uyum durumunun takip edilebileceği güvenilir bir diğer kaynak da Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan Türkiye’nin AB’ye tam üye olmak yolunda kat ettiği mesafeyi gösteren İlerleme raporlarıdır. Bu raporlar Türkiye’nin ilerleme durumunu belirten yıllık olarak yayınlanan raporlardır. İlerleme raporlarında su kaynakları ile ilgili mevcut durum

yirmi yedinci fasıl olan “Çevre” faslı altında incelenmektedir. Su kalitesi ile ilgili olan durum, Türkiye ve AB arasında Türkiye’nin tam üyelik müzakerelerine başlamasına karar verilen Aralık 2004 tarihinden itibaren yayınlanan ilerleme raporlarından incelenecek olursa uyum durumuna ilişkin ayrıntı elde edilebilir.

2005 yılı ilerleme raporunda Türkiye’nin sınırlı bir ilerleme kaydettiği söylenmektedir. İnsani tüketime yönelik su konusunda uygulama yönetmelikleri ve iyi tarımsal uygulama kurallarının kabul edildiği belirtilmiştir. Su kalitesi müktesebatının bazı yönlerini Türk mevzuatı zaten içermekle birlikte, Nitrat ve İçme Suyu Yönergeleri hariç, bu alanda iç hukuka aktarmanın düşük kaldığı söylenmiştir. Bunun yanında “*Su Çerçeve Yönergesi ile ilgili değişiklikler konusunda herhangi bir ilerleme kaydedildiği söylenemez*”²⁵⁰ ifadesine yer verilmiştir. 2006 yılında yayınlanan ilerleme raporunda su kalitesine yönelik ilgili müktesebata ilişkin olarak şehir suyu atık yönetimi ve yıkanma suyu kalitesi mevzuatının aktarımında iyi bir gelişme sağlanarak ilerleme kaydedildiği söylenmiştir. Fakat rapora göre “*SÇY’nin ve SÇY ile ilgili yönergelerin aktarımı konusunda ilerleme kaydedilmemiştir. Nitrat ve yeraltı suları ve içme suyu ile ilgili yönergelerin aktarım seviyesi düşüktür*”²⁵¹ ifadeleri bulunmaktadır. Bir sonraki yılın ilerleme raporunda “*su kalitesi konusunda hiçbir ilerleme kaydedilmediğini müktesebatın belirli kısımları Türk müktesebatı tarafından karşılanırsa da SÇY’nin iç hukuka aktarılmadığı için genel anlamda uyumun düşük kaldığı*”²⁵² belirtilmiştir. 2008 yılında “*su kalitesi konusunda az miktarda ilerleme kaydedilmiştir. Su kirliliğinin önlenmesine ilişkin mevzuatta bir değişiklik yapılmış olmasına karşın genel uyum seviyesi düşük kalmıştır*”²⁵³ ifadesi yer almaktadır. 2009 yılında da “*su kalitesi konusunda hiçbir ilerleme kaydedilmediği ve uyumun düşük olduğu*”²⁵⁴ raporlanmıştır. 2010 yılı raporunda da ilerlemenin çok sınırlı kaldığı belirtilmiştir. Daha önceki raporlarda da tekrarlanan yönetimin nehir havzaları şeklinde örgütlenmediğine değinilmiştir. Fakat “*ilgili kurumlar arasında koordinasyonu artırmak ve AB müktesebatına daha fazla uyum için stratejiler ve politikalar geliştirmek amacıyla su kalitesi yönetimi konusunda üst düzey bir yönlendirme komitesinin kurulduğuna*”²⁵⁵ değinilmiştir. Bir önceki yılda olduğu gibi 2011 yılında su kalitesi konusunda ilerlemenin çok sınırlı olduğundan bahsedilmiştir.

²⁵⁰ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2005 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2005, ss.139-140.

²⁵¹ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2006 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2006, s. 66.

²⁵² Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2007 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2007, s.70.

²⁵³ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2008 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2008, s.79.

²⁵⁴ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2009 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2009, s. 81.

²⁵⁵ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2010 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2010, ss.89-90.

Su yönetiminin nehir havaları bazında henüz örgütlenmediği fakat buna yönelik çalışmaların sürdüğü rapor edilmiştir.

Önceki yılların aksine 2011 yılında SÇY ilgili yönergelerine yönelik bir ilerleme kaydedilmiştir. Nitrat Yönergesi'nin uygulanması amacıyla yer altı ve yüzey tatlı su kaynaklarında kirliliğin ölçülebilmesi amacıyla bir program ve deniz kirliliğini önlemeye yönelik bütünlük bir izleme sistemi oluşturulmuştur²⁵⁶ ifadeleri yer almaktadır. 2012 yılı raporu yönetimin nehir havzası bazında tam olarak örgütlenmesi ve sınır aşan sular konularında uyumun tam sağlanamamış olduğu belirtilmesine rağmen diğer yıllarda yayınlanan raporlara nazaran oldukça olumludur. Rapora göre *“nehir havzası yönetimi ve yer altı suları ve içme suyuna ilişkin yeni su mevzuatının kabul edilmesiyle birlikte, su kalitesi konusunda iyi düzeyde ilerleme kaydedilmiştir. Su yönetimi konularında bilimsel tavsiyelerde bulunmak üzere Türkiye Su Enstitüsü kurulmuştur. Son dönemdeki yatırımlara bağlı olarak, atık su arıtımı kapasitesi artmıştır”*²⁵⁷ şeklinde olumlu ifadeler yer almaktadır. 2013 yılı raporunda yer alan ifadeler çoğunlukla yönetsel bağlamdadır. *“Bakanlıklar arasındaki yetki devri sebebiyle kurumsal koordinasyonun sağlanamadığı, nehir havzası yönetimi ve yüzey sularının yönetimine ilişkin mevzuatın kabul edilmiş olmasına rağmen nehir havzası koruma eylem planlarının nehir havzası yönetim planlarına dönüştürülmesinin tamamlanmamış olduğu, sınır aşan sular konusunda henüz erken bir aşamada olduğu fakat son dönemdeki yatırımlara bağlı olarak atık su arıtımı kapasitesinin ise artmış olduğu”*²⁵⁸ vurgulanmıştır.

2014 yılı ilerleme raporunda *“nehir havzası yönetim planlarının hazırlanmasına devam edilmekte olduğu, Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik'in kabul edilmesiyle de AB müktesebatına uyumun artacağı kabul edilmektedir. Sınır aşan sular konusunda uyumun halen yetersiz olduğu vurgulanmaktadır. Bir önceki raporda yer alan devam eden yatırımlar sayesinde atık su artıma kapasitesinde artışın devam ettiği ibaresi aynen yer almıştır. Büyükşehir Belediye Kanunu ile Kentsel Atık Su Yönergesi gibi bazı yönergelere uyumun uygulama olarak ilerleme kaydedeceği beklentisi”*²⁵⁹ vardır.

²⁵⁶ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2011 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2011, ss.99-100.

²⁵⁷ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2012 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2012, s.104.

²⁵⁸ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2013 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2013, s.71.

²⁵⁹ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2014 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2014, s.68.

2015 yılı raporunda su kalitesi alanında yer alan ifadeler bir önceki yıl yayınlanan raporla birebir aynıdır. Bu raporda ek olarak *“Kentsel Atık Su Yönergesi gibi çevre mevzuatının uygulanmasını iyileştirmesi beklenen 2014 tarihli Büyükşehir Belediye Kanunu çerçevesindeki kurumsal yeniden yapılanma, kurumsal, mali ve koordinasyon zorlukları arz etmektedir”*²⁶⁰ ifadesi yer almaktadır. 2016 yılı raporunda atık su arıtma kapasitesindeki artış, nehir havzası yönetim planları ve sınır aşan sular konularında yer alan ifadeler önceki iki yılla bire bir aynıdır. Fakat söz konusu yılda yayınlanan raporda SÇY ve ilgili yönergelerle uyum durumu ile ilgili doğrudan ifadeler yer verilmiştir. Buna göre *“Su Çerçeve Yönergesi’ne uyum hâlâ tamamlanmamıştır. AB yönergeleri ile uyumlu biçimde su kalitesinin izlenmesine yönelik çalışmalar, 27 nehir havzasından dördü için devam etmektedir. Deniz stratejisi, kalite kontrolü ve yüzme suyu konularındaki yönergelerle uyum henüz sağlanmamıştır. İkincil mevzuatta yapılan son değişikliklerle su kalite standartları, nitrat kirliliği (Nitrat Yönergesi) ve taşkın yönetim (Taşkın Yönergesi) planlarına ilişkin hususlarda kısmi uyum sağlanmıştır”*²⁶¹ ifadeleri doğrudan uyum durumunu belirtir ifadeler olması bakımından dikkat çekicidir.

2017 yılında Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa Parlamentosuna, Konseye, Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesine ve Bölgeler Komitesine sunduğu AB Genişleme Politikasına İlişkin 2019 Bilgilendirmede 2017 Türkiye Raporu’na yer verilmemiştir. 2018 yılında yayınlanan raporda ise uyum durumunun genel anlamda ilerleme kaydetmediği belirtilmiştir. Yönergeler 2016 yılında olduğu gibi ölçeğinde ifadeler yer verilmiştir. Rapora göre *“Su kalitesi alanında uyum, orta düzeydedir ve rapor döneminde, kayda değer bir ilerleme kaydedilmemiştir. Deniz stratejisi ve yüzme suyu konularındaki yönergelerle uyum henüz başlanmamıştır. Su Çerçeve Yönergesi’ne uyum hâlâ tamamlanmamıştır. Sınır aşan sular konusunda ve atık su artımı konusunda raporda 2016 yılına göre değişiklik olmamıştır. 2 500 su kütlesi arasından 780’den fazla su kütlesi, kentsel atık su deşarjlarına ve nitratlara karşı hassas alanlar olarak belirlenmiştir. Havza yönetimi alanında 25 nehir havzasından 11 tanesi AB Yönergeleri ile uyumlu olarak hazırlanmaktadır”*²⁶² ifadeleri bulunmaktadır.

²⁶⁰ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2015 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2015, s.84.

²⁶¹ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2016 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2016, s.87.

²⁶² Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2018 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2018, ss.91-92.

2019 yılında yayınlanan son raporda ise uyum durumunun genel anlamda olumlu olduğu anlaşılmaktadır. 2019 yılı ilerleme raporunda su kalitesine ilişkin olarak “*Su kalitesi alanında uyum ileri düzeydedir*” ifadesi dikkat çekmektedir. “*Su kütlelerinin %30’undan fazlası hassas alanlar olarak belirlenmiştir. 25 nehir havzasından dördüne ilişkin yönetim planlarının hazırlanması tamamlanmıştır. Atık su arıtma kapasitesi artmıştır.*” İfadeleri genel anlamda olumlu olarak nitelendirilebilir. Bunun yanında “*sınır aşan sular konusunda istişarelerin devam ettiği ve Deniz Stratejisi ve Yüzme Suyu Yönergeleri ile hâlâ uyum sağlanmamıştır*”²⁶³ ifadeleri de olumsuz anlamda yer bulan ifadelerdir.

2.3.5. Almanya’da Su Kaynakları Yönetimi

2.3.5.1. Yasal Çerçeve ve İdari Yapılanma

Alman makamları her rasyonel yönetimde olması gerektiği gibi suyu sınırlı ve hayati bir kaynak olarak görmüştür. Bu nedenle su kaynakları için sürdürülebilir ve bütünleşik bir yönetim sağlamak adına sürdürülebilir bir yönetimi anlayışı içerisinde yasal düzenlemeler yapmıştır. Yapmış ya da kabul etmiş olduğu yasal düzenlemeler çok yönlü ve çeşitlidir. Konu ile ilgili olan Alman yasal düzenlemesi (Federal Su Yasası WHG 1. Madde uyarınca) kullanılabilir bir mal (commodity) olarak kabul edilmiştir.

Su hukukuna dair Alman yasal çerçevesi incelenirken üç kademeli bir yapı arz ettiği göze çarpar. Bu bağlamda genel bir sıralama yapılacak olursa ilk aşamada Uluslararası su mevzuatı yer almaktadır. Ardından Avrupa Birliği su mevzuatı gelir. Daha sonra ise ulusal hukuk çerçevesi içinde Federal Su Yasası ve ilgili yönetmelikleri Almanya’nın su hakkındaki yasal çerçevesini tamamlar. Uluslararası nitelikte olan yasal düzenlemelerden ilki 1992 yılında Almanya tarafından kabul edilen ve 1996 yılında yürürlüğe girmiş olan “Sınır aşan Su Yollarının ve Uluslararası Göllerin Korunması ve Kullanımına İlişkin UNECE Sözleşmesi (UNECE Su Sözleşmesi)”dir. Su Konvansiyonu, UNECE bölgesindeki bütünleşik su kaynakları yönetimine, özellikle sınırı aşan baskıların önlenmesi, kontrolü ve azaltılması yoluyla sınırı aşan suların korunmasına odaklanmaktadır. Aynı zamanda su kaynaklarının uygun, dengeli kullanımı ve ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi

²⁶³ Avrupa Komisyonu, **Türkiye 2019 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2019, ss.105.

hedeflenmektedir. İkinci uluslararası yasal düzenleme ise “Uluslararası Su Yollarının Seyir Dışı Kullanım Yasasına İlişkin BM Sözleşmesi”dir. 21 Mayıs 1997’de Almanya tarafından kabul edilen sözleşme on yedi yıl sonra 17 Ağustos 2014’te yürürlüğe girmiştir. Sözleşme, kıyı devletleri arasındaki işbirliğini ve düşünceleri geliştirmeyi ve özellikle sınırlı tatlı su kaynakları üzerindeki hükümetler arası çatışmayı önlemeyi ve barışçıl bir şekilde çözme amaçlamaktadır.²⁶⁴

Almanya’nın su ile ilgili olan bağlayıcı yasal düzenlemelerden Avrupa Birliği tarafından oluşturulmuş kısmı için Su Çerçeve Yönergesi temel metindir. Tüm üye ülkelerde uygulanması zorunlu olan Yönerge’nin temel amacı, AB içindeki tüm su kütlelerinin iyi durumda olmasını sağlamaktır. SÇY yapı ve uygulama bakımından Bölüm 2.3.2’de detaylı biçimde incelenmiştir. Yönerge’ye Almanya’nın uyumu konusu Bölüm 2.3.5.4’de ayrıca ele alınacaktır.

Almanya Federal Cumhuriyet olarak 16 Federal Eyalette (Länder) bölünmüştür. Federal Almanya Cumhuriyeti Federal Devletlerinin (eyaletlerinin), federasyondan kaynaklanmayan kendi egemenlikleri vardır. Bunlar, yalnızca ikincil idari kurumlar değil, kendi yetkileri olan kamu tüzel kişilikleridir. Temel Yasa (Grundgesetz) olan Alman Anayasası tarafından federasyona yetki verilmediği sürece, eyaletler yasama, hükümet ve adaletin idaresinden sorumludur. Eyaletlerin de özellikle kültür, eğitim ve iç güvenlik alanlarında önemli kanun yapma yetkileri vardır. Genel olarak, yasaların büyük çoğunluğu federal hükümete ait olmakla birlikte, eyalet hükümetleri tarafından yönetilmektedir. Federal hükümetin kendi başına çok sınırlı idari yetkileri vardır. Federalizm ve yetki ikamesi ilkesinin uygulanması, Almanya’daki su yönetimi kurumlarının Avrupa Birliği’nin diğer Üye Devletleri ile karşılaştırıldığında ortaya çıkan en belirgin özellikleridir. Almanya’da su kaynaklarının korunması ve yönetimi için yeterlilik, Federal Eyaletler düzeyinde yer almaktadır. Örneğin eyaletler, koordineli nehir havzası yönetimi amacıyla aralarında işbirliği muamelatı oluşturmuştur. Bu, en belirgin şekilde Federal Eyaletler Su Sorunları Çalışma Grubu’nda (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA) görülebilir. Bu grupta, eyaletler arasındaki işbirliği ve Avrupa Birliği işlerine ortak katılımları düzenlenir. Bu durum, Eyaletlerdeki deniz koruma ve nehir havzası komisyonlarının yanı sıra – bir iç havza olan Weser hariç havza - federal kurumlarda, yabancı kuruluşlarda ve Avrupa Birliği işbirliğinde de görülebilir. İlke

²⁶⁴ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.34.

olarak federalizm, Almanya'da su yönetiminin belediye özerkliği (kommunale Selbstverwaltung) karakterini oluşturur. Temel Yasanın yanı sıra eyaletlerin anayasaları, yerel meseleler üzerinde belediyenin denetimini, su temini ve kanalizasyon gibi kamu hizmetlerini yönetme hakkını garanti eder. Bunun için belediyeler, kendi özel koşullarına uygun kurumsal veya örgütsel düzenlemeleri seçme konusunda yüksek derecede özgürlüğe sahiptir.²⁶⁵

Tablo 2.31: Alman Su Kaynakları Yönetiminin Temel Yasal Hükümleri

Düzey	Düzenlemeler					
AB	Su Çerçeve Yönergesi (SÇY/WFD)	Kentsel Atıksu Arıtma Yönergesi	İçme Suyu Yönergesi	Nitrat Yönergesi	Taşkın Risk Yönetimi Yönergesi	Deniz Stratejisi Çerçeve Yönergesi (MSFD)
	Yeraltı Suları Yönergesi (GWD)	Endüstriyel Emisyonlar Yönergesi (IED)				
	Çevresel Kalite Standartları Yönergesi (EQSD)					
Ulusal	Federal Su Yasası (WHG)	Federal Su Yasası	İçme Suyu Yönetmeliği (TrinkwV)	Gübre Yasası (DüngG)	Federal Su Yasası	Federal Su Yasası
	Yeraltı Suları Yönetmeliği (GrwV)	Atıksu Vergi Yasası (AbwAG)		Gübre Yönetmeliği (DüV)		
	Yüzey Suları Yönetmeliği (OGewV)	Atıksu Yönetmeliği (AbwV)				
	Suyu Kirleten Maddelerin İşlenmesine Yönelik Tesisler Yönetmeliği (AwSV)					
Eyalet	Federal eyaletlerin mevzuatı (kanunlar / yönetmelikler, lisanslar, bildirimler, izleme)					

Kaynak: Jens Arle, v.d., **Water Resource Management in Germany**, 2018, s.36.

Su kaynakları yönetimi ile ilgili belirleyici ulusal yasa, yüzey ve yeraltı sularının kalite ve özellikleri açısından düzenlenmiş bir yönetimini ve su kütlelerine insan müdahalelerini kontrol etmeyi düzenleyen Federal Su Yasasıdır (Wasserhaushaltsgesetz, WHG). Genel bağlamda Yasa, su kütlelerinin ekolojik işlevinde herhangi bir bozulmadan kaçınırken (ihtiyat ilkesi) ekosistemin bir bileşeni, fauna ve flora için bir habitat olarak genel kamu yararına hizmet edecek şekilde korunması ve yönetilmesi gerektiğini ve bununla uyumlu olarak bireye fayda

²⁶⁵ R. Winnege ve T. Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.4.

sağlaması gerektiğini belirtir. Bir bütün olarak çevre için yüksek düzeyde koruma sağlanmasına da vurgu yapar. Federal Su Yasası kendi içerisinde bazı yönetmelikler içerir. Buna ek olarak su yönetimi ile ilgili bazı federal yasalar da vardır. Federal düzeyde yapılan yasal düzenlemelerden farklı olarak Almanya’da eyaletler ölçeğinde de yasal düzenlemeler mevcuttur. Eyaletlerin suyla ilgili hükümleri ulusal hükümleri tamamlar ve bunların uygulanmasına hizmet eder. Eyaletler, Almanya Anayasası’nın 72. maddesinin 3. fıkrası ile kendilerine tanınan ulusal hukuktan (Federal Su Yasası, WHG) sapma hakkını çeşitli şekillerde kullanabilmişlerdir. Belediyeler de benzer şekilde kendi egemenlik alanlarında bağlayıcı hükümler kabul edebilirler. Bu tür düzenlemelerin örnekleri arasında kamu su temini ve atık su bertaraf tesislerine bağlantı, atık su tesislerine deşarjlar, maliyet geri kazanım ücretlerinin uygulanması ve su çıkarma ücretleri ile ilgili olanlar bulunmaktadır.²⁶⁶ Tablo 2.32’de Alman su yönetimini şekillendiren federal yasalar ve ilgili yönetmelikleri gösterilmiştir.

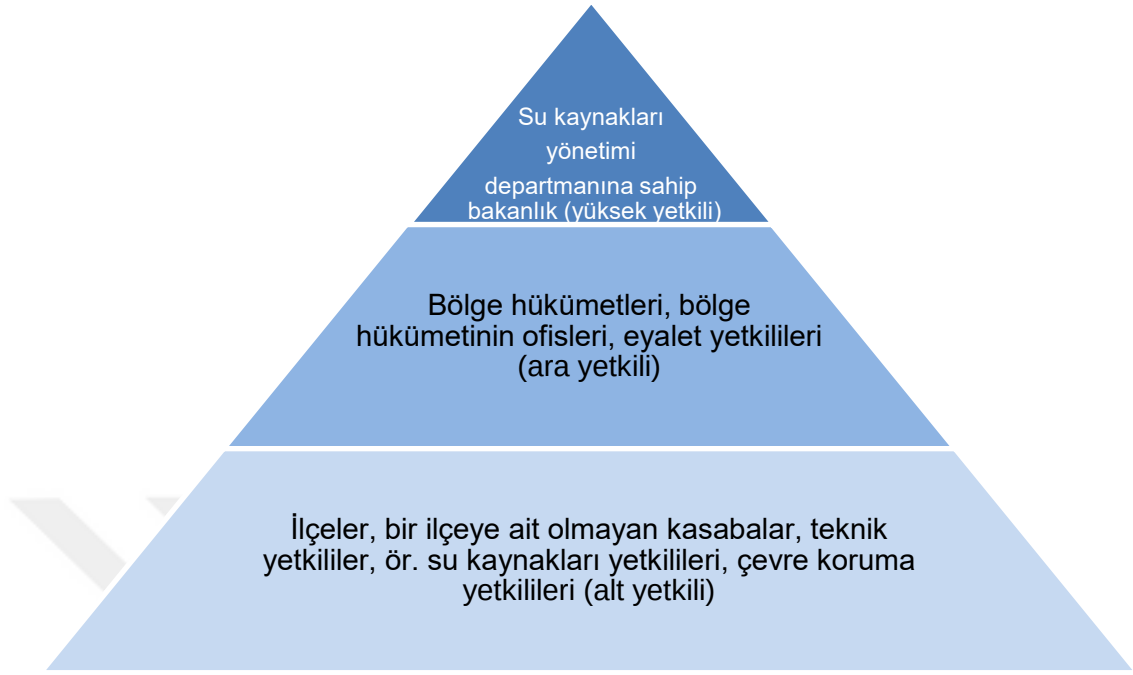
²⁶⁶ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, ss.36-39.

Tablo 2.32: Almanya’da Su Yönetimine Dair Federal Düzeyde Yapılan Yasal Düzenlemeler

Yasa veya Yönetmelik Adı
Federal Su Yasası (Wasserhaushaltsgesetz, WHG)
Yüzey Suları Yönetmeliği (Oberflächengewässerverordnung, OGewV)
Yeraltı Suları Yönetmeliği (Grundwasserverordnung, GrwV)
Atıksu Yönetmeliği (Abwasserverordnung, AbwV)
Suyu Kirleten Maddelerin İşlenmesine Yönelik Tesisler Yönetmeliği (Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, AwSV)
Atıksu Vergi Yasası (Abwasser abgabengesetz, AbwAG)
Enfeksiyon Koruma Yasası (Infektionsschutzgesetz, IfSG)
İçme Suyu Yönetmeliği (Trinkwasserverordnung, TrinkwV)
Gübre Yasası (Düngegesetz, DüngG)
Gübre Yönetmeliği (Düngeverordnung, DüV)
Federal Su Yolları Yasası (Bundeswasserstraßengesetz, WaStrG)
Yıkama ve Temizleme Maddeleri Yasası (Wasch- und Reinigungsmittelgesetz, WRMG)
Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Yasa (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, UVPG)
Çevresel Hasar Yasası (Umweltschadensgesetz, USchadG)
Alman Ceza Yasası (Strafgesetzbuch, StGB)
Federal Doğa Koruma Yasası (Bundesnaturschutzgesetz, BNatSchG)
Toprak Koruma Yasası (Bodenschutzgesetz, BBodSchG)
Döngüsel Ekonomi Yasası (Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG)

Kaynak: <https://www.bmu.de/en/topics/water-waste-soil/water-management/policy-goals-and-instruments/water-protection-policy-in-germany/> 22/01/21 (Çevrimiçi).

Alman su yönetiminin hukuki çerçevesinden de anlaşılacağı üzere Almanya’da su yönetimi üç kademeye ayrılmış bir yapı arz eder. Alman su yönetiminin ilk basamağını su yönetimi konusunda yetki sahibi olan federal düzeydeki birimler oluşturur. Ardından eyaletler ve bölge hükümetleri ölçeğinde yetkili kurum ve kuruluşlar yer alırken üçüncü ve son basamakta ise ilçeler ve onlara bağlı olmayan yerleşim birimlerinin yetkili kurum ve kuruluşları gelmektedir. Alman su idaresinin üç kademeli yönetim yapılanması Şekil 2.22’de gösterildiği gibidir.

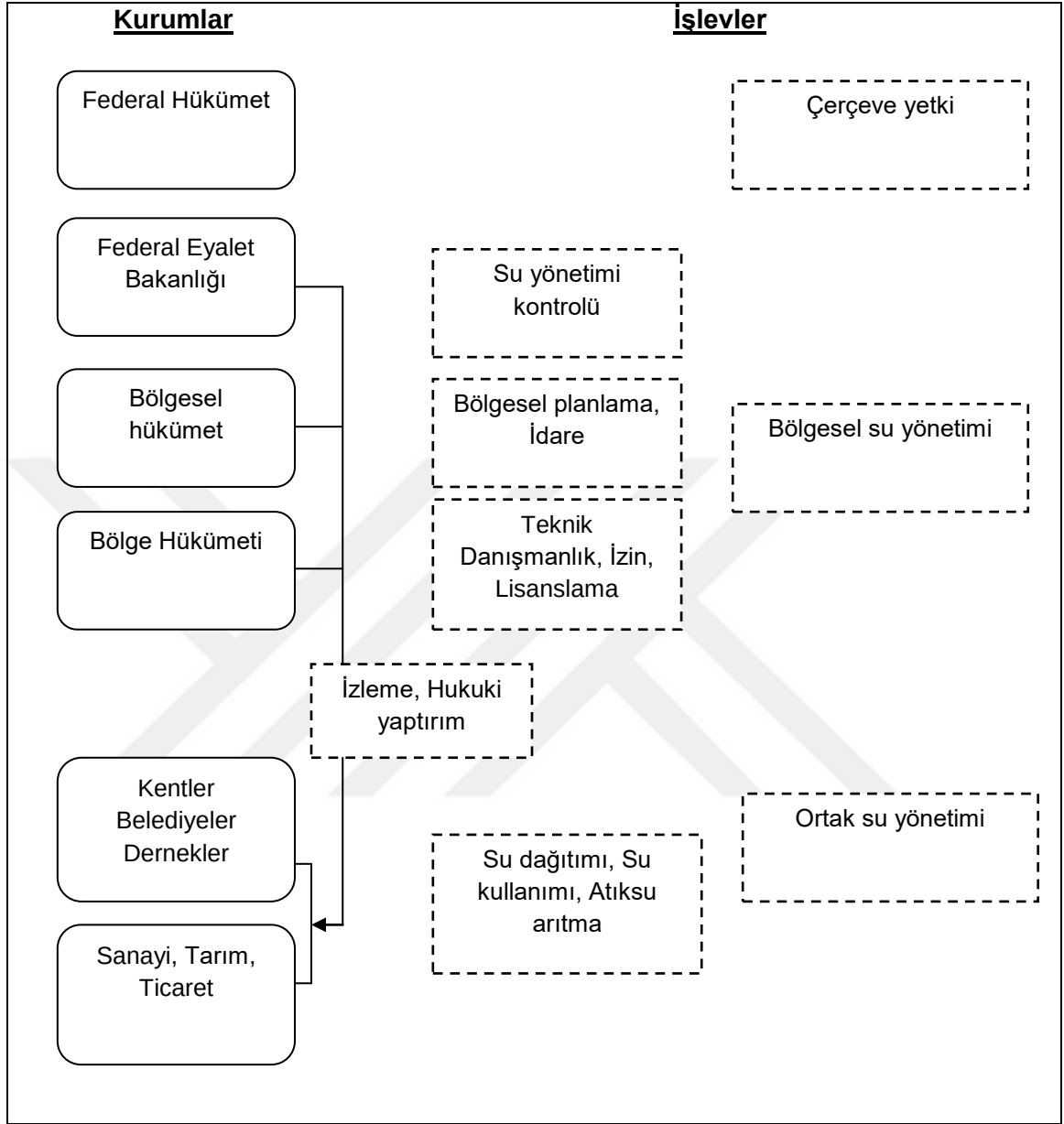


Şekil 2.22: Su Kaynakları Yönetiminde Üç Kademeli İdari Yapı

Kaynak: Jens Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.41.

Her üç kademede yer alan yönetim birimleri Alman su yönetimi konusunda belirli işlevlere sahiptirler ve birbirleriyle belirli bir ilişki biçimleri vardır. İşlevler arasında bölgesel veya genel anlamda suyun yönetilmesi, dağıtılması, arıtımı, planlanması, izlenmesi, lisanslama süreçlerinin takibi, finansmanı gibi çeşitli dallar bulunmaktadır. Bu işlevler yerine getirilirken kurumlar ya doğrudan yönetime dahil olurlar ya da dolaylı olarak yönetim sürecini kontrol ederler. Federal Hükümet, su kaynakları yönetimi ile ilgili genel hükümleri yürürlüğe koyma hakkına sahiptir. Bu da Federal Hükümetin eyaletler için genel bir yasal çerçeve belirleme yetkisine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Eyaletler, eyalet düzeyinde kendi yasalarını çıkararak Federal Hükümetin bu alandaki çerçeve halinde olan genel yasalarının içini doldurabilirler. Ayrıca bunlara ek düzenlemeler de çıkarabilirler.²⁶⁷

²⁶⁷ R. Winnege ve T. Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.14.



Şekil 2.23: Alman Su Yönetiminde Kurumlar ve İşlevler

Kaynak: Ruger Winnegge ve Thomas Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.14.

Eyalet seviyesinin altında kalan yönetim birimleri, kurumlar ve kuruluşlar ise Şekil 2.23'te görüldüğü gibi teknik danışmanlık, suların izlenmesi, su tesislerin ruhsatlandırılması, su kullanımı için onayların verilmesi, atıksu ve arıtma tesislerinin onaylanması ve izlenmesi süreçlerinde görev alırlar. Federal ölçekte su yönetiminin ayrıntıları Tablo 2.33'te verilmiştir. Federal su yönetimi için bakanlıklar düzeyindeki

görev dağılımları tabloda yer alırken bakanlıklar tarafından yetki devirlerinin yapıldığı belirli yan kurum ve kuruluşlara da gösterilmiştir.

Tablo 2.33: Federal Hükümet Bünyesindeki Su Kaynakları Yönetimi

Federal Çevre, Doğa Koruma, İnşaat ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı (BMUB)	İlgili Federal mevzuatta su kaynakları yönetimiyle ilgili temel konuları düzenlemekten sorumludur.
Yan Kuruluşlar	Alman Çevre Ajansı (UBA), Federal Doğa Koruma Ajansı (BfN), Federal Radyasyondan Korunma Dairesi (BfS), Federal Nükleer Atık Yönetimi Güvenliği Dairesi
Federal Gıda ve Tarım Bakanlığı (BMEL)	Akış düzenlemesi ve taşkın koruma önlemleri dahil olmak üzere kırsal sektördeki su kaynağı yönetimi projelerini destekler.
Yan Kuruluşlar	Johann Heinrich von Thünen Enstitüsü, Kırsal Alanlar, Ormancılık ve Balıkçılık Federal Araştırma Enstitüsü (TI), Julius Kühn Enstitüsü, Ekili Bitkiler Federal Araştırma Merkezi (JKI), Federal Risk Değerlendirme Enstitüsü (BfR)
Federal Sağlık Bakanlığı (BMG)	İçme suyu temini (sağlık hizmetlerinin bir parçası olarak içme suyu kalitesi) ve havuzların yüzme suyu kalitesinden sorumludur. İlaç ruhsatlandırmasından da sorumludur.
Yan Kuruluşlar	Federal İlaç ve Tıbbi Cihaz Enstitüsü (BfArM)
Federal Ulaştırma ve Dijital Altyapı Bakanlığı (BMVI)	Federal su yollarının ve bu yollar üzerindeki seyirlerin idaresinden sorumludur.
Yan Kuruluşlar	Federal Hidroloji Enstitüsü (BfG), Federal Denizcilik ve Hidrografi Kurumu (BSH), Federal Su Yolları Mühendisliği ve Araştırma Enstitüsü (BAW), Alman Meteoroloji Servisi (DWD)
Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF)	Su araştırmaları ve su teknolojisi alanlarındaki temel araştırma, uygulamalı araştırma, teknolojik geliştirme ve yeniliği koordine eder.
Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı (BMWi)	Kartel ve sözleşme tahsis yasası gibi su kaynakları yönetimi sektöründekiler de dahil olmak üzere, temel çerçeve koşullarını etkileyen yasa alanlarından sorumludur. Aynı zamanda Almanya'nın enerji arzını hidroelektrik de dahil olmak üzere yenilenebilir kaynaklar lehine yeniden yapılandırmaktan sorumludur.
Yan Kuruluşlar	Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (BGR), Federal Malzeme Araştırma ve Deneme Enstitüsü (BAM)
Federal Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Bakanlığı (BMZ)	Su kaynakları yönetimi ile ilgili sorunların (güvenli içme suyu temini ve atık su bertarafı gibi) anahtar bir parçasını oluşturduğu tüm iki taraflı ve çok taraflı Alman kalkınma işbirliğinin ilke konularından ve koordinasyonundan sorumludur.

Kaynak: Jens Arle, v.d., a.g.e., 2018, ss.40-41.

Almanya'nın su yönetimini idare eden kuruluşlar ister federal düzeyde ister yerel yönetimler seviyesinde olsun dernekler ve özel amaçlı kuruluşlar gibi belli başlı sivil toplum kuruluşlarından destek alırlar. Bu destek mühendislik veya ekoloji gibi teknik düzeyde olabileceği gibi ekonomi gibi sosyal ölçekli de olabilir. Bu bağlamda yetkin bir dernekten yardım almak su yönetimini daha etkili bir hale getireceği çeşitli belgelerde öne sürülmüştür. Alman su yönetiminin yardım aldığı sivil toplum kuruluşları Tablo 2.34'te gösterilmiştir.

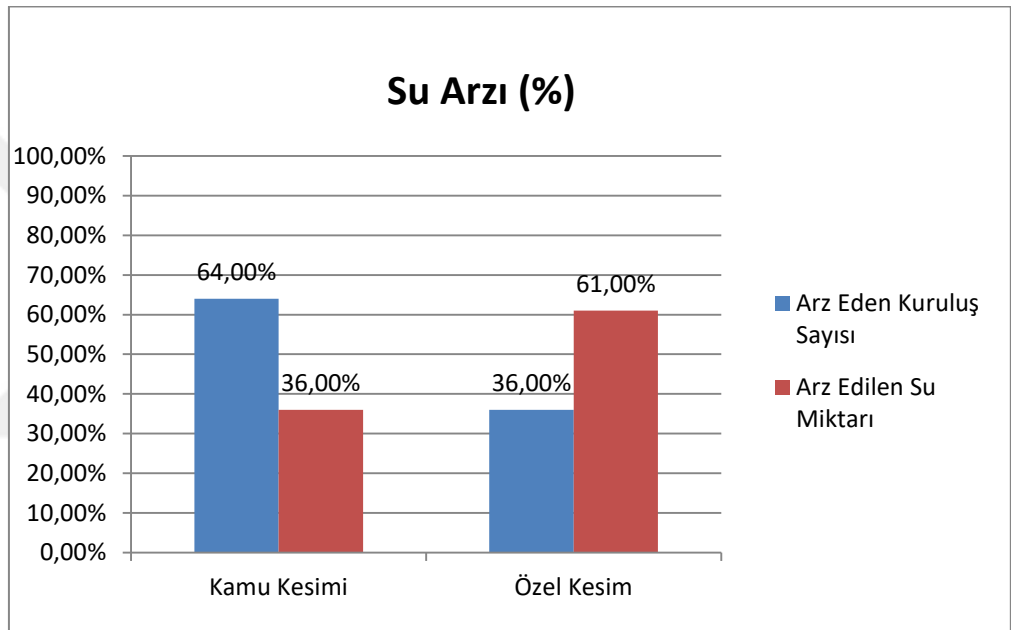
Tablo 2.34: Alman Su Sektöründe Faaliyet Gösteren Dernekler ve Özel Amaçlı Kuruluşlar

Su Kaynakları Yönetimi, Atık Yönetimi ve Ziraat Mühendisliği Mühendisleri Federasyonu (Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau, BWK)
Federal Alman Gaz ve Su Yönetimi Birliği (Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, BGW)
Federal Gaz ve Su Firmaları Birliği (Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e.V., FIGAWA)
Alman Limnoloji Derneği (Deutsche Gesellschaft für Limnologie, DGL)
Alman Su Yönetimi, Kanalizasyon ve Atık Derneği (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ATV-DVWK)
Alman Gaz ve Su Birliği Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW)
Alman Standardizasyon Enstitüsü, Su Yönetimi Komitesi (Deutsches Institut für Normung, Fachausschuss Wasserwesen, DIN/NAW)
Endüstriyel ve Yağmur Suyu Kullanımı Derneği (Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V., FBR)
Ruhrverband
Belediye Su, Atık ve Enerji Endüstrisi Birliği (Kommunale Vereinigung für Wasser-, Abfall- und Energiewirtschaft e.V., VEDEWA)
Belediye İşletmeleri Derneği, (Verband kommunaler Unternehmen e.V., VKU)
Su, Toprak ve Hava Hijyeni Derneği (Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V.)
Alman Su Koruma Derneği (Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V.)
Wupper Derneği (Wupperverband)
Zweckverband Bodensee Su Temini (Zweckverband Bodensee- Wasserversorgung)
Kamu Su Tedarikçileri Birliği (Allianz der öffentlichen Wasserversorger e.V. (AöW).
Federal Enerji ve Su Yönetimi Birliği (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., BDEW)

Kaynak: Ruger Winnegge ve Thomas Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.17-18.

Almanya su sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar su tedariki ve atıksu idaresi olmak üzere iki ana kol altında sınıflandırılmıştır. Bu kuruluşların özel kesim ya da kamu kesimi olmak üzere aidiyetlerine göre de sınıflandırma yapılmıştır. Almanya'da su arzı konusunda faaliyet gösteren kuruluş sayısı 5948 olarak verilmiştir. Bu kuruluşların %64'ü kamu kesimine aitken geriye kalan %34'lük kısmı

oluşturan kuruluşlar özel kesime aittir. Arzı gerçekleştirilen toplam su miktarının %61'i özel kesim kuruluşları tarafından temin edilmiştir. Geri kalan %39'luk kısmın ise arzı kamu kesimine ait olan kuruluşlar tarafından sağlanmıştır. Almanya'da atıksu bertarafı büyük ölçüde kamu kesimi şirketleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Almanya'daki hanelerin % 96,9'luk bölümü kamuya ait kanalizasyon sistemine ve kamu atık su arıtma tesislerine bağlıdır. 2013 yılında kamuya ait 9.300'den fazla sayıda arıtma tesisinde yaklaşık 10 milyar metreküp (9825 milyon m³) atıksu arıtılmıştır.²⁶⁸



Grafik 2.27: Su Arzında Kamu ve Özel Kesim Dağılımı

Kaynak: German Environment Agency (UBA), **Water Resource Management in Germany, Fundamental Data and Facts**, 2017, s.3.

²⁶⁸ German Environment Agency (UBA), **a.g.e.**, 2017, s.3.

Tablo 2.35: Kamu Atıksu Arıtma Tesislerinde Arıtılan Atıksu

Tesis Türü	Milyon m³
Arıtılan toplam yıllık atıksu hacmi	9.825
Kanalizasyon	5.021
Kanalizasyona sızan sular ve yağış suyu	4.804
Biyolojik olarak arıtılmış atıksu hacmi	9.824
Ek işlemler ile biyolojik olarak arıtılmış su hacmi	9.653
Mekanik atıksu arıtma tesislerinde	1

Kaynak: German Environment Agency (UBA), a.g.e., 2017, s.3.

2.3.5.2. Havza Örgütlenmesi

Almanya havza esaslı bütünleşik yönetim anlayışına uygun olarak 10 adet nehir havzasına bölünmüştür. Havzaların 8 tanesi uluslararası bir şekilde paylaşılmış durumdadır. Havza paylaşımlarının çoğu Birlik içi ülkelerle yapılmışken bazıları da Birlik üyesi olmayan ülkelerle yapılmıştır. Paylaşımlı havzalar uluslararası nehir havzası olarak nitelenirken paylaşımsız olanlara ulusal nehir havzası olarak adlandırılmıştır. Almanya nehir havzalarının 2 tanesi ulusal nehir havzası durumundadır. Şekil 2.24'te yer alan haritada Alman nehir havzaları kodlarıyla birlikte gösterilmiştir.

Nehir havzaları barındırdıkları su kütlelerinin tipi bakımından SÇY'de belirlenmiş olan dört tip su kütlelerini de içermektedir. Bu dört tip kütle nehirler, göller, kıyı suları ve geçiş sularıdır. Her ne kadar Almanya'da yer alan her havza bu dört tip su kütlelerinin dördünü içermese de her birden fazla su kütlesi tipini içermektedir. Havzalar bulundurdıkları su kütlesi tipleri bakımından üç sınıfa ayrılmıştır. Buna göre Tuna, Ren ve Meuse havzaları nehirler ve göller olmak üzere iki su tipini, Odra, Schlei / Trave, Warnow / Peene havzaları nehirler, göller ve kıyı suları olmak üzere üç su tipini, Ems, Weser, Elbe, Eider havzaları nehirler, göller, kıyı suları ve geçiş suları olmak üzere dört su tipini barındırmaktadır.²⁶⁹

²⁶⁹ European Commission, **Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans, Member State: Germany**, SWD(2012) 379, Brussels, 2012, s.13.

Tablo 2.36: Almanya Nehir Havzaları

Havza Kodu	Havza Adı	Alan (km ²)	Almanya'daki Toplam Havza Alanı İçindeki Payı (%)	Nehir Havzasını Paylaşan Ülkeler
DE1000	Tuna (Danube)	801000 (56259 Almanya içinde)	7	AT, BA, BG, CH, CZ, HR, HU, IT, MD, ME, MK, PL, RO, RS, SI, SK, UA, AL
DE2000	Ren (Rhine)	197177 (105775 Almanya içinde)	54	AT, BE, CH, FR, IT, LI, LU, NL
DE3000	Ems	20246 (17117 Almanya içinde)	84	NL
DE4000	Weser	49063	100	-
DE5000	Elbe	150558 (99506 Almanya içinde)	65,5	AT, CZ, PL
DE6000	Oder (Odra)	124000 (9600 Almanya içinde)	7,7	CZ, PL
DE7000	Maas (Meuse)	34364 (3984 Almanya içinde)	11,6	BE, FR, LU, NL
DE9500	Eider	9202 (sadece Almanya*)	-	DK
DE9610	Schlei/Trave	9218 (sadece Almanya*)	99,95	DK
DE9650	Warnow/Peene	21088	100	-
*Danimarka bölümü daha büyük bir nehir havzasının parçası olduğu için toplam boyutun belirlenmesi mümkün değildir.				

Kaynak: European Commission, **Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans, Member State: Germany, 2012, s.3.**

içerisinde toplam alını ne büyük olanıdır ve bu havza 18 farklı ülke ile paylaşılmaktadır. Tuna nehir havzasının yalnızca %7'si Alman ulusal sınırları içerisinde kalırken bu alan 56259 km²'dir. Tüm havza alanının Almanya ulusal sınırları içerisinde kalan payı bakımından Tuna en küçük paya sahip olan havzadır. Yüzölçümü bakımından değerlendirildiğinde ise Eider nehir havzası 9202 km² ile en Alman ulusal sınırları içerisindeki en küçük nehir havzasıdır.

Tablo 2.37: Almanya Nehir Havzalarındaki Eyalet Yönetimi Dağılımı

Havza Kodu	Havza Bölgesine Dahil Olan Eyalet	Eyalet Başına Bölgesel Pay (%)
DE1000	Bavyera, Baden-Württemberg	Bavyera (% 6), Baden-Württemberg (% 1)
DE2000	Baden-Württemberg, Renanya-Palatine, Saarland, Hessen, Kuzey Ren-Vestfalya, Bavyera, Aşağı Saksonya ve Thüringen	Baden-Württemberg (belirlenmesi mümkün değil), Renanya-Palatine (% 2), Saarland (% 1.7), Hessen (% 6.1), Kuzey Ren-Vestfalya (belirlenmemiş), Bavyera (belirlenmesi mümkün değil), Aşağı Saksonya (belirlenmesi mümkün değil), Thüringen (yaklaşık % 0,4)
DE3000	Kuzey Ren-Vestfalya, Aşağı Saksonya	Kuzey Ren-Vestfalya (% 23), Aşağı Saksonya (% 61)
DE4000	Bavyera, Bremen, Hessen, Aşağı Saksonya, Kuzey Ren-Vestfalya, Sakson-Anhalt ve Thüringen	Bavyera (% 0,1), Bremen (% 0,8), Hessen (% 18,4), Aşağı Saksonya (geçiş ve kıyı suları dahil: % 60,1), Kuzey Ren-Vestfalya (% 10,1), Sakson-Anhalt (% 1,4), Thüringen (% 9,1)
DE5000	Bavyera, Berlin, Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Batı Pomeranya, Aşağı Saksonya, Sakson-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen	Belirlenmemiş
DE6000	Mecklenburg-Batı Pomeranya, Brandenburg, Saxonia	Belirlenmemiş
DE7000	Kuzey Ren-Vestfalya	Belirlenmemiş
DE9500	Schleswig-Holstein	%100
DE9610	Mecklenburg-Batı Pomeranya, Schleswig-Holstein	Mecklenburg-Batı Pomeranya (% 9.45), Schleswig Holstein (% 90.55)
DE9650	Mecklenburg - Batı Pomeranya	%100

Kaynak: European Commission, **a.g.e.**, 2012, s.4.

Almanya nehir havzalarının yönetiminde Federal düzeyde yasalarla ve kurumlar düzenleyicidir. Buna ek olarak eyaletlere ayrılmış olan Alman idari yapısı

nehir havzalarının yönetimi konusunda da eyaletlere ve ilgili bakanlıklarına geniş yönetim hakları ve sorumlulukları vermiştir. Tıpkı ülke ölçeğindeki dağılım gibi bazı nehir havzaları arazi bakımından tek bir eyaletin yönetim alanı içine girmekteyken çoğunluğu birden fazla eyaletin alanı içerisine yayılmaktadır. Buna göre bir nehir havzası yayılmış olduğu eyaletlerin ortak katılımıyla yönetilmektedir. Warnow/Peene ve Eider nehir havzalarının tamamı tek bir eyaletin yönetim alanı içine girmektedir. Bunlar sırasıyla Schleswig-Holstein ve Mecklenburg - Batı Pomeranya eyaletleridir. Buna karşılık Elbe ve Ren nehir havzaları on birer eyaletle en çok sayıda eyalete yayılmış havzalar durumundadırlar. Hemen arkasından yedi eyaletle Weser havzası gelmektedir. Havza arazilerinin yayılımları pay olarak oldukça küçülebilmektedir. Örneğin Weser nehir havzasının Bavyera eyaletinde yayıldığı alan tüm havzanın ancak %0,1'lik bir bölümüne karşılık gelmektedir. Almanya'da bu 10 havzayı paylaşan toplamda on altı federal eyalet vardır.

Bir nehir havzasının farklı eyaletler tarafından yönetildiği durumlarda, iki veya çok taraflı anlaşmalar yapılmıştır. Eyaletlerin hiçbirinde de su kütleleri için sağlanması gereken kalite ve miktar yeterliliği hakkında ayrıcalık tanınmamıştır. SÇY yönetmeliğine uygun olarak nehir havzası yönetim planları her havzanın temel yönetim rehberidir. Almanya'da nehir havzası yönetim planları her havza için eyaletlerin eşgüdümü ile hazırlanmıştır. Buna göre nehir havzası yönetim planların hazırlanması için havza arazisinin üzerine yayılmış olduğu eyaletler arası eşgüdüm havza ölçeğine göre aşağıdaki gibidir Tuna: Ortak bir Alman planı (B Seviyesi) geliştirilmemiştir. Her iki eyalet, Tuna havzasındaki bölgesel payları için kendi nehir havzası yönetim planlarını geliştirmiştir. Ren: Ortak bir Alman planı geliştirilmemiştir. Her eyalet Ren için kendi bölgesel planlarını sunmuştur. Bunlar: Baden-Württemberg, Bavyera, Renanya-Palatine, Kuzey Ren-Vestfalya, Saarland, Thüringen ve Hessen. Aşağı Saksonya da kendi havza yönetim planını geliştirmiştir ve bölgesi uluslararası plan (A Seviyesi)²⁷⁰ kapsamındadır. Ems: Ortak bir Alman planı geliştirilmemiştir. Kuzey Ren-Vestfalya, Ems de dahil olmak üzere yasal idare alanındaki tüm nehir havzalarını kapsayan kendi bölgesel planını geliştirmiştir. Aşağı Saksonya kendi nehir havzası yönetim planını geliştirmemiştir fakat bölgesi uluslararası plan kapsamındadır. Weser: Eyaletler arasında bir Alman planı geliştirilmiştir. Buna ek olarak, Kuzey Ren-Vestfalya, Weser dahil olmak üzere, yetki

²⁷⁰ https://ec.europa.eu/environment/water/participation/map_mc/countries/germany_en.htm 05/02/21 (Çevrimiçi).

alanındaki tüm nehir havzalarını kapsayan kendi bölgesel planını da geliştirmiştir. Elbe: Eyaletler arasında ortak bir Alman planı geliştirilmiştir. Oder: Eyaletler arasında ortak bir Alman planı geliştirilmiştir. Maas: Havza bölgesinde sadece bir eyalet bulunmaktadır. Kuzey Ren-Vestfalya, Maas dahil olmak üzere yasal idare alanındaki tüm nehir havzalarını kapsayan kendi bölgesel planını geliştirmiştir. Eider: Havza bölgesi sadece bir eyaletin içinde bulunmaktadır. Schlei / Trave: Ortak bir Alman planı havza bölgesine dahil olan iki eyalet tarafından geliştirilmiş ve koordine edilmiştir. Warnow / Peene: Havza bölgesi sadece bir eyaletin içinde bulunmaktadır.²⁷¹

2.3.5.3. Bütünleşik Yönetim

Almanya'da havza yönetimi konusunda eyaletlere düzenleme yapma yetkisi konusunda geniş bir yetki tanındığı gibi suyun fiyatlandırılması konusunda da düzenlemeler eyaletlerin oluşturmuş olduğu yasal zeminde gerçekleşir. Bu bağlamda Almanya'da suyun fiyatlandırılması en başta on altı eyaletin Belediye Masrafları Kanunları'ndan (Kommunalabgabengesetze) türetilen bir dizi ilkeye dayanmaktadır. Diğer ilgili mevzuat ise belediyenin bütçe mevzuatından kaynaklanır. Ayrıca Alman su sektöründe özel kuruluşların payının büyük olması nedeniyle su fiyatlandırması konusunda rekabet hukukunun da düzenleyici etkisi vardır. Su fiyatlandırma ilkeleri, esasen su fiyatlarının ve kanalizasyon ücretlerinin su hizmetleri sağlamak için katlanılmış olan gerçek maliyetleri (işletim maliyetleri, bakım, amortisman dahil) aşmayacağını ve gerçek maliyet eşiğinin önemli ölçüde altında kalmayacağını öngörür. Almanya'da fiyatlar ise su kullanıcısının ekonomik gücüne göre değil, gerçek maliyet durumuna göre belirlenir. Buna göre düşük gelirli kullanıcılar yüksek gelirli kullanıcılara yüksek görece fiyatlı temin sağlama yoluyla sübvansede edilmez. Uygulanma aşaması, hem Kommunalaufsicht denilen eyaletteki yüksek yetkililer ve hem de Kartellaufsicht adlı antitröst denetimi yapan rekabet ajansları tarafından denetlenir. Su kullanıcıları, belediyeler gibi kullanıcılara fiyat planlarına itiraz etmek için yargı yolu açıktır.²⁷²

Almanya'da su hizmetlerinin ücretlendirilmesi konusu sağlayıcı kuruluş seçimine bağlıdır. Kasabalar ve belediyeler, su tedarikini özel veya kamu sektörü

²⁷¹ European Commission, **a.g.e.**, 2012, ss.10-11.

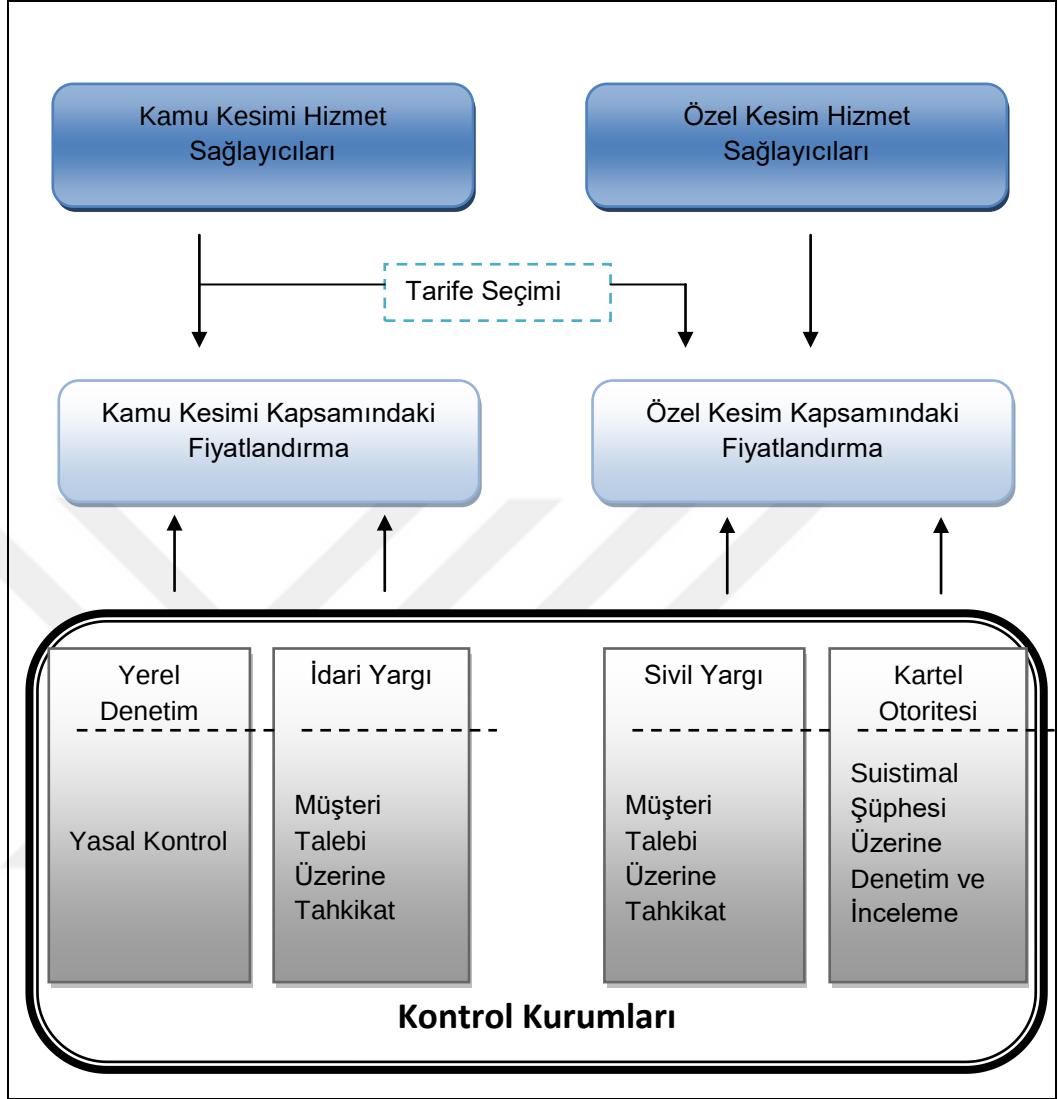
²⁷² R. Winnege ve T. Maurer, **a.g.e.**, 2002, s.23.

örgütlenmesi biçimlerinde geliştirebilirler. Su hizmetleri almak için kullanıcılar kamuya ait bir yasal tedarik kuruluşunu seçebildikleri gibi özel bir kuruluşu da seçebilirler. Kuruluş seçimi müşteri - kuruluş ilişkisi şeklini de belirler. Bir kamu kuruluşu sağlayıcısı - müşteri ilişkisi yalnızca kamu su kuruluşları tarafından seçilebilir. Bu kuruluşlar, içme suyu temini için su temini tesislerinin oluşturulması ve yenilenmesi için de kullanıcı ücretlerini ve katkı paylarını toplamaya yetkilidir. Eğer bir kuruluş müşterilerine özel kuruluş sıfatıyla hizmet veriyorsa, o da tıpkı kamu kuruluşu gibi içme suyu temini için özellikle su fiyatları, inşaat hibeleri ve ev bağlantı maliyetleri için müşterilerine fatura kesmeye yetkilidir. Özel sektöre özgü su hizmeti temin ilişkileri, örgütlenme biçiminden bağımsız olarak seçilebilir. Diğer bir deyişle kamu kesimi kapsamında düzenlenen bir su hizmeti de özel kesim ücretlerini alabilir. Atıksu bertarafı, yerel makamların bir yükümlülüğüdür. Bu esas olarak, bağlantı ve kullanım yükümlülükleri olan eyaletlerin belediye anayasaları tarafından onaylanan kamu tüzüklerine ve eyaletlerin yasal düzenlemelerinde ayrıntılı olarak açıklanan katkı paylarının ve ücretlerin toplanmasına dayanmaktadır. Birkaç istisnai durumda ise, atıksu bertarafı hizmeti de sözleşmeye dayalı olarak özel sektör ücretleriyle sağlanabilir. ²⁷³ Betimlenmiş olan Alman su sektöründe hizmetlerin ücretlendirilmesine dair sektörde hizmet veren kuruluşların yapısı, müşteri kuruluş ilişkisi, tarife seçimi ve sektörün işleyişini kontrol eden denetim mekanizmaları ile nasıl işlediği Şekil 2.25'te bir ilişki şeması şeklinde gösterilmiştir.

Almanya'da su tedarik ve atıksu bertaraf işlemleri için mevcut olan yapı tıpkı başka sektörler gibi belirli maliyetlerle çalışır. Bu maliyetlerin içerisinde teknik altyapının inşası, genişletilmesi ve yenilenmesi için gerekli olan sermayenin yüksek maliyetleri (amortisman ve yatırım faizi gibi), tesislerin işletilmesi ve bakımı, toplam maliyetler içinde önemli bir paya sahip olan işçilik maliyetleri, malzeme maliyetleri ve belediye imtiyaz ücretleri yer almaktadır. Su sektörü maliyetlerinin yapısı atıksu ve su tedariki olmak üzere iki ayrı parça halinde ele alınmıştır. Grafik 2.28 ve Grafik 2.29 sırasıyla su arzı ve atıksu bertarafı maliyetlerinin hangi kalemlerden oluşmuş olduğunu yüzde dağılımı olarak göstermektedir. ²⁷⁴

²⁷³ Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., **Profile of the German Water Sector**, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2015, s.22.

²⁷⁴ Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., **A.e.**, s.25.

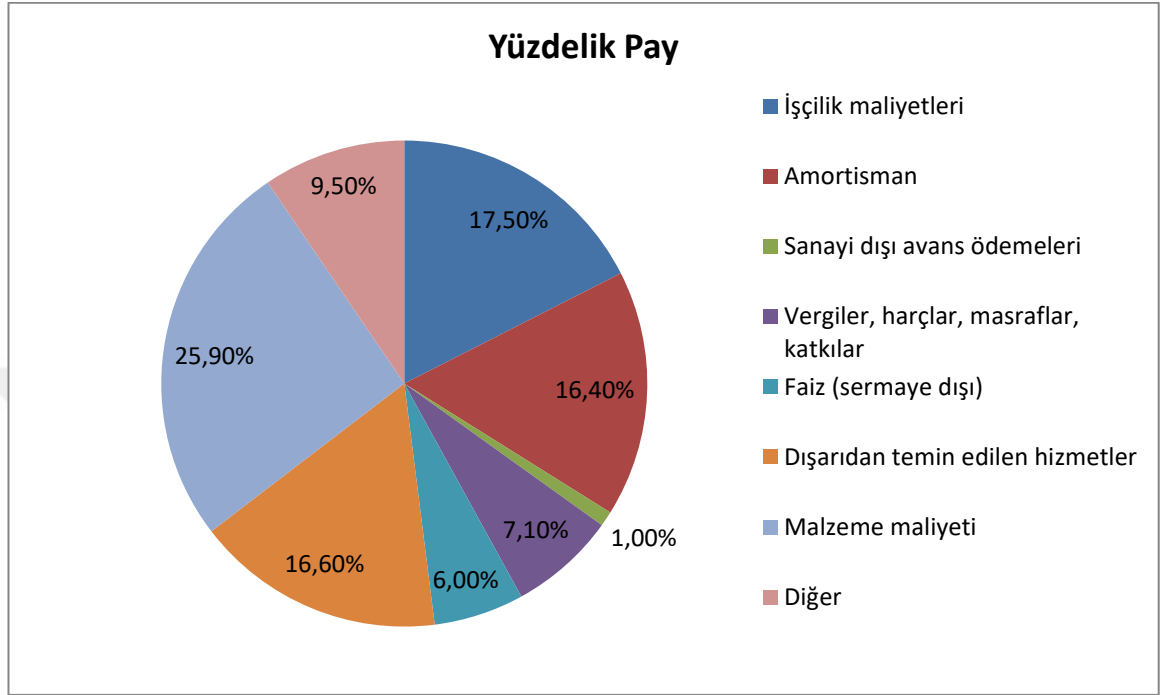


Şekil 2.25: Almanya Su Sektörü Fiyat/Ücret Sınıflandırması ve Denetimi

Kaynak: Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., **Profile of the German Water Sector**, 2015, s.23.

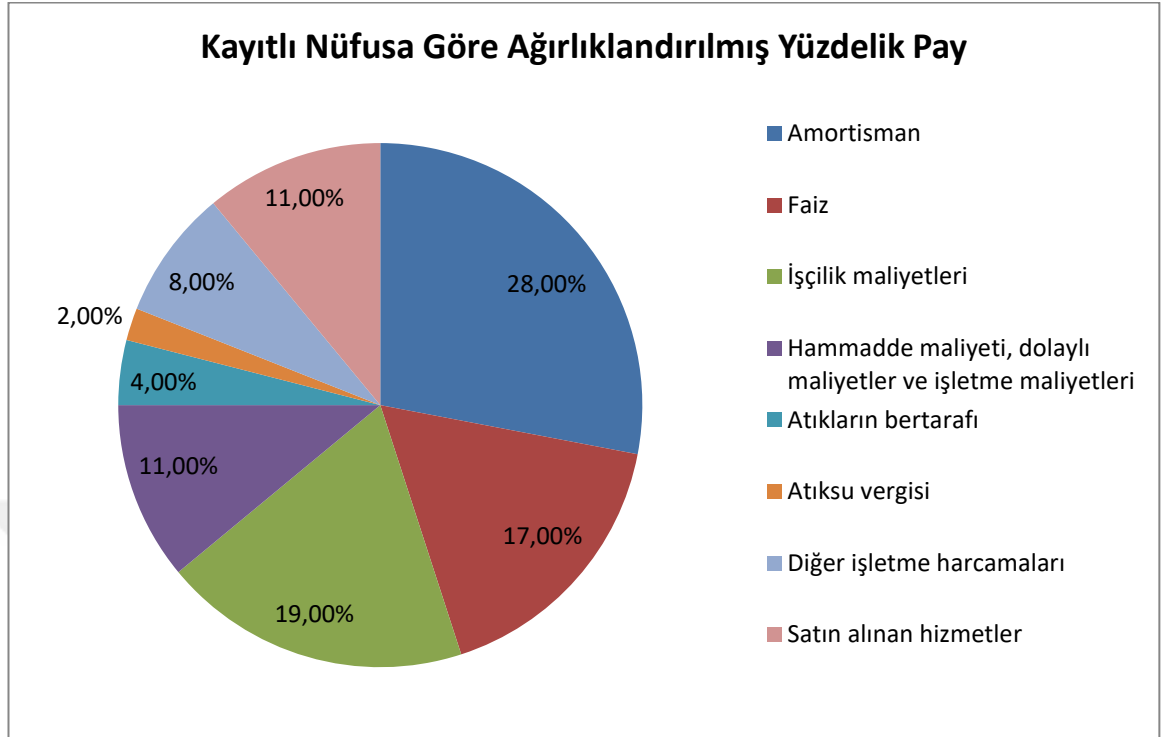
Almanya'nın su temini sektöründe mevcut maliyet kalemleri arasında birinci sırayı yaklaşık %26'lık payla malzeme maliyetleri almaktadır. Bu oranı %17,5 ile işçilik takip ederken yaklaşık %16,5'erlik paylarla amortisman giderleri ve dışarıdan temin edilen malzemeler gelmektedir. Sanayi dışı avans ödemeleri ise %1 ile su temini sektörü için en düşük maliyet kalemidir. Atıksu sektörü için maliyet yapısından bahsedilecek olursa amortismanlar %28'lik dilimle en büyük maliyet unsurudur.

Ardından %19'la işçilik gelirken onu %17 ile faiz giderleri takip eder. Bu alanda en düşük maliyet kalemini %2'lik bir payla atıksu vergisi oluşturur.



Grafik 2.28: Almanya'nın Su Teminindeki Maliyet Yapısı

Kaynak: Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., **a.g.e.**, 2015, s.26.



Grafik 2.29: Almanya'nın Atıksu Bertarafındaki Maliyet Yapısı

Kaynak: Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., **a.g.e.**, 2015, s.26.

Alman su sektöründe maliyetlerle ilgili olarak fiyatlandırma politikalarının güçlü teşvik yapılarının uzun zamandır mevcut olduğu belirtilmiştir. Fakat havza yönetimi planlarına yönelik maliyet yapısı açısından bazı eleştiriler yöneltilmiştir. Bununla ilgili olarak havza yönetim planlarının su hizmetlerinin dar bir yorumuyla çalışmakta olduğu ve farklı su kullanıcılarının su hizmetlerinin maliyetlerine katkılarına ilişkin tahminlerin eksik kaldığı belirtilmiştir. İyileştirme çalışmalarının finansmanı ile ilgili ayrıntıların yanı sıra çevre ve kaynak maliyetlerinde de eksikler olduğu vurgulanmıştır. Maliyet yapısının dışında havza yönetimi bağlamında bazı başka eksikliklere de değinilmiştir. Bunlar arasında geçiş ve kıyı suları için ekolojik değerlendirmelerin şeffaflığının istenen ölçüde olmaması, durum kalite güvencesinin değerlendirilmesine yönelik bilgiler çok genel oluşu, yeraltı sularının durumuna ilişkin bilgilerin planlarda eksik kaldığı ve hangilerinin iyi durumda olduğunun veya risk altında kaldığının açık olmaması gibi sorunlar sayılmıştır.²⁷⁵ Genel anlamda Alman su sektörünün içinde bulunduğu zorluklar ise demografik değişim, yaklaşan iklim

²⁷⁵ European Commission, **a.g.e.**, 2012, ss.7-8.

değişikliği, antropojenik mikro kirleticilerin girdilerinin kapsamlı tespiti ve en aza indirilmesi ile sanayi, tarım ve enerji politikası hedefleriyle kullanım çatışmaları olarak belirtilmiştir.²⁷⁶

2.3.5.4. Almanya'nın AB Su Çerçeve Yönergesi'ne Uyumu

Su kaynakları alanında yer alan AB mevzuatı temel olarak 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Yönergesi ve ilgili diğer yönergelerden oluşmaktadır. Bu yönerge bütünleşik havza yönetim anlayışını temel almaktadır. Üye Devletlerin su kütlelerinin kalite ve miktar açısından korunmasını ve iyileştirilmesini amaçlayan temel yasal düzenlemeler Su Çerçeve Yönergesi'nde yer almaktadır. Yönerge kendi içerisinde alt yönergelerden oluşmuştur. Buna göre üye ülkeler ilgili yönergeleri iç hukuka katarak ulusal mevzuatlarını SÇY ile uyumlaştırmak zorundadır. Bunu takiben tüm üyeler su kaynaklarının durumunu miktar ve kalite bakımından yönergede belirtilmiş olan "iyi" seviyesine çekmekle yükümlüdür. Bu yükümlülüklerin yerine getirilmesini için SÇY, olarak benimsemiş olduğu havza ölçeğinde yönetim anlayışına uygun biçimde temel yol haritası olarak tüm üye ülkelerden nehir havzaları yönetim planları hazırlamasını istemektedir. Bu doğrultuda Almanya sahip olduğu nehir havzaların tümü için nehir havzası yönetim planlarını (Bewirtschaftungspläne zu der EG-Wasserrahmenrichtlinie) hazırlamayı tamamlamıştır.

²⁷⁶ Association of Drinking Water from Reservoirs (ATT), v.d., a.g.e., 2015, s.10.

Tablo 2.38: Almanya Nehir Havzası Yönetimi Plan Durumu

Havza Kodu	AB Su Çerçeve Yönergesi'nin 2015-2021 ikinci dönemi için yönetim planları düzeyi
DE1000	A Düzey plan, B Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda iki adet C Düzey plan hazırlanmıştır.
DE2000	A Düzey plan, birisi Mosel-Saar uluslararası bölgesi için, diğeri Chapeau-Kapitel Ren nehir havzası topluluğu için olmak üzere iki adet B Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda sekiz adet C Düzey plan hazırlanmıştır.
DE3000	A Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda iki adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyaletler yetkili makam durumundadır. B Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE4000	A Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda beş adet C Düzey plan. Eyaletler yetkili makam durumundadır. B Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE5000	A Düzey plan, B Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda üç adet C Düzey plan.
DE6000	A Düzey plan ve B Düzey plan hazırlanmıştır. C Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE7000	A Düzey plan ve bir adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır. B Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE9500	A Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.
DE9610	A Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.
DE9650	Bir adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.

Kaynak: WasserBLICK

Planların hazırlanmasında paydaşların danışman grupları aracılığıyla katılımına ve diğer ülkelerin işbirliğine imkan tanınmıştır. Bu planlar Almanya'nın federal yönetim yapısına uygun olarak uluslararası düzeyde (A - Düzey), ulusal düzeyde (B - Düzey) ve eyalet düzeyinde (C - Düzey) olmak üzere üç düzey halinde oluşturulmuştur. Bu planlar iki yönetim dönemi için de hazırlanmıştır. İlk planlar 2009 yılında tamamlanmış olup 2010 yılında uygulamaya koyulmuştur.

Tablo 2.39: Almanya Taşkın Riski Yönetimi Plan Durumu

Havza Kodu	Plan Düzeyi
DE1000	A Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda iki adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyaletler yetkili makam durumundadır.
DE2000	A Düzey plan, Mosel-Saar uluslararası bölgesi için, B Düzey plan, havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda sekiz adet C Düzey plan hazırlanmıştır.
DE3000	A Düzey plan, B Düzey plan ve havzayı paylaşan her bir eyalet için birer plan olmak üzere toplamda iki adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyaletler yetkili makam durumundadır.
DE4000	A Düzey plan, havzayı paylaşan Hessen, Aşağı Saksonya ve Kuzey Ren-Vestfalya eyaletleri için birer plan olmak üzere toplamda üç C Düzey plan. Eyaletler yetkili makam durumundadır. B Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE5000	A Düzey plan, B Düzey plan, havzayı paylaşan Schleswig-Holstein eyaleti için bir plan olmak üzere toplamda bir adet C Düzey plan.
DE6000	A Düzey plan ve B Düzey plan hazırlanmıştır. C Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE7000	A Düzey plan ve bir adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır. B Düzey plan hazırlanmamıştır.
DE9500	A Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.
DE9610	A Düzey plan ve Mecklenburg-Vorpommern eyaleti için bir adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.
DE9650	Bir adet C Düzey plan hazırlanmıştır. Eyalet yetkili makam durumundadır.

Kaynak: WasserBLICK

Mevcut durumda yürürlükte olan ikinci yönetim dönemi 2015-2021 yılları için hazırlanan planlardır. Nehir havzası yönetim planlarının yanı sıra AB Taşkın Yönergesi'ne uygun olarak Almanya, sahip olduğu tüm nehir havzaları için tıpkı nehir havzaları yönetim planlarında olduğu gibi çeşitli düzeylerde taşkın riski yönetim planları (Managementpläne der EG-Hochwasserrisiko-managementrichtlinie) hazırlamıştır.

Tablo 2.40'da görüleceği üzere Almanya SÇY'yi ve alt yönergelerine paralel bir su müktesebatı oluşturmuştur. Birlik tarafından konu ile ilgili çıkarılmış olan

hukuki metinlerin iç hukuka aktarımı ve gerekli olan yönetim planlarının tamamlanması konularında kayda değer bir boşluk kalmamıştır. Almanya'nın SÇY'ne uyum konusu mevcut su kütlelerinin birinci havza yönetim dönemi sonunda miktar ve kalite açısından durumu bağlamında incelenmelidir. Su kaynaklarının durumu iki başlık altında toplanarak raporlanmıştır. Bunlardan birincisi yüzey su kaynaklarının durumu ikincisi ise yeraltı su kaynaklarının durumudur. Almanya, yüzey su kaynaklarının SÇY'ye uyum durumunu betimlemek için hazırlamış olduğu belgelerde kaynağın miktar durumundan ziyade kalite durumu üzerinde durulmuştur. Bu da su kaynağının ekolojik durumu ve kimyasal kirlenme durumu olarak ele alınmıştır. Yeraltı sularının uyum durumu incelemesi ise su kaynağının miktar olarak durumu incelenmiş olup buna kimyasal kirlenme durumu da eklenmiştir. Bahsi geçen uyum durumu inceleme türleri gerek SÇY'nin temel metninde gerek SÇY'nin alt yönergelerinde düzenlenmiş olan ölçütlere göre yapılmıştır.

Tablo 2.40: SÇY Uyarınca Su Kaynakları Durumu Değerlendirme Ölçütlerine Genel Bakış

Yüzey Suları		Yeraltı Suları	
Ekolojik Durum	Kimyasal Durum	Miktar Durumu	Kimyasal Durum
Biyolojik kalite unsurları (balık, omurgasızlar, su florası) Kimyasal kalite unsurları (nehir havzasına özgü kirleticiler) Biyolojik unsurları destekleyen aşağıdaki unsurlarla birlikte: Sıcaklık, pH, oksijen içeriği ve besinler gibi fizikokimyasal kalite unsurları Hidrolojik rejim, süreklilik ve gelgitler gibi hidromorfolojik kalite unsurları	Öncelikli maddeler Diğer kirleticiler	Yeraltı suyu seviyesi	Kirletici toplaşimleri (konsantrasyonları) Tuz niteliğindeki maddelerin kaynağa boşaltımları (salin deşarjları)

Kaynak: Jens Arle, v.d., a.g.e., 2018, s.119.

Su Çerçeve Yönergesi hükümleri uyarınca, Üye ülkeler yeraltı suyunun kimyasal ve miktar durumunu izlemek için ağlar kurmuşlardır. Bu amaçla Almanya ve diğer AB üye devletlerinde sayısız su numunesi analiz edilir, su kütleleri haritalandırılır ve binlerce kilometrelik mesafelerde değerlendirilir. Yüzey suyu ve yeraltı suyu izlemenin amacı, kimyasal kirlilik basınçlarına genel bir bakış ile birlikte su kütlesi durum değerlendirmeleri için kesin sonuçlar elde etmektir. Bu tür bir izleme, söz konusu önlemlerin istenen etkiyi gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla, önlem planlaması ve sonuç değerlendirmeleri için bir temel görevi görür. Su Çerçeve Yönergesi Gözetim (Surveillance) izlemesi, Operasyonel izleme, Araştırma (Investigative) izlemesi olmak üzere üç izleme türünün ayrı ayrı yürütülmesini öngörür. Gözetim izlemesinin sonuçları esas olarak herhangi bir nehir havzası alanı veya alt havzasındaki genel durumun değerlendirilmesine izin verir. Basınç tahminlerini tamamlamaya ve doğrulamaya yardımcı olurlar ve belirli bir nehir havzasındaki uzun vadeli değişikliklere ışık tutarlar. Araştırma amaçlı izleme

için kullanılan izleme alanlarının çoğu büyük nehirlerde, büyük kolların ağızlarında ve büyük göllerde bulunmaktadır. Operasyonel izlemenin amacı, ilk olarak yönetim hedeflerine ulaşamama riski altında olarak değerlendirilen su kütlelerinin durumunu belirlemektir. İkinci olarak operasyonel izleme içine önemli miktarlarda öncelikli maddelerin veya belirli kirleticilerin boşaltıldığı su kütlelerinin durumunu belirlemek için kullanılır. Bunlara ek olarak önlem programların uygulandığı su kütlelerinin durumundaki herhangi bir değişikliği değerlendirmek için de operasyonel izleme yapılmaktadır.²⁷⁷

Tablo 2.41: Almanya’da Su Kütlesi İzleme Türleri ve Sayılarındaki Değişim

Su Kütlesi Türü	Yıl	Gözetim	Operasyonel	Araştırma
Akarsular	2009	290	7178	328
	2015	313	13256	1232
Göller	2009	67	449	0
	2015	163	663	25
Geçiş suları	2009	5	19	0
	2015	43	13	0
Kıyı suları	2009	32	85	0
	2015	75	76	0
Yeraltı suları	2009	4756	1783	0
	2015	4892	2273	0

Kaynak: Jeanette Völker v.d., **Water Framework Directive The Status of German Waters 2015**, 2016, s.46.

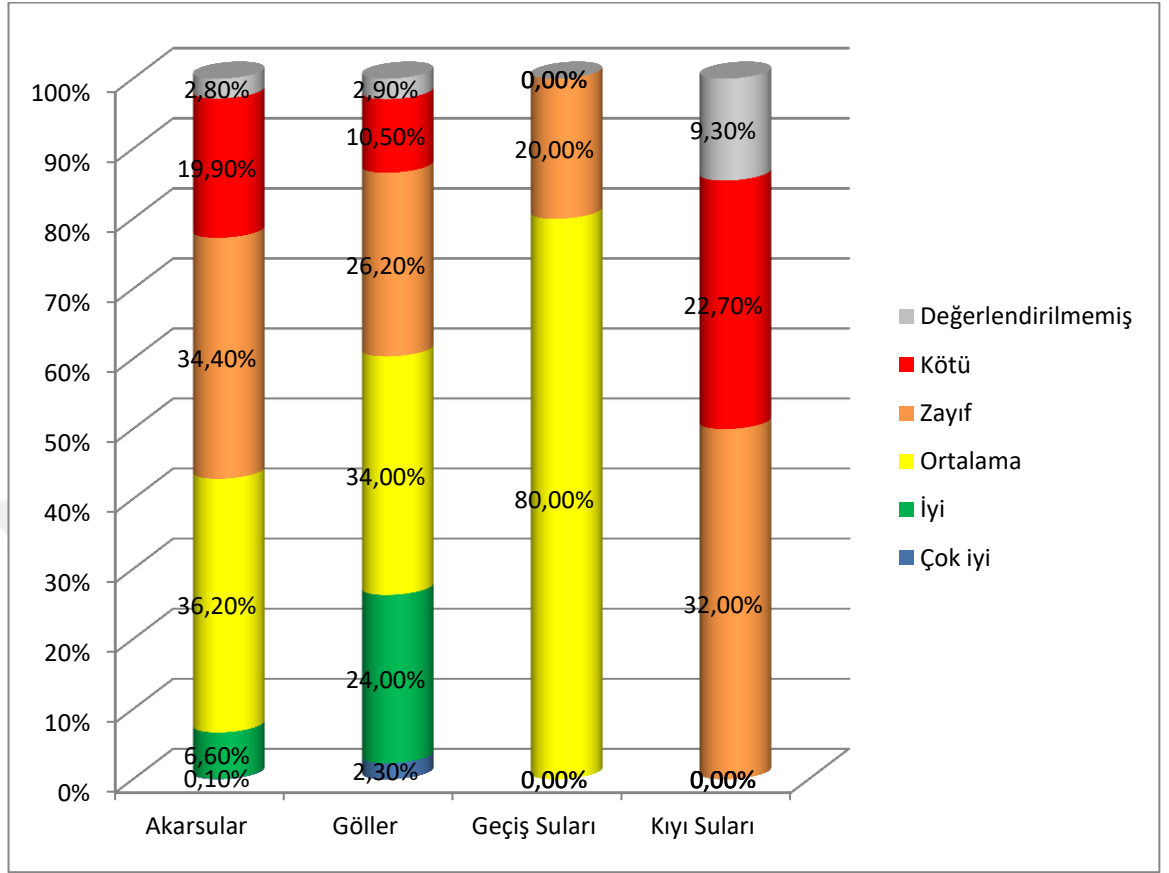
Birinci yönetim dönemi sonunda Almanya’da yüzey sularını (akarsular ve göller) izlemek için kurulmuş olan gözetim tesislerinin sayısı 15652’ye ulaşmıştır. Bu sayı SÇY’nde düzenlenmiş olan yönetim dönemi başlamadan önce 8222’dir. Yönerge ışığında Almanya her üç türü de içermek üzere yüzey sularının izlenmesine yönelik olan mevcut gözetim tesislerinin sayısını neredeyse iki katına çıkarmıştır. Birinci yönetim dönemi sonunda yeraltı sularının izlenmesine yönelik olan her üç tipteki tesislerin sayısı ise birinci yönetim dönemi öncesi seviyesine 626 adet tesis eklenerek toplamda 7165’e ulaşmıştır. Eklenen tesislerin 490 adedi operasyonel

²⁷⁷ Jeanette Völker v.d., **Water Framework Directive The Status of German Waters 2015**, German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2016, s.43-45.

amaçlı gözetim tesisidir. SÇY’de yer alan su ortamlarının korunması koşulunun yerine getirilmesi için gerekli olan önlemlerin alınabilmesi için durum tespiti yapabilmek amacıyla etkin bir izlemenin yapılması ilk adımdır. Bu bağlamda Almanya ilk yönetim dönemi sonunda izleme konusunda SÇY’ye uyumu arttırmak konusunda ciddi mesafe katetmiştir.

Ekolojik bakımından yüzey suları incelenecek olursa Almanya’nın SÇY’ne uyum durumu genel bakımdan zayıftır. Tüm yüzey suyu kütlelerinin ancak 799 adedi “çok iyi” ya da “iyi” ölçütüne uygun durumdadır. Bu da toplam yüzey su kütlelerinin %8’ini biraz geçmektedir. Geriye kalan %90’dan büyük olan kısım SÇY’nin “iyi” ve üzeri duruma getirilememiştir. Birinci yönetim dönemi sonunda Alman su kütlelerinin %33,8 "zayıf" durumda, %19,2’si de "kötü" durumda sulardan oluşturmaktadır. Su kütlelerinin %2,7’si henüz kesin olarak değerlendirilmemiştir.²⁷⁸ Almanya’da yüzey sularının ekolojik durumunu gösterir Grafik 2.30’a göre yönergeye ekolojik yönden en çok uyum gösteren yüzey suyu kütleleri göllerdir. Göllerin %26,3’ü “çok iyi” ve “iyi” durumda olmakla yönerge ile uyumlu durumdadır. Buna rağmen göllerin %73,7’si yönerge ile uyumlu değildir. Akarsuların ise ancak %6,7’si uyum ölçütlerine uymaktayken %93,3’lük büyük kısım uyumsuz durumdadır. Almanya’nın kıyı suları ve geçiş suları ise SÇY ile ekolojik açıdan tamamen uyumsuz durumdadır.

²⁷⁸ J. Völker v.d., a.g.e., 2016, s.52.



Grafik 2.30: Almanya’da Yüzey Sularının Ekolojik Yönden SÇY’ye Uyum Durumu
(1. Havza Yönetim Dönemi)

Kaynak: Jeanette Völker v.d., a.g.e., 2016, s.54.

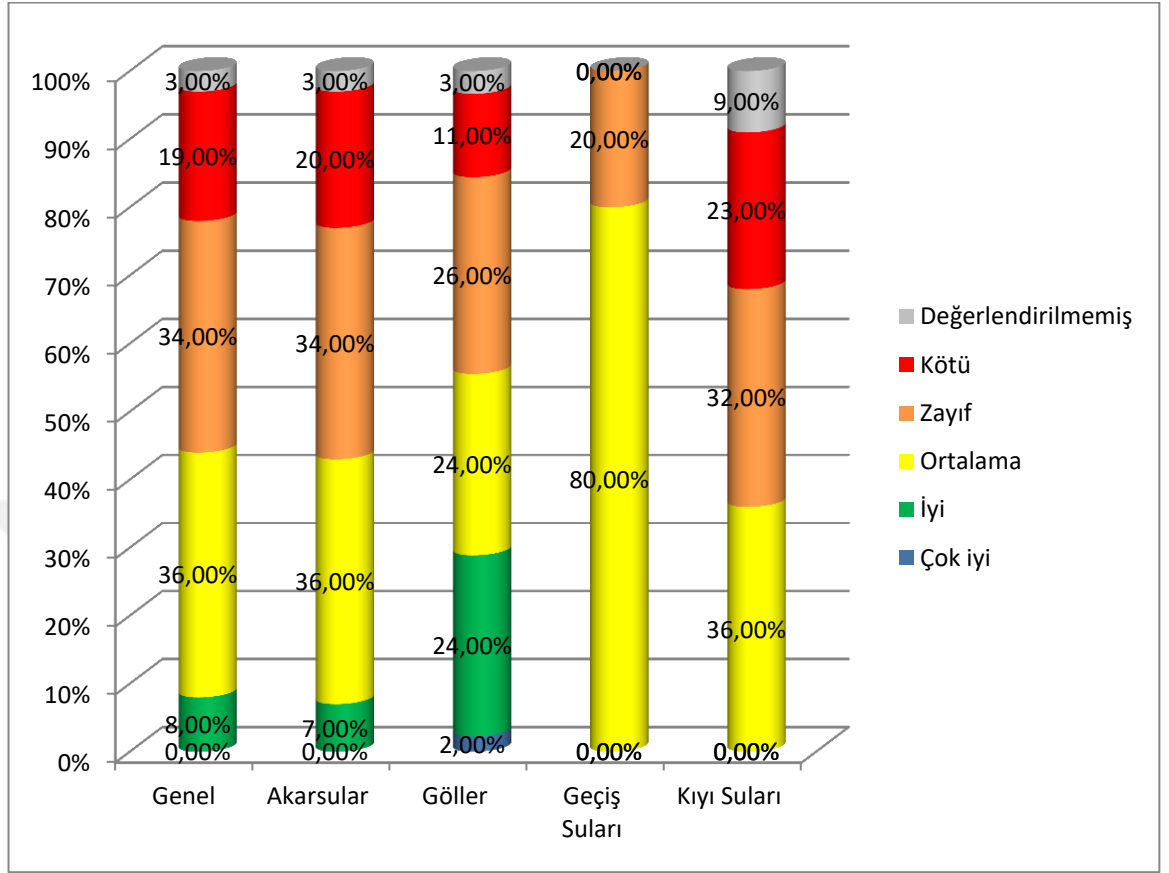
İkinci yönetim dönemi içinde Almanya yüzey suyu kütlelerinin %34’ü ekolojik yönden "zayıf" durumda, %19’u de "kötü" durumda sulardan oluşturmaktadır. Su kütlelerinin %8’i “iyi” durumdayken %3’ü henüz kesin olarak değerlendirilmemiştir. Almanya’da yüzey sularının ikinci yönetim dönemi içindeki ekolojik durumunu gösterir Grafik 2.31’e göre yönergeye ekolojik yönden en çok uyum gösteren yüzey suyu kütleleri göllerdir. Göllerin %26’sı “çok iyi” ve “iyi” durumda olmakla yönerge ile uyumlu durumdadır. Buna rağmen göllerin %74’ü yönerge ile uyumlu değildir. Akarsuların ise ancak %7’si uyum ölçütlerine uymaktayken %93’lük büyük kısım uyumsuz durumdadır. nın %1’i yönerge ile uyumlu durumdadır. Almanya’nın kıyı suları ve geçiş suları ise SÇY ile ekolojik açıdan tamamen uyumsuz durumdadır.

Almanya'daki su kaynaklarının kimyasal durumu, tüm AB üye ülkeleri için geçerli Su Çerçeve Yönergesi'nde yer alan iki tür gereklilik temelinde değerlendirilir. Bunlardan ilki SÇY Ek X uyarınca 33 öncelikli madde için çevresel kalite standartlarına uyum ve 91/676 / EEC Yönergesi uyarınca belirli diğer kirleticiler ve nitrat etki değerinin düzenlendiği çevresel kalite standartlarından oluşmaktadır.²⁷⁹ Yüzey sularının kimyasal açıdan uyum durumu için 2009-2015 döneminde, 2011 yılına kadar düzenlenen 33 maddeden 12'si için tüm izleme noktalarında çevresel kalite standartları karşılanmıştır. Bunlara yedi pestisit ve beş endüstriyel kirletici dahildir. Bromlu difenil eterler (BDE), cıva, tributiltin, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve tributil kalay (TBT) maddeleri için çevresel kalite standartları sıklıkla aşılmıştır.²⁸⁰ Bu maddeler Öncelikli Maddeler Yönergesi'nde daha küçük bir öncelikli tehlikeli maddeler grubu, uPBT (her yerde bulunan (mevcut, görünen veya her yerde bulunan), kalıcı, biyolojik olarak biriken ve toksik) olarak tanımlanmıştır.²⁸¹

²⁷⁹ J. Völker v.d., **a.g.e.**, 2016, s.58.

²⁸⁰ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.122.

²⁸¹ <https://www.eea.europa.eu/themes/water/european-waters/water-quality-and-water-assessment/water-assessments/chemical-status-of-surface-water-bodies> 24/03/2021 (Çevrimiçi).



Grafik 2.31: Almanya'da Yüzey Sularının Ekolojik Yönden SÇY'ye Uyum Durumu (2. Havza Yönetim Dönemi)

Kaynak: EEA

Öncelikli kirletici kimyasal maddeler listesi (2000/60 / EC sayılı AB Yönergesi Ek X) her dört yılda bir revize edilmektedir. 2013'te Yönerge 2013/39 / EU, Ek X ve Çevresel Kalite Standardı Yönergesi'nde (Yönerge 2008/105 / EC) bir güncelleme kabul edilmiştir. Ayrıca, yönetim planlarına uygun olarak madde listesinin revize edilme süresini 6 yıla çıkarılarak öncelikli madde sayısı 33'ten 45'e çıkarılmış ve bunların 21'i öncelikli tehlikeli maddeler olarak sınıflandırılmıştır. Yeni eklenen 12 öncelikli madde için çevresel kalite standartları 2018'de yürürlüğe girmiş ve 2027'ye kadar Yönerge'de belirtilen koşulların karşılanması istenmiştir. On bir "eski" madde içinse standartlar değiştirilmiştir.²⁸²

²⁸² Jens Arle, v.d., **Waters in Germany: Status and assessment**, German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2017, s.30.



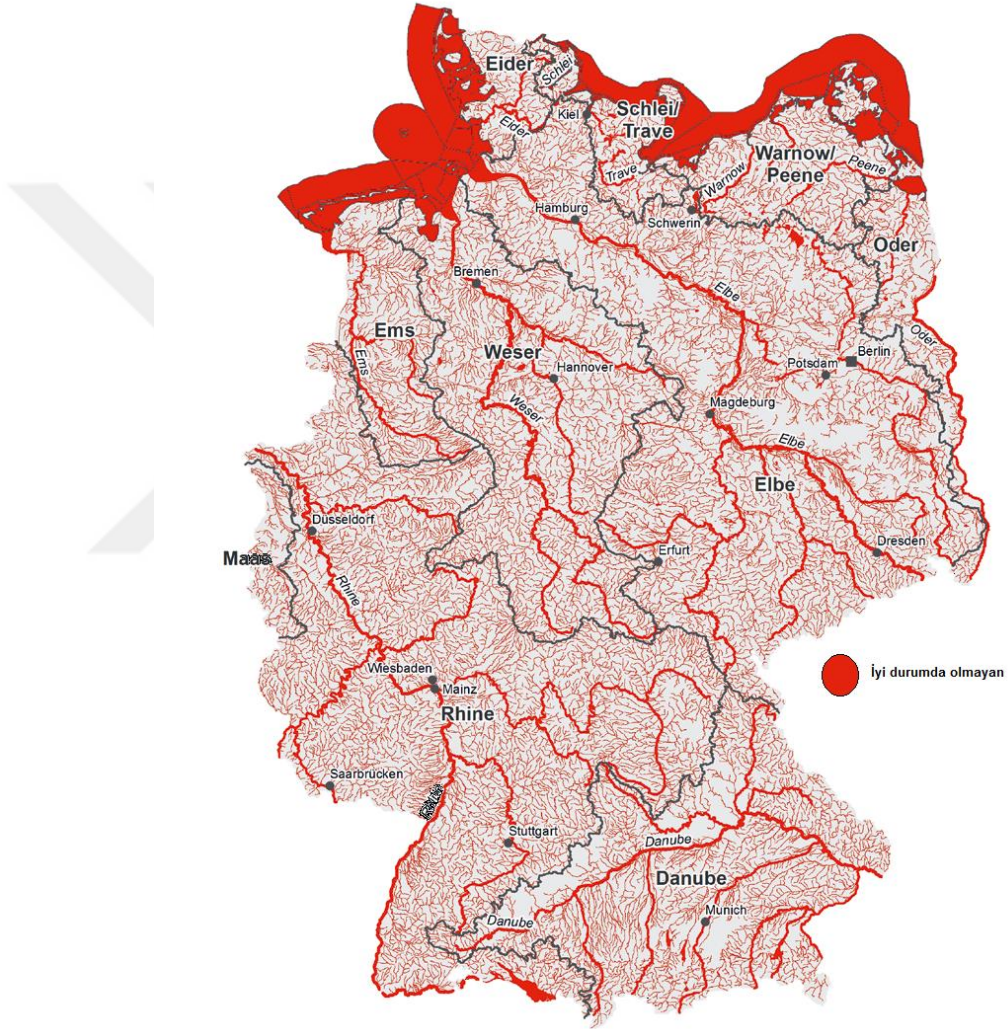
Şekil 2.26: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler hariç)

Kaynak: J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.124.

Almanya'nın yüzey sularındaki kimyasal varlığı uyum durumu birinci yönetim dönemi için uPBT'ler hesaba katılmadığında ülke genelinde %83 oranında "iyi" durumdadır. İyi durumda olmayan yüzey sularının tüm yüzey suyu kütlelerine oranı %6'dır. Geriye kalan %11'lik kısım kimyasal açıdan değerlendirilmemiştir.²⁸³ Yüzey sularının kimyasal durumu uPBT'ler hesaba katılarak değerlendirildiğinde ise

²⁸³ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.125.

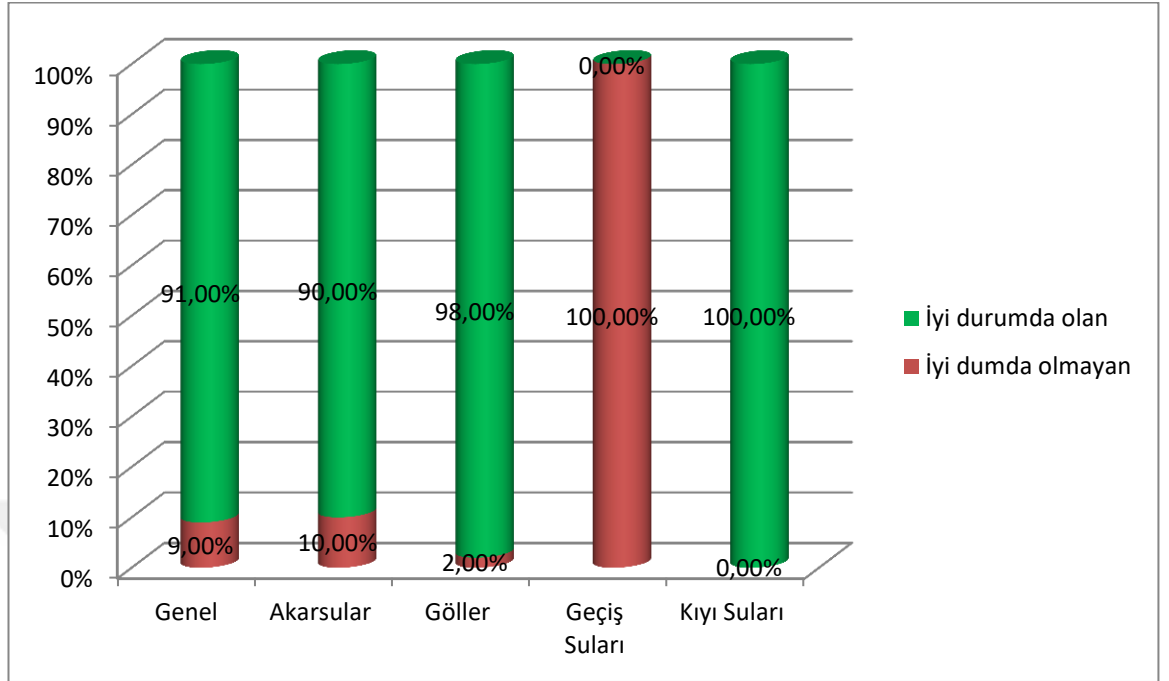
Almanya'da, tüm numunelerde 20 µg / kg taze ağırlık miktarındaki cıva için çevresel kalite standardının aşıldığı gerçeğiyle karşılaşmıştır. Buna göre ülkede yer alan tüm yüzey suyu kütlelerinde “iyi” durum düzeyi yakalanamamıştır. Bu nedenle tüm yüzey suları kimyasal açıdan SÇY'nin ilgili düzenlemeleri ile uyumsuz durumdadır.²⁸⁴



Şekil 2.27 : Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler dahil)

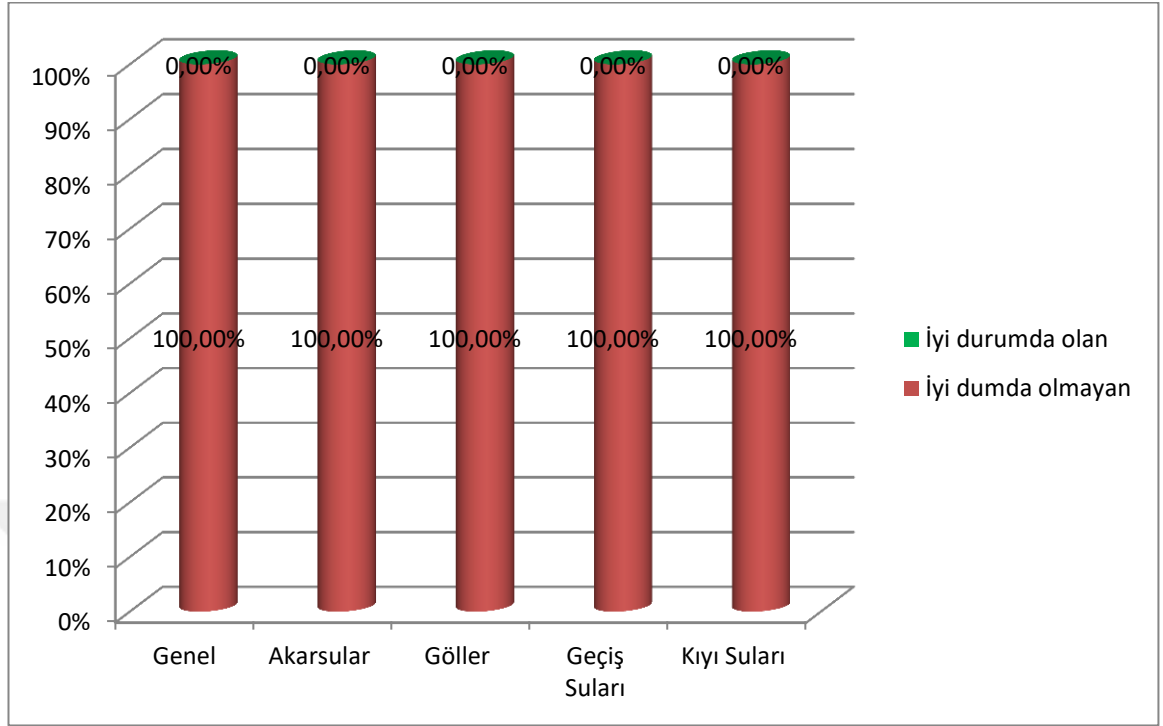
Kaynak: Jeanette Völker v.d., a.g.e., 2016, s.59.

²⁸⁴ J. Völker v.d., a.g.e., 2016, s.58.



Grafik 2.32: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler hariç)

Kaynak: EEA



Grafik 2.33: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yüzey Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönden Uyum Durumu (uPBT'ler dahil)

Kaynak: EEA

İkinci yönetim dönemi içinde uPBT'ler dahil olmadığında Almanya'nın yüzey suyu kütlelerinin kimyasal uyum durumunda genel olarak %8'lik bir iyileşme ile SÇY uyum seviyesi %91'e çıkmıştır. Su kütlelerine ayrı ayrı bakıldığında ise akarsular %90, göller %98, kıyı suları ise %100 yönerge ile uyumlu durumdadır. Geçiş sularında ise uyum durumu %100 başarısızdır. İkinci yönetim dönemi için uPBT'ler dahil olduğunda ise Almanya'nın yüzey suyu kütlelerinin tamamı için uyum durumu kimyasal açıdan başarısızdır.

Yeraltı suları söz konusu olduğunda iyi bir miktarsal durum, yeraltı suyu çekimi ile yeraltı suyunun yeniden toplanması arasında bir denge olduğu anlamına gelmektedir. Dengenin bozulması sonucunda yeraltı suyu kütlesinin doğal "iyi duruma" dönmesi oldukça uzun zaman alabilir.²⁸⁵ Yeraltı sularının miktar durumunun

²⁸⁵ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018 ss.112-113.

“iyi” olarak değerlendirilmesi için ana koşul yeraltı suyu seviyesidir ve şu şartlar geçerlidir²⁸⁶:

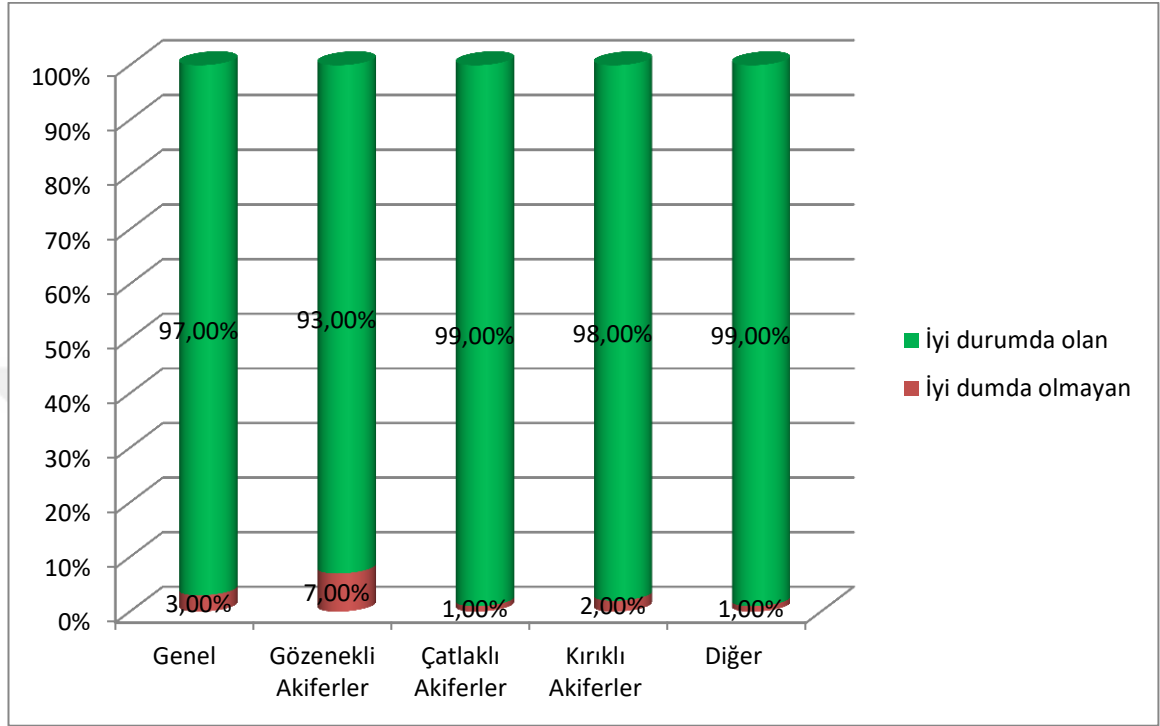
- Uzun vadeli ortalama yıllık kullanım, mevcut yeraltı su kaynaklarını aşmamalıdır.
- Yeraltı suyu seviyesi, ilgili yüzey suları için Su Çerçeve Yönergesi'nde belirtilen ekolojik hedeflerin başarısızlıkla sonuçlanması, su kütlelerinin kalitesini önemli ölçüde düşmesi, doğrudan yeraltı suyu kütlelerine bağlı olan karasal ekosistemlere önemli ölçüde zarar verilmesi gibi insan kaynaklı değişikliklere maruz kalmamalıdır.
- Yeraltı suyuna tuzlu su veya diğer yabancı madde girişlerine izin verilmemelidir.

Almanya'da yer alan yeraltı su kaynaklarının uyum durumu Grafik 2.34'te gösterilmiştir. Birinci yönetim dönemi sonunda Alman yeraltı sularının tüm tipteki akiferlerde miktar bakımından %97 oranında “iyi” seviye yakalanmıştır. Gözenekli türdeki akiferler %93, çatlaklı akiferler %99, kırıklı akiferler %98, diğer türdeki akiferler ise %99 oranında iyi durumdadır. Bu koşullar altında Almanya'daki yeraltı suları birinci yönetim dönemi sonunda büyük ölçüde SÇY ile uyumlu haldedir. İkinci yönetim dönemi tamamlanmadan Almanya'da yer altı sularının miktar yönünden uyum durumunda genel bağlamda bir değişiklik yoktur. Grafik 2.35'te görüldüğü gibi su kütlelerinin %97'si iyi durumdadır. Kırıklı türdeki akiferlerde %1'lik bir iyileşme sağlanmışken diğer türdeki akiferlerde %2 oranında kötüleşme görülmüştür. Almanya'da ulunan yer altı suları miktar bakımından ikinci yönetim dönemi içinde büyük oranda SÇY ile uyumlu durumdadır.

Kimyasal durum açısından “iyi” terimi, Yeraltı Suları Yönergesi'nde kalite standartları ve eşik değerler şeklinde tanımlanmıştır. Yönerge, 50 mg / l nitrat ve pestisitler için 0.1 µg / l Avrupa çapında tek tip kalite standartlarını belirtir. Ek olarak, Üye Devletler, SÇY'nin 4. Maddesi uyarınca yapılan analizin ardından yeraltı suyu kütlelerinin “riskli” olarak sınıflandırılmasına yol açan parametreler / maddeler için eşik değerleri belirtmektedirler. Almanya eşik değerleri Yeraltı Suyu Yönetmeliğinde (GrwV) belirtilmiştir. AB Yeraltı Suları Yönergesinde (2014/80 / AB) yapılan

²⁸⁶ J. Völker v.d., a.g.e., 2016, s.67.

değişikliğın ardından, Yeraltı Suyu Yönetmeliği 2017'de revize edilmiş ve nitrit için yeni eşik değler (0.5 mg / l) ve orto-fosfat (0.5 mg / l) olarak benimsenmiştir.²⁸⁷



Grafik 2.34: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Miktar Yönünden Uyum Durumu

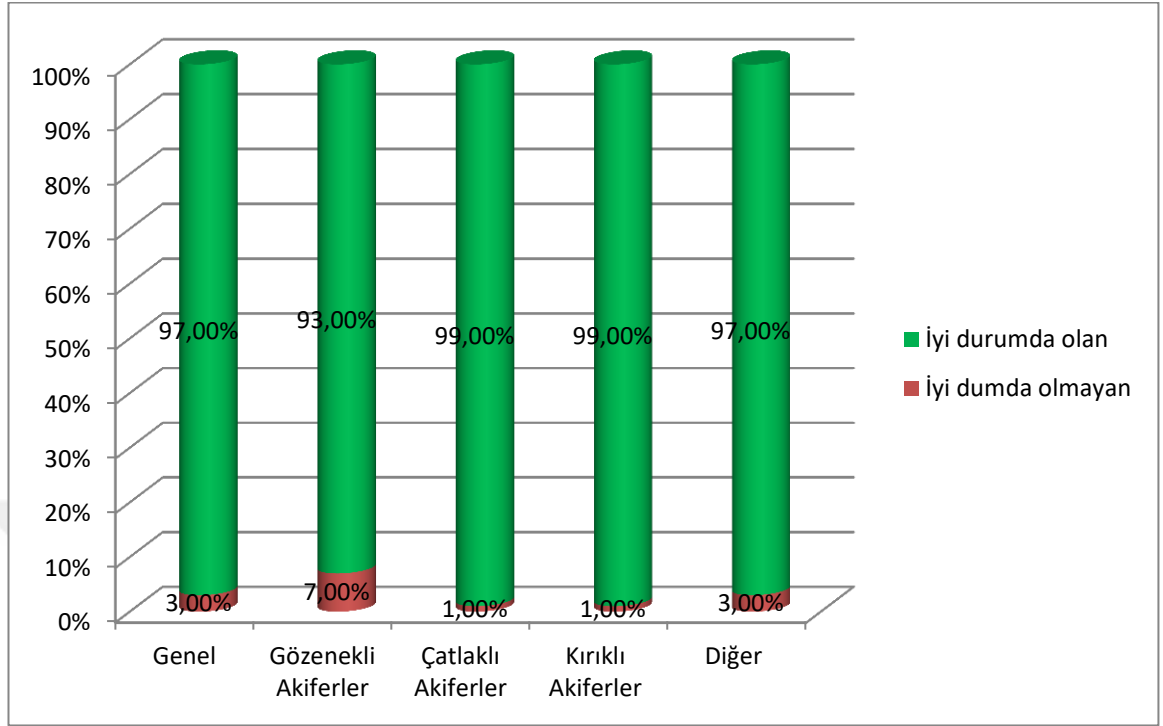
Kaynak: EEA

Yeraltı suyunun kimyasal açıdan "iyi" olarak sınıflandırılabilmesi için aşağıdaki gereksinimleri karşılaması gerekir²⁸⁸:

- Tuz veya diğer kirlletici maddelerin kontrol dışı olarak su kütlelerine hiçbir şekilde girişlerinin olmaması gereklidir.
- AB çevre kalite standartlarının veya eşik değlerinin aşılmaması gereklidir.
- Kirlletici konsantrasyonları, yüzey sularına beslenen yeraltı suyu kütleleri için yönetim hedeflerinde ulaşmada başarısızlığa neden olacak, su kütlelerinin ekolojik veya kimyasal kalitelerini önemli ölçüde azaltan veya yeraltı suyuna bağlı karasal ekosistemlere önemli ölçüde zarar veren bir eşiği aşmaz.

²⁸⁷ J. Arle, v.d., **a.g.e.**, 2018, s.113.

²⁸⁸ J. Völker v.d., **a.g.e.**, 2016, s.69.

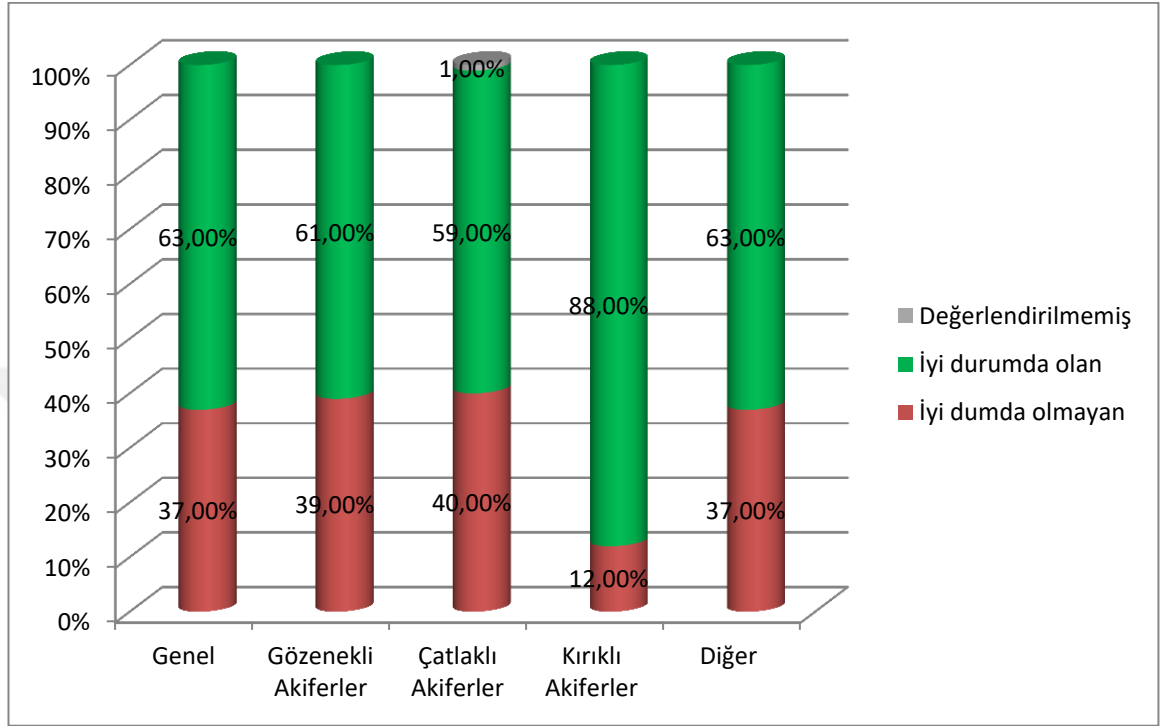


Grafik 2.35: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Miktar Yönünden Uyum Durumu

Kaynak: EEA

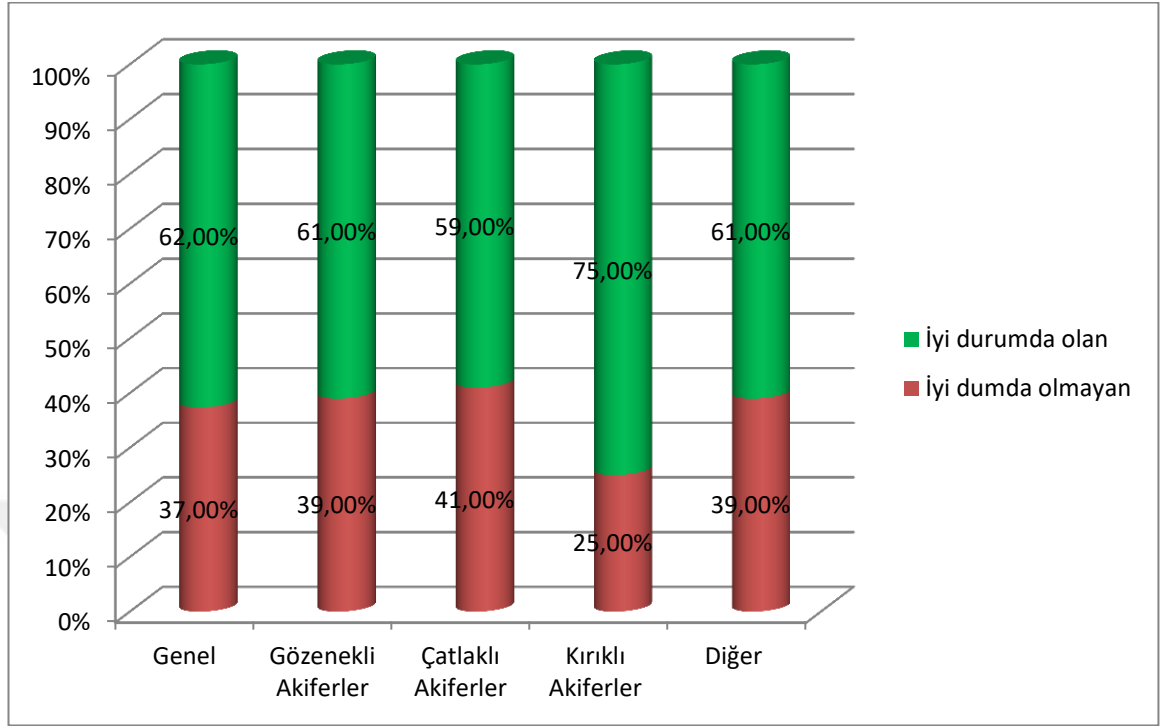
Almanya'da yer alan yeraltı su kaynaklarının uyum durumu Grafik 2.35'te gösterilmiştir. Birinci yönetim dönemi sonunda Alman yeraltı sularının tüm tipteki akiferlerde kimyasal yönden %63 oranında "iyi" seviye yakalanmıştır. Fakat geri kalan %37'lik kısım iyi durumda değildir. Gözenekli türdeki akiferler %61, çatlaklı akiferler %59, kırıklı akiferler %88, diğer türdeki akiferler ise %63 oranında iyi durumdadır. Çatlaklı akiferlerin değerlendirilmemiş %1'lik bölümü dışında kalan tüm akiferlerin geri kalan kısımları iyi durum ölçütünü yakalayamamıştır. Bu koşullar altında Almanya'daki yeraltı suları birinci yönetim dönemi sonunda kısmen SÇY ile uyumlu haldedir. İkinci yönetim dönemi tamamlanmadan Almanya'da yeraltı sularının kimyasal yönünden uyum durumunda genel bağlamda neredeyse bir değişiklik yoktur. Grafik 2.37'de görüldüğü gibi su kütlelerinin %62'si iyi durumdadır. Kırıklı türdeki akiferlerde herhangi bir değişme olmamıştır. Çatlaklı türdeki akiferlerin ilk yönetim döneminde değerlendirilmemiş olan yüzdelik kısmı değerlendirilerek iyi durumda olmayan sular sınıfına eklenmiştir. Kırıklı türdeki akiferlerde %13 oranında kötüleşme görülmüştür. Diğer türdeki akiferlerin ise %3'lük kısmında kötüleşme

meydana gelmiştir. Almanya’da bulunan yeraltı suları kimyasal bakımından ikinci yönetim dönemi içinde kısmen SÇY ile uyumlu durumdadır.



Grafik 2.36: Birinci Yönetim Dönemi Sonunda Almanya’nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönünden Uyum Durumu

Kaynak: EEA



Grafik 2.37: İkinci Yönetim Dönemi İçinde (3 Temmuz 2018) Almanya'nın Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kimyasal Yönünden Uyum Durumu

Kaynak: EEA

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EKONOMETRİK ANALİZ

Çalışmanın üçüncü ve son bölümünde küresel ısınmanın kullanılabilir su kaynaklarından yapılan çekimin ekonomik büyüme ve işsizlik üzerindeki etkisi Vektör otoregresyon (VAR) modellemesi kullanılmıştır. Öncelikle konuya dair yapılan nedensellik analizlerini içeren bir literatür taramasına yer verilecektir. Ardından ilgili analizin yöntemi hakkında kuramsal çerçeve açıklamaları ve analizde kullanılan verilerin niteliği ve niceliği üzerinde durulacaktır. Ekonometrik analiz Almanya ve Türkiye olmak üzere iki başlık altında ayrı ayrı yapılacaktır. Bu başlıkların altındaki birinci bölümleri ilk olarak küresel ısınma ve su kullanımı arasındaki nedensellik sınaması üzerine olurken ardından su çekimi, ekonomik büyüme ve işsizlik arasında ikinci bir nedensellik sınaması yapılacaktır. Ekonometrik analizin duyarlılığını arttırmak adına ülke ölçeğinde yapılan küresel ısınma ve su çekimi arasındaki nedensellik sınamalarına havza ölçeğinde yapılan sınamalar da eklenecektir. Bunun için her ülkeden bir örnek havza seçilmiştir. Nedensellik sınamalarından sonra yine ülke ve havza sıralamasına uygun olarak her bir örnek ülkede ve havzada yapılan su çekiminde bir gelecek öngörüsü yapılacaktır. Bu öngörü 2049 yılı için planlanmıştır ve elde olan veri türlerine göre sınıflandırılmıştır.

3.1. Kuramsal Çerçeve

3.1.1. VAR ve ESTAR Modellerin Metodolojisi

Ekonometrik analiz süreci için belirli ekonometrik modellerin sıralı biçimde uygulanması esastır. Bunun için çalışmanın ekonometrik analiz sürecine birim kök testi yapılarak başlanmıştır. Ardından Vektör Otoregresyon (Vector Autoregression/VAR) yöntemi kullanılarak zaman serileri nedensellik sınamasına alınmaya çalışılmıştır. Nedensellik sınamasının ardından zaman serileri üzerinden bir gelecek tahminlemesi yapılmıştır. Tahminle yöntemi olarak oldukça yeni ve doğrusal modellere göre daha tutarlı doğrusal olmayan bir model olan Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif Exponential Smooth Transition Autoregressive/ESTAR) model kullanılmıştır.

Dickey-Fuller (DF) Birim Kök Sınaması

Birim kök testi zaman serilerindeki durağanlığın varlığını sınar. Bu amaca hizmet etmek için seçilen birim kök sınaması Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller/ADF) yöntemidir. Bu yöntem 1979'da David Dickey ve Wayne Fuller tarafından geliştirilen Dickey-Fuller (DF) birim kök sınama yönteminin geliştirilmiş bir türüdür. DF modeli tanımlamaya çalışmak için basit bir AR(1) (birinci mertebeden otoreregresif) model ele alınır.

$$Y_t = pY_{t-1} + \mu_t \quad -1 \leq p \leq 1 \quad (3.1)$$

$\rho = 1$ ise, yani birim kök durumunda (3.1), durağan olmayan stokastik bir süreç olduğunu bilinen, sürüklenmeden (drift) bir rassal yürüyüş (random walk) modeli ortaya çıkar. Bu nedenle, Y_t 'yi gecikmeli değeri Y_{t-1} üzerinde basitçe gerilemediği ve tahmini ρ 'nın istatistiksel olarak 1'e eşit olup olmadığı ortaya çıkar. Buradan Y_t durağan değildir sonucu çıkar. Durağanlığın birim kök sınaması arkasındaki genel düşünce budur. Burada μ_t beyaz gürültü hata terimidir.

3.1 nolu denklem aşağıdaki biçimde değiştirilsin

$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-1} &= pY_{t-1} - (p-1)Y_{t-1} + \mu_t \\ &= (p-1)Y_{t-1} + \mu_t \\ \Delta Y_t &= \delta Y_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (3.2)$$

3.2 nolu denklem üzerinden gidilerek sıfır hipotezi (önsavı) sınanırsa, $\delta = 0$ iken $p = 1$ ise birim kök vardır. Bu da sürecin durağan olmadığını gösterir. Eğer p 'nin mutlak değeri 1'den küçükse seri durağandır. ²⁸⁹

Birim kök sürecinin doğasını gereği bir rassal yürüyüş sürecinin sürüklenmesi olmadığını ya da sürüklenebileceğini veya hem deterministik hem de stokastik eğilimleri olabileceği belirtilmiştir. Çeşitli olasılıklara izin vermek için, DF sınaması üç farklı biçimde, yani üç farklı sıfır hipotezi altında tahmin edilir. Bunlar;

²⁸⁹ Damodar N. Gujarati, **Basic Econometrics**, Fourth Edition, New York, The McGraw-Hill Companies, 2004, s.814.

Y_t rassal yürüyüş ise:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (3.3)$$

Y_t sürüklenmeli rassal yürüyüş ise:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (3.4)$$

Y_t stokastik bir eğilim etrafında sürüklenmeli rassal bir yürüyüş ise:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (3.5)$$

biçiminde ifade edilirler ve bunların her birinde sıfır hipotezi $\delta = 0$ 'dır. Yani birim kök durumundadırlar. Yani zaman serileri durağan durumda değildir. Fakat δ sıfırdan küçükse seriler durağandır. Eğer sıfır hipotez kabul edilmezse bu Y_t 'nin birinci denklemde sıfır ortalamalı durağan bir zaman serisi olduğu, ikinci denklemde sıfırdan farklı bir ortalama $[\beta_1 / (1 - \rho)]$ ile durağan bir zaman serisi olduğu, üçüncü denklemde ise bir deterministik bir eğilim etrafında durağan olduğu anlamına gelir.²⁹⁰ Fakat model türü belirlenirken dikkatli olunması gerektiği, yanlış bir model türüyle sına yapılmaması durumunda sıfır hipotezinin kabulüne eğilimli sonuç sonuçların çıkabileceği saptanmıştır.²⁹¹

Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller / ADF) Birim Kök Sınaması

Yukarıda sözü edilen DF birim kök sınamasına ait üç tür denklemde yer alan μ_t hata terminin korelasyonsuz olduğu varsayılmıştır. Fakat μ_t hata terminin korelasyonlu olduğu durumlar için geliştirilen DF sınamasına Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) sınaması denir. Bu sına bağımlı değişken ΔY_t 'nin gecikmeli değerleri eklenerek önceki üç denklemin geliştirilmesi ile yapılmıştır. 3.5 numaralı denklem ele alınsın. Buradaki ADF sınaması,

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} = \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

²⁹⁰ D.N. Gujarati, A.e., s.815.

²⁹¹ Adil Zeytinoğlu, **Doğrudal olmayan Koentefrasyon Testleri: Fiyat Köpüğü Olgusu üzerine Bir Uygulama**, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü), İstanbul, 2020, s.35.

3.6 numaralı regresyonu tahmin eder ki burada ε_t saf beyaz gürültü hata terimiyken, $\Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}$, $\Delta Y_{t-2} = Y_{t-2} - Y_{t-3}$ v.b., şeklindedir. Sınamaya dahil edilecek gecikmeli fark terimlerinin sayısı genellikle ampirik olarak belirlenir. Buradaki fikir, 3.6 numaralı denklemdeki hata teriminin seri olarak ilişkisiz olması için yeterli terim içermesidir. ADF'de hâlâ $\delta = 0$ olup olmadığını ve ADF sınamasının DF istatistiğiyle aynı asimptotik dağılımı izleyip izlemediği sınanabilir. Böylece aynı kritik değerler kullanılabilir.²⁹²

Vektör Otoregresif (Vector Autoregressive / VAR) Model

Makroekonometri veri tanımlama, tahmin, yapısal çıkarım ve politika analizi yapar. Bunu da 1970'lere kadar çeşitli teknikler kullanılarak gerçekleştirdi. Bu teknikler yüzlerce denklem içeren büyük modellerden, birkaç değişkenin etkileşimlerine odaklanan tek denklemliler, yalnızca tek bir değişken içeren basit tek değişkenli zaman serisi modellerine kadar uzanmaktaydı. Fakat bir süre sonra bu yaklaşımları güvenilirliğini kaybetti. 1980 yılında yazdığı bir makale²⁹³ ile Sims yeni bir makroekonometrik bir çerçeve olan VAR'ı geliştirdi. VAR'lar veri tanımlama, tahmin, yapısal çıkarım ve politika analizine tutarlı ve güvenilir bir yaklaşım sağlama vaadini yerine getirmiştir.²⁹⁴

VAR'lar yani vektör otoregresyonlar, bir modelin dinamik yapısını ekonometristten ziyade verinin belirlemesine izin verilmesi gereken zamanlarda bunu yapmanın bir yolunu sunar. VAR, bir modelin yapısı üzerinde en az düzeyde kuramsal talepte bulunur. Bir VAR ile yalnızca iki şeyin belirtilmesi gerekir bunlardan birincisi, etkileşime girdiğine inanılan ve dolayısıyla modellenmeye çalışılan ekonomik sistemin bir parçası olarak dahil edilmesi gereken içsel ve dışsal değişkenler iken ikincisi, değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkilerinin çoğunu yakalamak için gereken en fazla gecikme sayısıdır. Örneğin, bir emtia piyasasının dinamik davranışı modelleniyorsa, ilgili içsel değişkenler fiyat, üretim ve stok seviyeleri olabilir ve ilgili dışsal değişkenler toplam geliri, hava durumunu vb. içerebilir. Aylık verilerle, gecikmeler 6 veya 12 aya kadar yeterli olabilir. Modelin

²⁹² D.N. Gujarati, **a.g.e.**, 2004, s.817.

²⁹³ Christopher A. Sims, "Macroeconomics and Reality", **Econometrica**, Volume 48, No. 1, The Econometric Society, Cleveland, (ss.1-48).

²⁹⁴ James H. Stock ve Mark W. Watson, "Vector Autoregressions", **Journal of Economic Perspectives**, Volume 15, Number 4, 2001, American Economic Association, Nashville, (ss.101-115), s.1.

denklemleri doğrusal (lineer) olacak şekilde sınırlandırılmıştır. Bu nedenle fonksiyonel formlar hakkında endişeye gerek kalmaz.²⁹⁵

Buradan hareketle $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ içsel değişkenler ve $z_1, \dots, z_m$ dışsal değişkenler olsun, aşağıdaki n lineer denklem seti ile bir VAR verilmiş olsun;

$$\begin{aligned}
 x_{1,t} = & a_{10} + \sum_{j=1}^p a_{11j} x_{1,t-j} + \sum_{j=1}^p a_{12j} x_{2,t-j} + \dots + \sum_{j=1}^p a_{1nj} x_{n,t-j} \\
 & + \sum_{j=0}^r b_{11j} z_{1,t-j} + \dots + \sum_{j=0}^r b_{1mj} z_{m,t-j} + \varepsilon_{1t} \\
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & \cdot
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

$$\begin{aligned}
 x_{n,t} = & a_{n0} + \sum_{j=1}^p a_{n1j} x_{1,t-j} + \sum_{j=1}^p a_{n2j} x_{2,t-j} + \dots + \sum_{j=1}^p a_{nnj} x_{n,t-j} \\
 & + \sum_{j=0}^r b_{n1j} z_{1,t-j} + \dots + \sum_{j=0}^r b_{nmj} z_{m,t-j} + \varepsilon_{nt}
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemde p içsel değişkenler için, r ise dışsal değişkenler için gecikme sayısıdır. p ve r 'yi seçerken, modellenen sistemin dinamiklerini tam olarak yakalamak için yeterince uzun gecikmeler gereklidir. Öte yandan, gecikmeler ne kadar uzun olursa, tahmin edilmesi gereken parametre sayısı da o kadar fazla ve serbestlik derecesi de o kadar az olur. Genel olarak, yeterli sayıda gecikmeye sahip olmak ve yeterli sayıda serbest parametreye sahip olmak arasında tercih yapılması gerekecektir. Bu da VAR'ların zayıf yönüdür.²⁹⁶

²⁹⁵ Robert S. Pindyck ve Daniel L. Rubinfeld, **Econometric Models and Economic Forecasts**, Fourth Edition, New York, The McGraw-Hill Companies, 1998, s.400.

²⁹⁶ R. S. Pindyck ve D. L. Rubinfeld, **a.g.e.**, 1998, ss.400-401.

Granger / Block Exogeneity Nedensellik Sınaması

Nedensellik sınaması bir değişkenin gecikmelerinin başka bir değişken için denkleme girip girmediğinin tespit edilmesi için yapılan sınamadır.²⁹⁷ Granger-nedensellik istatistikleri ise bir değişkenin gecikmeli değerlerinin başka bir değişkeni tahmin etmeye yardımcı olup olmadığını inceler.²⁹⁸ Granger temsil kuramının çıkarımlarından biri, X_t ve Y_t gibi iki değişkenin eşbütünleşik olması ve her birinin ayrı ayrı $I(1)$ olmasıdır. Yani, 1. mertebeden bütünleşik olmasıdır. O zaman ya X_t , Y_t 'nin Granger-nedeni ya da Y_t , X_t 'nin Granger-nedeni olmalıdır.²⁹⁹

VAR'daki tüm değişkenler durağansa, Granger nedenselliğini sınamanın doğrudan yolu, kısıtlamaların standart bir F-testini kullanmaktır:

$$a_{21}(1) = a_{21}(2) = a_{21}(3) = \dots a_{21}(p) = 0 \quad (3.8)$$

Bu kavram n değişkenine genelleştirilir. Bir ek değişkenin VAR'a dahil edilip edilmeyeceğini tespit etmek için bir Block Exogeneity sınaması yararlıdır. Granger nedensellik sınamasının bu çok değişkenli genellemesine Block nedensellik sınaması denir.

$$(T - c)(\log|\Sigma_r| - \log|\Sigma_u|) \quad (3.9)$$

Bunun için y_t , z_t ve w_t gecikmeli değerlerini kullanarak y_t ve z_t denklemleri tahmin edilir ve Σ_u 'yu hesaplanır. Daha sonra w_t ve Σ_r 'nin gecikmeli değerleri dışarıda tutularak yeniden tahmin yapılır. Böylece olabilirlik oranı istatistiği bulunur.³⁰⁰

Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (Exponential Smooth Transition Autoregressive / ESTAR) Model

Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) model özellikle reel döviz kurlarının modellenmesi için uluslararası finans yazınında temel ekonometrik modellerden biridir. ESTAR modeli Haggan ve Ozaki'nin doğrusal olmayan üstel

²⁹⁷ Babu Jose ve Daniel Lazar, "Causality Between Indian Futures and Cash Markets – Analysis with Granger Causality Block Exogeneity Model", **Asian Business Consortium**, 2014, ABR, Dhaka, (ss.103-110), s.105.

²⁹⁸ J. H. Stock ve M. W. Watson, **a.g.e.**, 2001, s.1.

²⁹⁹ D.N. Gujarati, **a.g.e.**, 2004, s.852.

³⁰⁰ B. Jose ve D. Lazar, **a.g.e.**, 2014, s.105.

otoregresif modelinin³⁰¹ ve Tong'un eşik zaman serisi modellerinin bir genellemesi³⁰² olarak, Granger ve Teräsvirta³⁰³ ve Teräsvirta³⁰⁴ tarafından ekonomi yazınına kazandırılmıştır. ESTAR modeli matematiksel olarak tanımlamak için y_t 'nin genel bir Düzgün Geçişli Ototregresif (STAR) modelini izleyen, aşağıdaki gibi bir skaler zaman serisi olduğu kabul edilsin³⁰⁵:

$$y_t = x_t \alpha + x_t \beta G(z_t; \gamma, \mu) + \epsilon_t \quad (3.10)$$

burada α ve β , rejime özgü eğim parametrelerinin $(1 \times k)$ vektörleridir. ϵ_t , ortalama 0 ve varyans σ^2 ile F_{t-1} bilgi kümesine göre bir martingale fark dizisini (Martingale Difference Sequence / MDS) izlediği varsayılan bir bozulma terimidir. t zamanında kontrol (veya regresör) değişkenlerinin $(1 \times k)$ vektörü x_t ile gösterilir. Rejim ağırlıklandırma fonksiyonu $G(z_t; \gamma, \mu)$, $[0,1]$ arasında sınırlandırılmış sürekli ve düzgün bir fonksiyondur. $G(z_t; \gamma, \mu)$ olarak tanımlanan bir üstel fonksiyon şeklini aldığı anda, 3.10 numaralı denklem Üstel STAR (ESTAR) modeli olarak bilinir. $G(z_t; \gamma, \mu)$ 'de yer alan $\gamma \in R^+$ parametresi geçiş fonksiyonunun düzgünlüğünü belirlerken $\mu \in R^+$ bir eşik konum parametresidir. Geçiş değişkeni z_t , deterministik bir değişken, $t - 1$ zamanında bilinen bir dışsal değişken veya ampirik çalışmalarda oldukça sık olduğu gibi, bazı $q > 0$ tamsayıları için gecikmeli içsel değişken, yani $z_t = y_{t-q}$ olabilir.³⁰⁶

3.1.2. Veri (Data)

Çalışmada gerçekleştirilmeye çalışılan ekonometrik analiz için kullanılan veriler yapılan analizin ekonometrik çerçevesine bağlı olarak seçilmiştir. Çalışma Küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde yarattığı baskıyı ekonomik açıdan incelemek amacı güttüğü için kullanılan veri dizilerinin seçimi de bu amaçla

³⁰¹ Valerie Haggan ve Tohru Ozaki, "Modelling Nonlinear Random Vibrations Using an Amplitude-Dependent Autoregressive Time Series Model", **Biometrika**, Vol. 68, No. 1, 1981, Oxford University Press, Oxford, (ss.189-196).

³⁰² Howell Tong, **Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis**, Berlin, Springer, 1983, s.77.

³⁰³ Clive W. J. Granger ve Timo Teräsvirta, **Modelling Non-Linear Economic Relationships**, Oxford University Press, Oxford, 1993, s.b.s.

³⁰⁴ Timo Teräsvirta, "Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 89, No. 425, 1994, Taylor & Francis, London, (ss.208-218).

³⁰⁵ Daniel Buncic, "Identification and Estimation Issues in Exponential Smooth Transition Autoregressive Models", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 81, No. 3, 2019, Wiley, New York, (ss.667-685), ss.667-668.

³⁰⁶ D. Buncic, **A.e.**, ss.669-670.

yapılmıştır. Bunun için küresel sıcaklık veri dizisi, ardından hidrolojik veri dizileri son olarak makroekonomik veri dizilerinin yapılarından söz edilecektir. Tüm veri dizileri için ortak düzlemin zaman aralığı olmasına çalışılmıştır. 1990 yılı başlangıç yılı olarak seçilmiş 2020 yılı son olarak alınmıştır. Fakat veri dizilerinin tamamı için belirlenen zaman aralığı kesin olarak sağlanamasa da mümkün olan en uygun zaman aralığına ait veri dizileri analizde kullanılmıştır.

Küresel ısınmayı ekonometrik analize dahil etmek için en uygun yol olan küresel sıcaklık değerlerini içeren veri dizisi ele alınmıştır. Her ne kadar bu amaçla karbon salınımı verilerinin de kullanılabileceği akla gelse de atmosfere salınan tüm karbonun küresel ısınmaya katkı vermediği bilinmektedir. Hem de karbon salınımı verilerinin küresel ısınma üzerindeki etkisi daha dolaylı olduğundan nedensellik sınavasının tutarlılığı bakımından doğrudan sıcaklık verilerinin kullanılması daha uygun görülmüştür. Bu amaçla Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'nin santigrat derece ($^{\circ}\text{C}$) cinsinden üretmiş olduğu küresel ısınma veri dizisi kullanılmıştır. Bu veri kara ve okyanus değerlerini içeren yıllık ortalama anomali değerleridir ve 1990-2020 arası dönemin anomali verileri esas alınmıştır. Bu değerler “annual mean” ve “lowess smoothing” olarak iki tür olarak üretilmiştir. Çalışmada her iki tür veri dizisi de denemiş fakat daha tutarlı sonuçlar ürettiği için “annual mean” yani yıllık ortalama değer seçilerek “lowess smoothing” türünde üretilen veri dizisi terk edilmiştir.

Küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde yarattığı baskıyı inceleyebilmek için ilk bakışta su varlığı üzerinden bir değerlendirme yapılması mantıklı görünmektedir. Fakat çalışmanın asıl amacı söz konusu etkinin ekonomik açıdan değerlendirilmesidir. Bu nedenle hidrolojik veri dizilerinin türü seçilirken salt su varlığı üzerinden gitmek makroekonomik parametrelerle ilişki kurmayı neredeyse imkansız duruma getireceğinden su varlığı seçeneğinden vazgeçilmiştir. Seçilecek hidrolojik veri dizisi türünün doğrudan makroekonometrik şekilde analize tabi tutulabilmesi için aynı zamanda ekonomiye dahil olan bir girdi biçiminde olması da gereklidir. Bu nedenle tüm ekonomik sektörler için bir girdi olan suyu kullanım miktarına göre ele almak akıllıca olacaktı. Fakat su kaynakları üzerinde yaratılan baskıyı ölçmek için kullanılan su miktarı değil kaynaktan çekilen su miktarı şeklinde ele almak çalışmanın ruhuna daha yakın bir seçimdi. Kaynakta bulunmayan fakat kullanıma girmese de sistemde hapsolan suyu da hesaba katabilmek adına su

çekimi hidrolojik veri türü olarak kabul edilmiştir. Buna ek olarak veri güvenilirliği bakımından AÇA'nın bazı çekinceleri de göz önüne alınmıştır. AÇA su kullanımını, su çekimi - geri dönüşler = su kullanımı şeklinde formülize etmiştir ve bu denklemde yer alan geri dönüşler(returns) kısmında yer alan verilerin hata paylarının yüksek olduğu uyarısında bulunmuştur.³⁰⁷ Bu durum su kullanımı verilerinde hata payını arttıracak olduğu için veri dizi türü seçimi su çekiminden yana kullanılmıştır. Zaten söz konusu baskının miktar açısından ele alınmış olduğunu da anımsamakta yarar vardır. Çünkü kalite üzerinden yapılmaya çalışılacak bir değerlendirme hem veri elde etmek bakımından hem de ekonometrik analize dahil edebilmek bakımından oldukça sıkıntılı olacaktır. Su kaynakları üzerindeki kalite baskısı doğası gereği çok yüksek oranda hesaplanamayan negatif dışsallık içerdiği için bu konunun ekonomik açıdan niteliksel bir çalışma konusu olarak başka araştırmacılara bırakılması belki de daha doğru olacaktır.

Çalışmada yer alan tüm hidrolojik veriler Avrupa Çevre Ajansı'ndan temin edilen verilerdir. Devlet Su İşleri (DSİ) veri paylaşımı konusunda resmi talebe rağmen ayrıntılı veri sağlama konusunda işbirliğine girmemiştir. Değerlendirmeye alınması için temin edilen verilerin içine yüzey ve yeraltı suları girer. Yüzey suları içinde göller, barajlar gibi yapay su depolama alanları ve tüm akarsular vardır. Yeraltı su kaynakları da genel toplama ayrıca dahil edilmiştir. Verisi ile çalışılan su kaynaklarının içine deniz suyu kesinlikle katılmamıştır. Veriler hm^3 cinsinden tutulduğu için olduğu gibi analize dahil edilmiştir ve birim büyüklüğünde oynama yapılmamıştır. Su çekimi verileri ekonomi sektörlerine göre ayrılırken Almanya için tarım, sanayi ve kentsel kullanım olarak üç sektör halinde inceleme yapılmıştır. Tarım sektörü verilerinin içine tarım, hayvancılık, balıkçılık ve ormancılık girer. Sanayi sektörü içine madencilik, taş ocakçılığı, imalat sanayi, inşaat ve elektrik, gaz, buhar, havalandırma temini girer. Kentsel kullanıma ise su toplama, arıtma, tedarik gibi belediye hizmetleri, hane halkı kullanımı ve hizmetler dahildir. Türkiye için tarım ve tarım dışı olarak iki parçalı sektör bölümlendirmesi yapılmışken salt sanayiye ait su tahsisi için ayrıca bir bölümlendirme yapılmamıştır. Tarım dışı sektörler içinde kentsel kullanım ve organize sanayi bölgeleri gibi belediyenin su sağladığı bölgelerin yer aldığı anlaşılmaktadır. Zaten TÜİK verilerine göre Türkiye'deki sanayi

³⁰⁷ https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-freshwater-resources-in-europe-1?utm_source=EEASubscriptions&utm_medium=RSSFeeds&utm_campaign=Generic
01/07/2022 (Çevrimiçi).

sektöründe deniz suyu kullanım oranı oldukça yüksektir. Bu nedenle sanayideki tatlı su kullanımını analize dahil etmek adına eldeki verileri olduğu gibi kullanmak daha güvenli sonuçlar üretecektir.

Hidrolojik veriler ulusal ölçekte olmanın yanı sıra örnek havza ölçeğinde kullanılmıştır. Küresel ısınmanın nedenselliğini daha isabetli sınavabilmek için havza ölçeğinde eklenecek olan analiz için kullanılan veriler de yukarıdaki özellikleri barındırır. Ben ek olarak seçilen havzanın ulusal ölçekte kalmasına dikkat edilmiştir. Diğer bir deyişle örnek havzalar sınır aşan sular içermez. Bu nedenle havza ölçeğindeki verilerin tümü ulusal toplama dahildir. Havza ölçeğindeki veriler Almanya'nın Weser ırmağı havzasıyla Türkiye'nin Tuz Gölü havzasına aittir. Çalışmada kullanılmak üzere AÇA'dan 1990-2020 dönemine ait hidrolojik veriler talep edilmiştir. AÇA'nın sağladığı ve çalışmada kullanılan veri dizilerinin ulusal ölçekte olanları 1990-2017 döneminini kapsar. Weser havzası verileri 1990-2015 yıllarını kapsarken Tuz Gölü havzası verileri 2000-2019 dönemine aittir.

AÇA su çekimi verilerin üretilmesi konusunda farklı kaynaklardan ve yöntemlerden yararlanmıştır. Su çekiminin her bir parametresi için, öncelikle Waterbase, Water Quantity veri tabanından alınan veriler kullanılmıştır. Veri setlerindeki boşlukları doldurmak içinse Eurostat, OECD ve Aquastat veri tabanlarının kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca, ulusal açık kaynaklardan en güncel verileri almak için tüm Avrupa ülkelerinin istatistik ofisi web sitelerinin her birinden bilgi sağlanmıştır. Buna rağmen, bazı istatistiksel veya jeo-uzamsal yöntemler uygulanarak bazı boşlukların doldurulması gerektiğini belirtmiştir. Sulama amaçlı su çekimine ilişkin veriler üzerinde önemli miktarda boşluk doldurma işlemi yapılmıştır. Bu işlemde ilk olarak, sulanan alanlara ilişkin verilerdeki boşlukları doldurmak için kullanılan tarım alanları ile sulanan alanlar arasındaki bir ortalama faktör kullanılmış, ardından sulama amaçlı su kullanımıyla ilgili verilerdeki boşlukları doldurmak için ülke başına sulanan alanlardaki çok yıllık ortalama su yoğunluğu faktörü (m^3/ha) kullanılmıştır. AÇA, imalat ve inşaat için su kullanımıyla ilgili verilerdeki boşlukların, sanayideki üretime ilişkin Eurostat verileri ve E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) veri tabanlarını kullanarak doldurduğunu ve üretim seviyesini su hacmine dönüştürmek için Mevcut en iyi teknikler referans (The Best

Available Techniques Reference / BREF) belgesindeki yöntemlerin kullanıldığını belirtmiştir.³⁰⁸

Tuz Gölü havzasına ait paylaşmış olduğu veri dizilerine AÇA bir bilgi notunu eklemiştir. Çalışmayı etik yönden koruyabilmek amacıyla bu not olduğu gibi alıntılanacaktır: *“Avrupa Çevre Ajansı ülkelerden görüş almadan herhangi bir veriyi yayınlamamaktadır. Paylaşılan veriler hakkında henüz Türkiye'nin görüş ve önerileri alınmamıştır. Bu nedenle söz konusu veriler ancak bir ön inceleme amaçlı ve ancak bilimsel çalışmalarda kullanılabilir, herhangi bir yerde Avrupa Çevre Ajansı referans gösterilerek verilerin bir kısmı veya tamamı yayınlanamaz. Verilerin önemli bir kısmı modellemeye dayalıdır. Veriler gerçek gözlem verileriyle deneştirilmemiştir. Bu nedenle verilerin doğruluk ve kesinlik düzeyi tartışmalıdır ve birçok durumda gerçeği yansıtmaktan uzak olabilir.”* Bu not uyarınca veriler çalışma içinde paylaşılmayacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi DSI'nin veri paylaşımında bulunmaması nedeniyle AÇA'nın Tuz Gölü havzası verileri üzerinden bir nedensellik sınamasına ve gelecek tahminlemesine gidilecektir. Fakat Türk makamlarının Konya Kapalı havzasına ait yapmış olduğu tahminlemeler de çalışmanın ilgili bölümüne ayrıca eklenecektir.

Çalışmada hem Almanya hem de Türkiye için kullanılmış olan makroekonomik veriler Dünya Bankası veri tabanından derlenmiştir. Kullanılan verilerin en son yenilenme tarihi 15 Eylül 2021 olarak gösterilmiştir. Ekonometrik analiz için iki tür makroekonomik veri dizisi kullanılmıştır. Bunlardan biri 2010 yılı sabit fiyatlarına (GDP - 2010 constant US\$) göre ayarlanmış ve para birimi olarak Amerikan doları cinsinden olan GSYİH'lardır. GSYİH verileri boşluk doldurmalı toplam (gap-filled total) yöntemine göre oluşturulmuştur. Kullanılan ikinci tür makro ekonomik veri dizileri diğeri ise toplam işsizlik oranlarıdır. Toplam işsizlik oranları toplam iş gücünün yüzdesi (% of total labor force) cinsinden kabul edilmiştir. Dünya Bankası, işsizlik verilerinin Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tahminlerine göre modellendiği ve veri üretme yöntemi olarak ağırlıklı ortalama yönteminin (weighted average) seçilmiş olduğu belirtilmiştir. Kullanılan makroekonomik veri dizileri Almanya için 1991-2020 dönemini kapsarken Türkiye için 1990-2020 dönemini kapsamaktadır.

³⁰⁸ https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-freshwater-resources-in-europe-1?utm_source=EEASubscriptions&utm_medium=RSSFeeds&utm_campaign=Generic
01/07/2022 (Çevrimiçi).

3.1.2. Literatür Taraması

Yapılan literatür (yazın) taramasında birçok ekonometrik çalışmaya rastlanmıştır. Bunlar içerisinde iki ayaklı nedensellik sınamalarını içerenler yanında çalışmamızda olduğu gibi üç ayaklı nedensellik sınaması içerenler de mevcuttur. Buna göre yapılan çalışmalar içerisinde bizim çalışmamıza konu olarak en yakın çalışmaların genellikle karbon emisyonu enerji kullanımı ve büyüme eksenli oldukları görülür. Bunlardan bazıları yalnızca karbon emisyonu büyüme ilişkisi gibi ikili analizleri içerirken bazıları da karbon emisyonu enerji kullanımı ve büyüme olacak biçimde üçlü analizleri içermektedir. Tarama sırasında çalışma başlıklarında karbon emisyonu, sıcaklık değişimi ve küresel ısınma gibi çok yakın kavramlar enerji, büyüme gibi farklı alanlarla nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Bu nedenle taramada karbon emisyonu, sıcaklık değişimi ve küresel ısınma kavramlarını içeren başlıklara yer verilmiştir.

1971-2002 dönemi için OPEC ülkeleri arasından seçilmiş bir grup için karbon emisyonları, gelir, enerji ve toplam istihdam arasındaki ilişki otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) modeli kullanılarak sınanmıştır. Çalışma yer alan ülkelere yalnızca Suudi Arabistan'daki değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu bulunmuştur. Endonezya, Cezayir, Nijerya ve Venezuela'da gelir ve enerji arasında eşbütünleşme bulunamamıştır. Ek olarak, karbon emisyonları, enerji kullanımı ve gelir arasındaki uzun vadeli Granger nedenselliği sorgulanmıştır. Sonuçlar hiçbir ülkenin emisyon seviyelerini azaltmak için ekonomik büyümeden ödün vermesi gerektiğini göstermiştir.³⁰⁹

Japonya'nın 1960-2009 dönemi için zaman serisi verileri kullanılarak karbondioksit salınımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, dış ticaret ve kentleşme arasındaki ilişki nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Enerji tüketimi ve ticaret açısından karbondioksit emisyonlarına, ticari açıklıktan enerji tüketimine, karbondioksit emisyonlarından ekonomik büyümeye ve ekonomik büyümeden ticari açığa doğru kısa vadeli tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Örnek ülkede zamanla

³⁰⁹ Ramazan Sarı ve Uğur Soytaş, "Are global warming and economic growth compatible? Evidence from five OPEC countries?", **Applied Energy**, Volume 86, Issue 10, 2009, Elsevier, Amsterdam, (ss.1887-1893).

daha yüksek enerji tüketiminin daha fazla karbondioksit salınımına yol açtığı bulunmuştur.³¹⁰

F. Halicioğlu tarafından yapılan bir çalışmada 1960-2005 yılları için Türkiye’de karbon emisyonları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki nedensellik ilişkileri sınır testi ve eşbütünleşme analizi yoluyla incelenmiştir. Sınır testi değişkenler arasında iki tür uzun dönemli ilişki belirlemiştir. Bunlardan ilki karbon salınımının enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret; ikincisi ise gelirin karbon salınımı, enerji tüketimi ve dış ticaret tarafından belirlendiğidir. Değişkenler için bir Granger nedensellik analizi de yapılmıştır. Buradan çıkan sonuçlar Türkiye'deki karbon emisyonlarını açıklamada en önemli değişkenin gelir olduğunu göstermektedir.³¹¹

Enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisinin sınandığı bir diğer çalışma da G-7 ülkeleri ve gelişmekte olan pazarlar için yapılmıştır. Bu çalışmaya göre, Arjantin’de çift yönlü nedensellik, İtalya ve Kore’de GSYİH’den enerji tüketimine ve Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya’da enerji tüketiminden GSYİH’ye doğru bir nedensellik tespit edilmiştir. Buradan enerji tasarrufunun son dört ülkede ekonomik büyümeye zarar verebileceği sonucu çıkarılmıştır.³¹²

Enerji ekonomisi alanında önemli çalışmaları olan Soytaş ve Sarı Türkiye’deki ekonomik büyüme, karbon salınımı ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizine tabi tutan bir çalışma yapmıştır. Çalışma gayri safi sabit sermaye oluşumu ve işgücünü ele alınarak yürütülmüştür. Karbon salınımının Granger’a göre enerji tüketimine neden olduğu görünürken ancak bunun tersinin doğru olmadığı şaşırtıcı bir sonuç olarak ortaya koyulmuştur. Buradan hareketle

³¹⁰ Sharif Hossain, “An Econometric Analysis for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan”, **Low Carbon Economy**, Volume 3, No. 3A, 2012, SciRP, b.y., (ss.92-105).

³¹¹ Ferda Halicioğlu, “An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey”, **Energy Policy**, Volume 37, Issue 3, 2009, Elsevier, Amsterdam, (ss.1156-1164).

³¹² Uğur Soytaş ve Ramazan Sarı, “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets”, **Energy Economics**, Volume 25, Issue 1, 2003, Elsevier, Amsterdam, (ss.33-37).

gelir ve karbon salınımı arasında nedensellik ilişkisi olmadığı için Türkiye'nin karbon salınımı azaltmak için büyümeden vazgeçmesi gerekmediğini göstermiştir.³¹³

Karbon salınımı ve enerji ilişkisi bağlamında bir çalışma da Bangladeş için eşbütünleşme ve nedensellik sınaması analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Yapılan çalışmada Johansen iki değişkenli eşbütünleşme modeli kullanılarak eşbütünleşme ilişkileri sınanmıştır. Ardından Granger kısa dönem, uzun dönem ve güçlü nedensellik bir vektör hata düzeltme modeli ile sınanmıştır. Buradan çıkan sonuçlar kısa ve uzun dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin var olduğunu gösterir. Kısa vadede enerji tüketiminden CO₂ salınımına doğru tek yönlü bir nedensellik, uzun vadede ise geri besleme nedenselliği mevcuttur. Granger, CO₂'nin hem kısa hem de uzun vadede ekonomik büyümeye neden olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlardan hareketle enerjinin (aynı zamanda elektriğin) Bangladeş'teki ekonomik büyüme için önemli bir faktör olarak kabul edilebileceği söylenmiştir.³¹⁴

Hindistan için 1990-2018 dönemi için yapılmış olan bir çalışmada ayrıştırılmış enerji tüketiminin, teknolojik yeniliklerin ve sermayenin ekonomik çıktı ve CO₂ salınımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. İnceleme birim kök sınaması, eşbütünleşme yaklaşımı ve VECM Granger nedensellik sınaması kullanılarak yapılmıştır. Analize göre yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik yeniliklerin CO₂ salınımı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak nedensellik sınaması, ayrıştırılmış enerji kullanımından ekonomik büyümeye ve karbon emisyonlarına uzanan tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Analizden elde edilen bulgular son tahlilde, örnek ülkede artan yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarının artmasına yol açmadığını ve bunun da sürdürülebilir ekonomik büyümeye olanak sağlayabileceğini söylenmiştir.³¹⁵

³¹³ Uğur Soytaş ve Ramazan Sarı, "Energy Consumption, Economic growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member", **Ecological Economics**, Volume 68, Issue 16, 2009, Elsevier, Amsterdam, (ss.1667-1675).

³¹⁴ Mohammad Jahangir Alam, v.d., "Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth Nexus in Bangladesh: Cointegration and Dynamic Causality Analysis", **Energy Policy**, Volume 45, 2012, Elsevier, Amsterdam, (ss.217-225).

³¹⁵ Kexiang Hu, v.d., "The Effect of Energy Resources on Economic Growth and Carbon Emissions: A Way Forward to Carbon Neutrality in an Emerging Economy", **Journal of Environmental Management**, Volume 298, 2021, Elsevier, Amsterdam, (ss.b.s.).

Emek ve brüt sabit sermaye oluşumu dahil olmak üzere gelir, enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki Granger nedensellik ilişkisinin sınındığı bir model yardımıyla ABD'de enerji tüketiminin ve çıktısının karbon salınımı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuca göre ABD'de uzun dönemde gelirin karbon salınımına doğru Granger nedenselliği yaratmadığını, ancak enerji kullanımına doğru yarattığı bulunmuştur.³¹⁶

İran için enerji tüketimi, karbon salınımı ve ekonomik büyüme üçgenindeki ilişkiye dair yapılmış olan bir çalışmada 1978-2015 yılları arasındaki süre esas alınmak koşuluyla TVP-VAR yöntemi kullanılarak ilişki analizi yapılmıştır. Çalışmada ayrıca oynaklıklara ve yapısal şoklara ilişkin değişkenler arasındaki dinamik ilişki de incelenmiştir. Sonuçlar, enerji tüketimi ile GSYİH arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu ve enerji tüketimi ile CO₂, ayrıca GSYİH ve CO₂ arasında tek yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Şoklara olan tepki bakımından incelendiğinde ise enerji tüketiminin ve CO₂ salınımının GSYİH değişikliklerine tepkisinin boyutunun diğer durumlardan daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır.³¹⁷

Malezya'da 1980-2009 dönemi için hem toplu hem de ayrıştırılmış enerji tüketimi verilerini kullanarak ekonomik büyüme, karbondioksit salınımı ve enerji tüketimi arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi sınıamıştır. Eşbütünleşme ilişkisi için ARDL yöntemi ve Johansen-Juselius maksimum olabilirlik yaklaşımı, nedensellik sınaması için VECM Granger nedensellik sınaması kullanılmıştır. Uzun dönemli Granger nedensellik sınaması, ekonomik büyüme ile CO₂ salınımı arasında kömür, gaz, elektrik ve petrol tüketimi ile çift yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Buna göre kömür, gaz, elektrik ve petrol gibi kaynaklardan elde edilen enerjinin tüketimini azaltmanın CO₂ salınımını kontrol etmede etkili olduğu ancak aynı zamanda ekonomik büyümeyi de engelleyeceği görülmüştür.³¹⁸

³¹⁶ Uğur Soytaş, v.d., "Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States" **Ecological Economics**, Volume 62, Issue 3–4, 2007, Elsevier, Amsterdam, (ss.482-489).

³¹⁷ Parisa Pakrooh ve Esmail Pishbahar "The Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, and CO₂ Emissions" **The Economics of Agriculture and Natural Resources**, 2020, Springer, Berlin, (ss.143-170).

³¹⁸ Behnaz Saboori ve Jamalludin Sulaiman, "Environmental Degradation, Economic Growth and Energy Consumption: Evidence of the Environmental Kuznets Curve in Malaysia", **Energy Policy**, Volume 60, 2013, Elsevier, Amsterdam, (ss.892-905).

A. Büyükyılmaz ve M. Mert tarafından 1960-2010 yılları arasında Türkiye’de kişi başı CO₂ salınımı, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başı GSYİH arasındaki ilişki MS-VAR modeli kullanılarak analiz edilen bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonunda adı geçen değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmüştür.³¹⁹

Türkiye için 1970-2014 dönemlerine ait yıllık zaman serileri kullanılarak yapılmış olan bir çalışmada yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişki yapısal VAR (SVAR) analizi ile sınanmıştır. Çalışma iki farklı VAR (SVAR) analizi içermektedir ve çıkan sonuçlar her iki modelde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu yönündedir. Buna ek olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminde meydana gelebilecek şokların etkisi araştırılmıştır. Bunlardan ilkinin karbondioksit salınımını ve kişi başına reel GSYİH’yi azalttığı, ikincisi karbondioksit salınımını ve kişi başına reel GSYİH’yi yükselttiği görülmüştür.³²⁰

Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin niceliksel verilere dayalı olarak sındığı bir diğer çalışmada da Deniz Aytaç tarafından yapılmıştır. Çalışmada örnek alan Türkiye olurken çalışma 1975-2006 yıllarını içine almaktadır. Analizde enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Burada Granger nedensellik ve çok değişkenli VAR modelleri kullanılarak, enerji tüketiminden işgücüne ve ekonomik büyümeden sermayeye doğru tek yönlü nedensellik saptanmıştır.³²¹

Panel VAR analiz yöntemi ile on iki Orta Doğu ve Kuzey Afrika (ODKA) ülkesinde yenilenebilir enerji tüketiminin, ekonomik büyümenin, doğrudan yabancı yatırımların ve ticaretin karbondioksit salınımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analizin dönem aralığı 1980-2012 yıllarıdır. Granger nedensellik sınaması sonuçlarına göre

³¹⁹ Ayça Büyükyılmaz ve Mehmet Mert, “CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS-VAR Yaklaşımı ile Modellenmesi: Türkiye Örneği”, **Zeitschrift für die Welt der Türken**, Volume 7, Issue 3, 2015, Ankara, (ss.103-117).

³²⁰ Murat Çetin ve Serhat Sezen, “Türkiye’de Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir SVAR (Yapısal VAR) Analizi”, **Journal of Management and Economics Research**, Volume 16, Issue 1, 2018, Bandırma, (ss.136-157).

³²¹ Deniz Aytaç, “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”, **T.C. Maliye Bakanlığı Maliye Dergisi**, Sayı 158, 2010, Ankara, (ss.482-495).

aday değişkenler arasında geribesleme hipotezi desteklenir ve çift yönlü ilişki vardır. Bulgular ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya yol açtığını, yenilenebilir enerji, uluslararası ticaret ve doğrudan yabancı yatırımların ise karbondioksit salınımını azalttığı yönündedir.³²²

Türkiye için 1960-2013 dönemini kapsayan bir çalışmada enerji tüketimi, karbondioksit salınımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Toda-Yamamoto nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Sonuçlar, 1960-2013 döneminde Türkiye’de enerji tüketimi ile karbondioksit salınımı arasında çift yönlü ve pozitif bir nedensellik ilişkisi olduğu yönündedir. Buna ek olarak büyümeden karbondioksit salınımına ve büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.³²³

Bildirici ve Gökmenoğlu G-7 ülkelerinde 1961-2013 yılları için iş çevrimlerinin farklı rejimlerinde çevre kirliliği, ekonomik büyüme ve hidroelektrik enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Burada yöntem olarak Markov Anahtarlama Vektör Otoregresif (MS-VAR) ve MS-Granger Nedensellik modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin seçilmesine neden olarak yazarlar tüm periyotları aynı düzeyde varsayarak incelenebileceğini bunun da farklı rejimleri konu alan çalışma için uygun olacağını göstermişlerdir. Çalışmanın sonunda, kriz rejiminde ve yüksek büyüme rejiminde karbondioksit salınımı ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü Granger nedenselliğinin olduğu, karbondioksit salınımının ise genel olarak tüm rejimlerde ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğu bulunmuştur. Bazı G-7 ülkeleri için çift yönlü bir nedensellik varken, hidroelektrik enerji tüketiminin genel olarak ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğuna dair kanıt bulduk. Buna ek olarak, bazı G-7 ülkeleri için birinci, ikinci ve üçüncü rejimlerde karbondioksit salınımının hidroelektrik enerji tüketiminin Granger nedeni olduğunu ve hidroelektrik enerji tüketiminin de karbondioksit salınımının Granger nedeni olduğunu belirlenmiştir.³²⁴

³²² Montassar Kahia v.d., “Analysis of the Impact of Renewable Energy Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions in 12 MENA Countries” Clean Technologies and Environmental Policy, Volume 21, 2019, Springer, Berlin, (ss. 871–885).

³²³ Çiğdem Karış, “Türkiye’de Enerji Tüketimi, CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1960-2013 Dönemi”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı 34, 2017, Kocaeli, (ss.169 – 197).

³²⁴ M.E. Bildirici ve S.M. Gökmenoğlu, “Environmental Pollution, Hydropower Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from G7 Countries” **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 75, 2017, Elsevier, Amsterdam, (ss.68-85).

Türkiye için kirlilik cenneti hipotezinin incelendiği Terzi ve Pata tarafından yapılan bir çalışmada 1974-2011 yıllarına ait verilerle doğrudan yabancı yatırımlar ve CO₂ salınımı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için Toda-Yamamoto ile artırılmış Granger nedensellik yöntemi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, CO₂ salınımindan doğrudan yabancı yatırımlara doğru hareket eden pozitif nedensellik ile kısa dönemli tek değişkenli bir nedensel ilişki tespit edilmiştir.³²⁵

2013 yılında Attanasio v.d. tarafından Granger nedensellik tekniği kullanılarak son küresel ısınmanın nedenleri araştırılmıştır. İklimsel ilişkilendirmenin yapıldığı doğrusal olmayan Granger nedensellik analizinin doğrultusunda CO₂ radyasyon zorlamasının son küresel ısınmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun aynı ilişkiyi inceleyen diğer sonuçlarla da tutarlı olduğuna da değinilmiştir.³²⁶

Avrupa Birliği ve Türkiye'nin ekonomik büyümesi ve elektrik tüketimi Aydın ve Bozdağ tarafından nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Nedensellik sınamasında Granger nedenselliği aranmıştır. AB için 1960-2014 dönemi Türkiye için ise 1977-2014 dönemi verileri ele alınmıştır. Bulunan sonuçlar her iki örnek için de elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğudur.³²⁷

Türkiye'deki elektrik tüketiminin büyüme ile olan ilişkisinin nedensellik sınamasına alındığı bir başka çalışma da 1975-2016 dönemi için yapılmıştır. Bu çalışmada Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik sınamaları uygulanmıştır. Buna göre Toda-Yamamoto nedensellik sınamasında elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik vardır. Granger nedensellik sınamasına göre ise yalnızca büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik yakalanmıştır.³²⁸

³²⁵ H. Terzi, U.K. Pata, "Is the Pollution Haven Hypothesis (PHH) Valid for Turkey?", **Panaeconomicus**, Volume 67, No 1, 2020, Novi Sad, (ss.93-109).

³²⁶ Alessandro Attanasio v.d., "Granger Causality Analyses for Climatic Attribution", **Atmospheric and Climate Sciences**, Volume 3, No 4, 2013, SciRP, b.y., (ss.515-522).

³²⁷ Bayram Aydın ve Emre Güneşer Bozdağ, "Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki, Avrupa Birliği ve Türkiye Örneği", **International Journal of Academic Value Studies**, Volume 4, Issue 18, 2018, Raipur, (ss.70-80).

³²⁸ Uğur Uğun ve Hamdi Furkan Günay, "1975-2016 Dönemi İçin Türkiye'deki Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi", **Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 1, Sayı 2, 2018, Mersin, (ss.78-87).

Yapılan taramada su potansiyeli ya da su çekimi ve ekonomik değişkenler arasında niceliksel anlamda yapılmış olan doğrudan bir ilişki sınamasına rastlanamamıştır. Buna rağmen niteliksel anlamda su ve ekonomi ya da su ve küresel ısınma eksenli sayısız çalışma mevcuttur. Su konusunda sayısal verilere dayanılarak nedensellik ilişkisinin sınındığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalarda su ve diğer hidrolojik değişkenler arasında yapılmıştır.

Suya erişimin su yönetimiyle sayısal nedensellik sınamasına tabi tutan Harleen Kaur vd. tarafından yapılan çalışma bir örnek olarak gösterilebilir. VAR/VECM/LSTM kullanarak yağış ve su yönetimi eylemlerinin etkisiyle su kaynaklarında suya erişim öngörüsü yapılmıştır. Çalışmada bazı su kütleleri üzerinde VAR modelinin güvenilir sonuçlar verdiği fakat kaynak suları gibi su kütleleri için VAR/VECM'nin karışık sonuçlarını vermiş olduğu belirtilmiştir.³²⁹

H. Esra Akyüz'ün çalışmasında iklim değişkenleri VAR modeli kullanılarak analizine tabi tutulmuştur ve vektör otoregresyon modelinin iklimsel değişkenleri modellemede başarılı olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda ortalama sıcaklık, ortalama toprak üstü minimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış ortalaması serilerinin durağan olduğuna karar verilmiştir.³³⁰

Juan Zhao v.d. 1959-2012 yılları arasında Tuwei Nehri'nin yağış, akış ve kontrol önlemleri arasındaki ilişkiyi VAR model kullanarak incelemiştir. Sınama akış ve altı faktör (yağış, teraslar, ağaçlandırma, otlatma, kontrol barajlarının inşaatı ve otlatma çitleri) arasında yapılmıştır. Sonuç olarak, yüzey akışının tepkisinin genellikle yağışın ve toprak ve su koruma önlemlerinin uygulanmasının gerisinde kaldığını göstermiştir. Yıllık akışı etkileyen faktörler otlatma çitleri yamaç < otlama < baraj inşaat alanı < ağaçlandırma < yağış < teraslar sırasına göre değişiklik göstermiştir.³³¹

³²⁹ Harleen Kaur v.d., "Predicting Water Availability in Water Bodies under the Influence of Precipitation and Water Management Actions Using VAR/VECM/LSTM", **Climate**, Volume 9 , Issue 9, 2021, MDPI, Basel, (ss.144-161).

³³⁰ H. Esra Akyüz, "Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli ile İklimsel Değişkenlerin İstatistiksel Analizi", **Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi**, Cilt 10, Sayı 2, 2018, Kırıkkale, (ss.183-192).

³³¹ Juan Zhao v.d., "Dynamic Response of Runoff to Soil and Water Conservation Measures and Precipitation Based on VAR Model" **Hydrology Research**, Cilt 50, Sayı 4, 2019, IWA Publishing, London, (ss.837-848).

Küresel su endekslerinin karşılıklı olarak VAR modeli kullanılarak incelendiği bir çalışma da Rajibur Reza v.d. tarafından yapılmıştır. 2004-2014 yılları için World Water Index, S-Network Global Water index (S-Net), S&P Global Water Index (S&P) ve MSCI ACWI Water Utilities Index (MSCI ACWI) endeksleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada ilgili endeksler %1 anlamlılık düzeyinde Granger nedenselliğine göre önemli ölçüde anlamlı çıkmıştır. Buna göre incelenen küresel su endeksleri birbirleriyle bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.³³²

Hindistan'daki Krishna Nehri için ARIMA ve VAR modelleri kullanılarak su kalitesi tahminini içeren bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda VAR modelinin ARIMA modelinden daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir. Buna göre ARIMA'nın RSME'si 0,5'ten az olduğu VAR'inkinin ise 0,95'e ulaştığı buna ek olarak VAR'ın sonraki altı ardışık değeri tahmin etmek için doğru bir model olduğu belirtilmiştir.³³³

VAR ve ARIMA modellerinin kullanıldığı bir diğer çalışma da Akosombo Barajı su seviyesine ilgili modeller aracılığıyla hem sıcaklık hem de bağıl nemin su seviyesi üzerindeki uzun vadeli ve kısa vadeli etkileri incelenmiştir. Çalışmadan çıkan sonuca göre VAR modeli su seviyesi, sıcaklık ve bağıl nem tahmininde SARIMA modelinden daha iyi performans gösterdiği anlaşılmıştır. İlgili barajın su seviyesi ile bağıl nem eşbütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşılık olarak sıcaklık ve bağıl nem arasında bir karşılıklı etkileşim ilişkisi ise gözlemlenmiştir.³³⁴

M.O. Bello v.d. tarafından Malezya örneğinde 1971-2016 yılları için hidroelektrik tüketiminin çevre üzerindeki yalıtılmış etkilerini niceliksel verilere dayalı olarak inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada değişken olarak bir yandan kentleşme ve GSYİH kullanılırken diğer yandan ekolojik ayak izi, karbon ayak izi, su ayak izi ve CO₂ salınımı çevresel bozulma ölçümleri kullanılmıştır. Analizde kırılımlı

³³² Rajibur Reza v.d., "An Investigation into the Interdependence of Global Water Indices: a VAR Analysis",

Applied Economics, Volume 49, Issue 8, 2017, Taylor & Francis, London, (ss.769-796).

³³³ G.T.N Veerendra, v.d., "Predictive Water Quality Modeling Using ARIMA and VAR for Locations of Krishna River, Andhra Pradesh, Predictive Water Quality Modeling Using ARIMA and VAR for Locations of Krishna River, Andhra Pradesh, India" **International Conference on Computing, Communication, Electrical and Biomedical Systems**, 2022, Springer, Berlin, (ss.301-315).

³³⁴ K.I. Appiah, **Statistical Analysis Of Water Level, Temperature And Humidity Using Cointegrated Vector Autoregression (VAR) Models**, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Universty of Ghana School of Physical and Mathematical Sciences), Accra, 2017, s.1.

birim kök sınaması ve uzun dönemli durağanlık sınaması için eşbütünleşme sınır testi yapılmıştır. Uzun dönemli nedensellik analizi Granger VCEM modeli kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonunda çevresel bozulma ile reel GSYİH arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu bulunmuştur. Hidroelektrik kullanımı, çevresel bozulmayı önemli ölçüde azalttığı, kentleşmenin de hava kirliliği üzerindeki etkisinin dışında çevreye zararlı olmadığı söylenmiştir. VECM Granger nedensellik sonuçları, hidroelektrik ve fosil yakıt tüketiminden tüm çevresel bozulma ölçümlerine ve kişi başına düşen reel GSYİH'ya kadar uzanan tek yönlü bir nedensellik kanıtı bulunmuştur. Duyarlılık analizi fosil yakıtlar da eklenerek yapılmıştır. Fosil yakıtların kullanımının su ayak izini ciddi biçimde arttırdığı söylenmiş fakat hidroelektriğin çevre üzerindeki etkisini etkilemediği bildirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına dair son olarak reel GSYİH ile tüm çevresel bozulma endeksleri arasında geri besleme hipotezi olduğuna dair kanıtlar olduğuna karar verilmiştir.³³⁵

H.N. Alamdarlo tarafından İran'daki su tüketimi, tarımsal katma değer ve karbondioksit salınımı, çevresel Kuznets eğrisi hipotezi çerçevesinde mekansal ekonometri ve panel veri analizi yoluyla 2001-2013 yılları için değerlendirilmiştir. kişi başına düşen gelir ile su tüketimi ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişki ters U şeklinde yani Kuznets hipotezini destekler biçimde çıkmıştır. Öte yandan mekansal öngöründe, tarım sektöründeki hem su tüketiminin hem de karbondioksit salınımının komşu alanlarda bu iki değişkenin değeri ile doğrudan bir ilişki içinde olduğu görülmüştür.³³⁶

F.J. Wodopia tarafından yapılmış olan bir çalışmada sıcaklık değişkenlerinin ekonometrik bir analizi yapılmıştır. Analizde ARIMA ve VAR modelleri yer almaktadır. Sıcaklık anomalilerindeki otoregresif süreç analiz edilirken dikkate alınan stokastik eğilim değişkenlerinde uzun vadeli bir nedensel ilişkisinin olup olmadığı sınanır. Değişkenler 1880-2005 yılları arasındaki karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diğer sera gazlarının iklim zorlamasının yanı sıra kükürt dioksitin (SO₂) soğutma etkisidir. Analizden çıkan sonuçlar şunlardır: Anomalilerdeki otoregresif süreç %42

³³⁵ Mufutau Opeyemi Bello v.d., "The Impact of Electricity Consumption on CO₂ Emission, Carbon Footprint, Water Footprint and Ecological Footprint: The Role of Hydropower in an Emerging Economy" **Journal of Environmental Management**, Volume 219, 2018, Elsevier, Amsterdam, (ss.218-230).

³³⁶ H. Najafi Alamdarlo, "Water Consumption, Agriculture Value Added and Carbon Dioxide Emission in Iran, Environmental Kuznets Curve Hypothesis", **International Journal of Environmental Science and Technology**, Volume 13, 2016, Springer, Berlin, (ss.2079-2090).

ile sıcaklık artışı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Otoregresif süreçteki değişkenlerin payları, CO₂'nin %65'lik ısıtma etkisi vardır. SO₂ salınımının soğutma etkisi CO₂'nin etkisinin %45'ini nötralize eder. CO₂ dışındaki sera gazları, sıcaklık artışına %55 katkıda bulunur ve dolayısıyla CO₂ ve SO₂'nin net etkisi olan %36'dan daha fazladır.³³⁷

Qiang Wang v.d. tarafından yapılmış olan bir çalışma Çin'deki kentleşmenin ve çevre düzenlemesinin su tüketimini ekonomik büyümeden ayırıp ayırmadığı incelenmiştir. Analiz için Tapio ayrışma modeli kullanılmıştır. Bulgular Çin'in su tüketimi ile ekonomik büyümesi arasında yalnızca iki tür ayrışma biçimi ortaya koymuştur. Bunlardan biri %80'lik zayıf ayrışma diğeri %20'lik güçlü ayrışmadır. Zayıf biçimdeki ayrışma 2013 yılından sonra güçlü ayrışmaya biçimine geçmiştir. Ayrıca su bakımından fakir bölgenin ayrışma derecesinin su bakımından zengin bölgenin ayrışma derecesinden daha zayıf olduğu görülmüştür.³³⁸

Zang Yue v.d. Çin'in sanayi su tüketimi ve ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi'ne dayalı olarak inceledikleri çalışmada bir indirgeme modeli kurmuşlardır. 2002–2014 yılları arasındaki sekiz ekonomik bölgenin kişi başına düşen sanayi su tüketimi ve GSYİH değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada öncelikle verilerin durağanlığını analiz etmek için birim kök ve eşbütünleşme testleri yapılmıştır. Ardından değişkenlerin uygun durumu getirilebilmesi için üçlü indirgeme modeli kullanılmıştır. Çalışmadan çıkan sonuç Çin'de artan sanayi su tüketimi, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin özellikleriyle uyumludur. Çin'in kişi başına düşen sanayi su tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişki, ters bir U şekli sergilemektedir.³³⁹

Qingsong Wu v.d. tarafından Ayrıştırma-Ayrışma İki Aşamalı Yönteme dayalı su tüketimi ve ekonomik büyüme analizi yapılmıştır. Çalışma Çin'deki Uygur Özerk Bölgesi örnek alanı olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ekonomik gelir, su

³³⁷ Franz-Josef Wodopia, "Ökonometrische Analyse der Temperaturvariabilität", **Zeitschrift für Energiewirtschaft**, Volume 36, 2012, Springer, Berlin, (ss.299–319).

³³⁸ Quinag Wang v.d., "Do Environmental Regulation and Urbanization Help Decouple Economic Growth from Water Consumption at National and Subnational Scales in China?" **Environmental Science and Pollution Research**, Volume 29, 2022, Springer, Berlin, (ss.19473–19495)

³³⁹ Zang Yue v.d., "Relationship Between Industrial Water Consumption and Economic Growth in China Based on Environmental Kuznets Curve", **Energy Procedia**, Volume 105, 2017, Elsevier, Amsterdam, (ss.3557-3564).

kullanım yoğunluğu, sanayi yapısı ve nüfus ölçeği faktörlerinin su kullanımına ortalama katkı oranlarının sırasıyla %103,2, -78,5, %-25.8 ve %9,4 olduğudur.³⁴⁰

Yapılan yazın taramasında küresel ısınma/karbon salınımı ve ekonomik büyüme, elektrik/enerji tüketimi/yenilenebilir enerji tüketimi/hidroelektrik tüketimi gibi çeşitli konular VAR modeli ve türevleri kullanılarak ekonometrik analize tabi tutulmuştur. Bu çalışmalarda ikili ilişkiler nedensellik sınamasına tabi tutulduğu gibi sayılan değişkenler arasından seçilen üç değişken de bir çalışma içinde nedensellik sınamasına tabi tutulmuştur. Bunun yanında küresel ısınma/karbon salınımı ve su kullanımı/tarımsal su kullanımı/ekolojik bozulma/sıcaklık değişkenleri/su seviyesi/su kalitesi/su endekslerini gibi hidrolojik ve diğer değişkenler ekonometrik analize tabi tutulmuştur. Taramada incelenen çalışmalar genellikle VAR ve türevleri ekonometrik modelleri içermektedir. VAR modele ek olarak ARIMA modelin de ele alındığı çalışmaların olduğu ve ikisinin karşılaştırıldığı çalışmalara da rastlanmıştır. Çalışmamızın konusuna yakınlığı nedeniyle doğrudan su tüketimi/çekimi/baskısı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen VAR dışındaki ekonometrik modeller de taramaya dahil edilmiştir.

Taramada ülkeler ölçeğinde çalışmalara rastlandığı gibi bölgesel ölçekte çalışmalara da rastlanmıştır. Öyle ki bazı çalışmalar bir havza hatta bir baraj örneğine kadar indirgenmiştir. Sonuçlar ise benzer ölçeklerde benzer değişkenler arasında bile değişiklik göstermektedir. Taranan çalışmaların geneli ele alınarak belirtilecek olursa sonuçlar arasında bir tek düzelik gözlemlenmemiştir. Yazın taramasında gözlenen genel kanı iklim değişkenleri ile VAR modelin daha uyumlu çalışacağı düşüncesi olduğu yönündedir. Kaldı ki ARIMA modelle VAR model arasında yapılan karşılaştırmalarda VAR modelin iklim değişkenleri ile daha tutarlı sonuç verdiği yönündedir. Bu nedenle tarama VAR ve türevlerini içeren ekonometrik analizlerin olduğu çalışmalara ağırlık verilerek ilerletilmiştir. Tüm bunlara rağmen taramada bizim çalışmamızda yer alacak olan küresel ısınma/su baskısı/ekonomi arasında yapılmaya çalışılan üç ayaklı bir ekonometrik analize rastlanmamıştır.

³⁴⁰ Qingsong Wu v.d., "Evolution Analysis of Water Consumption and Economic Growth Based on Decomposition-Decoupling Two-stage Method: A Case Study of Xinjiang Uygur Autonomous Region, China", **Sustainable Cities and Society**, Volume 75, Issue 6, 2021, Elsevier, Amsterdam, (ss.b.s.).

Çalışmada VAR model aracılığıyla nedensellik sınamaları yapıldıktan sonra Nedensellik sınamasına tabi tutulan değişkenlerin gelecek öngörüsü yapılmaya çalışılmıştır. Bu örnek ülkelerin GSYİH, işsizlik verileri ve su çekim hacimleri için gelecek öngörüsü yapılmıştır. Bunun yanı sıra örnek havzaların su çekimleri ve küresel sıcaklıktaki değişimler de öngörü çalışmasına katılmıştır. Bu öngörü için Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) model kullanılmıştır. Model doğrusal olmayan zaman serilerini tahminlemekte kullanılır. Model genellikle döviz kurları ve satın ama gücü paritesi gibi alanlarda tahminleme yapmak için özellikle tercih edilmesine karşın modelin döviz kuru tahminlemesinde kullanılması konusuna eleştirel yaklaşımlar da vardır. Yazın taraması yapılırken ESTAR modelin kullanılmış olduğu çalışmalar taramaya eklenmiştir. ESTAR model STAR Yumuşak Geçişli Otoregresif modelin bir türevidir. Bu yüzden tarama her ne kadar ESTAR model ağırlıklı olarak yapılmış olsa da STAR ve LSTAR modelleri de kısmen kapsamıştır. Taramada bazı çalışmalar STAR modelin iki türevi olan ESTAR ve LSTAR modellerin gerek birini gerek ikisini birden STAR modele ek olarak kullanmış olduğu görülmüştür. ESTAR ve LSTAR modellerinin STAR model olmaksızın kullanılmış olduğu çalışmaların da ayrıca mevcut olduğu tespit edilmiştir.

ESTAR model dendiğinde M. Taylor v.d. tarafından yapılan çalışma³⁴¹ oldukça ilgi çekmiştir. ESTAR model kullanarak tahminleme yapılan çalışmada yaklaşık on iki yıllık bir örnek dışı değerlendirme dönemi boyunca dört ikili reel döviz kuru serisi incelenmiştir. Çalışmada değerlendirmede nokta veya yoğunluk tahminlerinin kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın, dikkate alınan herhangi bir tahmin ufkunda basit bir AR(1) spesifikasyonu üzerinden hiçbir tahmin kazanımının bulunmadığını tespit edilmiştir.³⁴²

M. van Kempen'in çalışması doğrusal olmayan döviz kuru davranışı analiz edilmiştir. Doğrusal Olmayan En Küçük Kareler kullanarak dört döviz çiftindeki aylık verilerde ESTAR modeli kullanılmıştır. Çalışma test istatistiklerini simüle edilmiş benzerleriyle karşılaştırmıştır. Doğrusal olmama konusunda sınırlı kanıt bulurken krizin etkisine dair kanıt bulamamıştır. Ayrıca çalışmada ticaret fiyat endeksinin

³⁴¹ M. Taylor v.d., "Nonlinear Mean-Reversion in Real Exchange Rates: Toward a Solution To the Purchasing Power Parity Puzzles", **International Economic Review**, Volume 42, Issue 4, 2001, Jstor, New York, (ss.1015-1042).

³⁴² Daniel Buncic, "Understanding Forecast Failure of ESTAR Models of Real Exchange Rates", **EERI Research Paper Series**, No. 18, Economics and Econometrics Research Institute (EERI), 2009, Brussels, s.1.

kullanılmasının döviz kuru tahmininde yalnızca geleneksel fiyat endeksine göre değer kattığı ortaya çıkmıştır.³⁴³

Kilian ve Taylor'un yapmış oldukları bir çalışma döviz kuruları için tahminleme yaparken yaşanacak zorlukların nasıl çözülebileceği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Buna göre ESTAR reel döviz kuru dinamikleri ışığında, nominal döviz kurunun rastgele yürüyüş hipotezinin bir önyükleme testini geliştirdiklerini belirtmişlerdir. İki veya üç yıllık zaman süreci için öngörülebilirlik konusunda güçlü kanıtlar bulduklarını fakat daha kısa zaman bir süreci için kanıt bulunamadığını öne sürmüşlerdir.³⁴⁴

Yoon yapmış olduğu çalışmada eşik otoregresif (Threshold Autoregressive/TAR) ve ESTAR modellerinin reel döviz kurları için tahmin edilen doğrusal olmayan verilerde fiilen gözlemlenen seri bağımlılık yapısını oluşturmada bazı zorluklara içerdiğini söylemiştir. Yoon kullanılan TAR ve ESTAR dışındaki diğer doğrusal olmayan modellerin reel döviz kurlarının dinamiklerini incelemede daha uygun olabileceğini ileri sürmüştür.³⁴⁵

Daniel Buncic, Taylor ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmaya bir eleştiri getirerek ESTAR modelin reel döviz kurlarını tahmin etmek konusunda kullanımına yönelik çekincelerini belirtmiştir. Çalışmada Taylor v.d.'nin modeli alınarak Birleşik Krallık, Japonya, İsviçre ve Fransa'nın ABD Doları ile karşılıklı olarak ikili reel döviz kurlarının örneklem dışı dönem boyunca basit bir AR(1) spesifikasyonuna göre tahmin performansını değerlendirmiştir. Ardından yapılan tahmin analizinin sezgisel bir görsel temsili çıkarılmıştır. Buncic çalışmasında tahmin ufku arttıkça ESTAR modelinin nokta tahminlerindeki doğrusallığın azaldığını ortaya koymaya çalışmıştır. Basit bir AR(1) modeli yerine bir ESTAR modeli kullanmanın ilgili alandaki öngörüye çok az şey kazandıracağını belirtmiştir.³⁴⁶

³⁴³ Maurits van Kempen, "The ESTAR Model: Nonlinearities, Price Indices, Crises and Forecasts", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erasmus University Rotterdam Erasmus School of Economics), Rotterdam, 2014, s.1.

³⁴⁴ Lutz Kilian ve Mark P.Taylor, "Why is it so difficult to beat the random walk forecast of exchange rates?", **Journal of International Economics**, Volume 60, Issue 1, 2003, Elsevier, Amsterdam, (ss.85-107).

³⁴⁵ Gawon Yoon, "Do Real Exchange Rates Really Follow Threshold Autoregressive or Exponential Smooth Transition Autoregressive Models?", **Economic Modelling**, Volume 27, Issue 2, 2010, Elsevier, Amsterdam, (ss.605-612).

³⁴⁶ D. Buncic, **a.g.e**, 2009, ss.1-2.

Liew ve diğerleri tarafından şimdiye kadar en uygun doğrusal olmayan döviz kuru modeli olarak kabul edilen ESTAR döviz kuru modelinin tahmin doğruluğunun LSTAR döviz kuru modelinden üstün olduğu hipotezinin geçerliliğini inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada iki nominal döviz kurunun uyum süreci deneyimine dayanarak, hipotez lehine tutarlı ampirik kanıtlar sağlanamadığı belirtilmiştir. Bu nedenle hipotezin yalnızca teorik olduğu kabul edilmiştir.³⁴⁷

Rapach ve Wohar tarafından dolar reel döviz kuru davranışının doğrusal olmayan modellerinin örnek dışı tahmin performansı analiz edilmiştir. Bretton Woods sonrası dönemin aylık verilerini kullanarak, kısa vadede örnek dışı tahmin performansı açısından basit doğrusal otoregresif modeller yerine bant eşiği veya üstel yumuşak geçiş otoregresif modelleri önermek için çok az kanıta ulaşmışlardır. Çalışmanın sonuçları örnek dönem ve verilerdeki herhangi bir doğrusallık dışılığın, bant eşiği ve üstel yumuşak geçişli otoregresif model uyarlamaları için oldukça ince olduğunu göstermiştir.³⁴⁸

Goodness C. Aye v.d. Güney Afrika Randı örneğinde randın doları ve sterlin karşısındaki doğrusal olmayan reel döviz kuru davranışı modellerinin örnek dışı öngörü becerisini değerlendirmişlerdir. Bunun için 1970 yılının ilk ayından 2012 yılının temmuz ayına kadar olan dönemin verileri kullanılmıştır. Çalışma doğrusal olmayan Band-TAR ve ESTAR modellerinin nokta, aralık ve yoğunluk tahminlerinin tahmin performansını doğrusal otoregresif modellerle karşılaştırmak suretiyle yapılmıştır. Buna göre ulaşılan sonuç, örnek dışı tahmin açısından doğrusal AR modeline kıyasla Band-TAR veya ESTAR doğrusal olmayan modellerin kullanılmasından özellikle uzun vadede önemli bir kazanç sağlanamadığıdır.³⁴⁹

Balcılar ve arkadaşları ABD’de ve ABD’nin dört bölgesinde konut fiyatlarının doğrusal ve doğrusal olmayan modellerinin örnek dışı tahminlerini çalışmışlardır. Çalışmadaki tahminler, geleneksel nokta tahminlerinin yanı sıra konut fiyat

³⁴⁷ Venus Khim-Sen Liew, v.d., “Forecasting Performance of Logistic STAR Eexchange Rate Model: The Original and Reparameterised Versions”, **Jurnal Akademik**, No. December 2005, 2005, MPRA, Munich, (ss.79-91).

³⁴⁸ David E. Rapach ve Mark E. Woharb, “The Out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Real Exchange Rate Behavior”, **International Journal of Forecasting**, Volume 22, Issue 2, 2006, Elsevier, Amsterdam, (ss.341-361).

³⁴⁹ Goodness C. Aye, v.d., “The Out-of-sample Forecasting Performance of Non-linear models of Real Exchange Rate Behaviour: The Case of the South African Rand”, **The European Journal of Comparative Economics**, Volume 10, No 1, 2013, LIUC, Varese, (ss.121-148).

dağılımlarının aralık ve yoğunluk tahminlerini de içermektedir. Çalışmanın sonunda doğrusal olmayan yumuşak geçişli otoregresif model, uzun vadede nokta tahminlerinde doğrusal otoregresif modelden daha iyi performans sergilemiştir. Fakat doğrusal otoregresif ve doğrusal olmayan yumuşak geçiş otoregresif modeller kısa vadede eşit performanslar sergilemiş oldukları görülmüştür.³⁵⁰

STAR modellerini içeren bir diğer çalışma da Jeng-Bau Lin ve diğerleri tarafından yapılmıştır. Çalışma Japonya, Güney Kore, Tayvan ve Singapur için döviz kuru paritesi teorisine dayalı döviz kuru sapmalarının doğrusal olmayan dinamik davranışını incelemek için yapılmıştır. 1978-2007 yıllarını kapsayan dönem verileri kullanılan çalışmada ampirik sonuçlar dört ülkenin döviz kurundaki sapmaların doğrusallıklarının sıfır olduğunu reddetmektedir. Japon ve Kore örneklerinde oran sapmaları, dinamik ve düzgün simetrik ESTAR tipi bir süreç sergilerken, Tayvan ve Singapur örneklerinde, amortisman ve değerlendirme rejimlerine göre sorunsuz asimetrik LSTAR tipi süreç sergilemiştir.³⁵¹

Baharumshah v.d. tarafından ESTAR model kullanılarak Malezya rinngti ve Japon yeni paritesi üzerinden tahminleme çalışılmıştır. Tahmin doğruluğu üzerine elde edilen sonuçların ESTAR örneklem dışı tahmin edicilerinin, standart anlamlı seviyelerde hem doğrusal AR hem de rastgele yürüyüş modellerinden istatistiksel olarak daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir.³⁵²

Gregoriou ve Kontonikas 90'lı yıllarda enflasyon hedeflemesini yapan beş OECD ülkedeki hedeflemeden sapmalardaki doğrusallık dışılığı test edip modellemişlerdir. Testler doğrusallık hipotezini reddetmiştir. ESTAR modelinin enflasyon sapmalarının doğrusal olmayan davranışını yakalayabildiğini göstermiştir.

³⁵⁰ Mehmet Balıclar, "The out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Regional Housing Prices in the US", **Applied Economics**, Volume 47, Issue 22, 2015, Taylor & Francis, London, (ss.2259-2277).

³⁵¹ Jeng-Bau Lin v.d., "Examining Nonlinear Dynamics of Exchange Rates and Forecasting Performance Based on the Exchange Rate Parity of Four Asian Economies", **Japan and the World Economy**, Volume 23, Issue 2, 2011, Elsevier, Amsterdam, (ss.79-85).

³⁵² https://www.ums.edu.my/fpep/files/34_FIN_2003.pdf?utm_source=pocket_mylist
20.06.2022 (Çevrimiçi).

Ayrıca ESTAR modelinden alınan örnek dışı tahminlerin Markov rejim değiştirme modelinden daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.³⁵³

3.2. VAR Model Nedensellik Sınaması

Analizde yapılacak olan nedensellik sınaması VAR modelin tercih edilmesinin nedenine kuramsal çerçeve ve literatür taraması kısımlarında değinilmişti. Fakat yürütölen çalışma özelinden bakılacak olursa VAR modelin seğıilmesinin nedeni analizde değişkenler olarak kullanılmak istenen veri dizilerinin durağanlık mertebelerinin birbirlerinden farklı olmasıdır. Bu nedenle VAR model analiz için en uygun modeli teşkil ettiğinden nedensellik sınamasını yürötmek için seğıilmiştir.

3.2.1. Türkiye Örneğinin VAR Model Nedensellik Sınaması

Türkiye örneğinde nedensellik analizi yapılırken su baskısı değişkeni olarak Almanya örneğinde olduğu gibi sektörel su çekim verileri kullanılmıştır. Almanya örneğinden farklı olarak Türkiye'ye ait veriler tarım sektörü ve tarım dışı sektörlerin su çekimi verileri olarak ikiye ayrılmıştır. Bu değişkenlerle ilk olarak küresel sıcaklık anomalisindeki değişim arasındaki Granger nedenselliği araştırılmıştır. Bunun ardından ilgili değişkenlerin makroekonomik değişkenlerle arasında bir Granger nedenselliği olup olmadığı incelenmiştir.

VAR model nedensellik analizinin yapılabilmesi için öncelikle veri dizilerinin durağanlığının sınanması gerekmektedir. Bunu yapabilmek için veri dizileri Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller/ADF) adı verilen birim kök sınamasına tabi tutulmuştur. Sınamadan elde edilen sonuçlar Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

³⁵³ Andros Gregoriou ve Alexandros Kontonikas, "Modeling the Behaviour of Inflation Deviations from the Target", **Economic Modelling**, Volume 26, Issue 1, 2009, Elsevier, Amsterdam, (ss.90-95).

Tablo 3.1: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları

Null Hypothesis: LNGDP has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.158089	0.4907
Test critical values: 1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	
Null Hypothesis: D(LNGDP) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.223213	0.0003
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	
Null Hypothesis: LNORTALAMA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.734379	0.0402
Test critical values: 1% level	-4.416345	
5% level	-3.622033	
10% level	-3.248592	
Null Hypothesis: LNTARIM has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.133225	0.1191
Test critical values: 1% level	-4.339330	
5% level	-3.587527	

	10% level	-3.229230	
Null Hypothesis: D(LNTARIM) has a unit root			
Exogenous: None			
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.764408	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.656915	
	5% level	-1.954414	
	10% level	-1.609329	
Null Hypothesis: LNTARIMDISI has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.747502	0.6993
Test critical values:	1% level	-4.374307	
	5% level	-3.603202	
	10% level	-3.238054	
Null Hypothesis: D(LNTARIMDISI) has a unit root			
Exogenous: None			
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.517857	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.660720	
	5% level	-1.955020	
	10% level	-1.609070	

Analizde Türkiye'ye ait olarak yapılan ADF birim kök sınaması sonuçlarına göre Tarım, Tarım dışı, GSYİH değişkenlerinin birinci farkında durağan I(1) değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Analizde kullanılan Ortalama değişkeninin ise düzeyde durağan I(0) değişken olduğu saptanmıştır. Buna göre VAR analizinde ilgili veri dizileri değişken olarak kullanılabilir durumdadır.

3.2.1.1. Tarım Sektörü

Tarımsal su çekiminin diğer değişkenlerle arasındaki ilişkiye dair elde edilen bulgular Tablo 3.2’de görülen biçimdedir.

Tablo 3.2: Tarımsal Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 01/12/22 Time: 23:42			
Sample: 1991 2017			
Included observations: 26			
Dependent variable: TARIM			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ORTALAMA	2.688842	1	0.1011
ISSIZLIK	3.650194	1	0.0561
GDP	3.833777	1	0.0502
All	8.736978	3	0.0330
Dependent variable: ORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	0.037607	1	0.8462
ISSIZLIK	0.892015	1	0.3449
GDP	2.471902	1	0.1159
All	3.397155	3	0.3343
Dependent variable: ISSIZLIK			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	0.394321	1	0.5300
ORTALAMA	0.011524	1	0.9145
GDP	0.386040	1	0.5344
All	0.647629	3	0.8854
Dependent variable: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	5.582782	1	0.0181
ORTALAMA	4.212352	1	0.0401
ISSIZLIK	10.56306	1	0.0012
All	13.30268	3	0.0040

Tablo 3.2'ye göre elde edilen sonuçlar değerlendirilecek olursa birinci dereceden serbestlikte Türkiye için ulusal ölçekte yapılan tarımsal su çekimi ile küresel sıcaklık anomalisi arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Buna rağmen küresel ısınmadan Türkiye'nin GSYİH 'sına doğru tek yönlü bir nedensellik mevcuttur. Analiz tarımsal su çekimi ve GSYİH arasında iki yönlü nedensellik saptamıştır. Bunlara ek olarak ülkedeki işsizlik oranından tarımsal su çekimine ve GSYİH'ye doğru tek yönlü birer nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür. Türkiye'deki tarımsal su çekiminin su kaynakları üzerinde yarattığı baskıyla küresel ısınma arasında VAR analizi ile bir nedensellik ilişkisinin kurulamamış olması beklenmedik bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat küresel ısınmanın etkisinin ülke ekonomisi üzerinde etkili olduğunu VAR analizine göre ifade etmek mümkündür. Ülkenin en büyük su çekici sektörü olan tarım sektörünü GSYİH ile arasına bulunan iki yönlü nedensellik ilişkisi tarımın Türk ekonomisi için belirleyici bir değişken olduğunu göstermektedir.

3.2.1.2. Tarım Dışı Sektörler

Tarım dışı sektörlerin yapmış olduğu tatlı su çekiminin diğer değişkenlerle arasındaki ilişkinin sınındığı VAR analizinin sonuçları Tablo 3.3'te yer almaktadır.

Tablo 3.3: Tarım Dışı Sektörlerin Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests Date: 01/12/22 Time: 23:47 Sample: 1991 2017 Included observations: 26			
Dependent variable: TARIMDISI			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ORTALAMA	0.534302	1	0.4648
ISSIZLIK	0.038468	1	0.8445
GDP	0.981857	1	0.3217
All	1.555028	3	0.6696
Dependent variable: ORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIMDISI	0.240846	1	0.6236
ISSIZLIK	0.778582	1	0.3776
GDP	2.389199	1	0.1222
All	3.632850	3	0.3039
Dependent variable: ISSIZLIK			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIMDISI	0.751919	1	0.3859
ORTALAMA	0.010012	1	0.9203
GDP	0.286510	1	0.5925
All	1.009461	3	0.7990
Dependent variable: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIMDISI	0.076880	1	0.7816
ORTALAMA	1.834951	1	0.1755
ISSIZLIK	5.510699	1	0.0189
All	6.197806	3	0.1024

VAR analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 3.3'e göre birinci serbestlik derecesinde sinama yapılmıştır. Burada tarım dışında kalan sektörlerin diğer değişkenlere herhangi bir Granger nedensellik ilişkisi içinde olmadığı tespit edilmiştir. Yalnızca işsizlikten GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedenselliğe rastlanabilmiştir. Tespit edilen nedensellik ilişkisinin azlığında Türkiye'deki sanayi sektörüne ait su çekimlerinin büyük ölçüde deniz suyundan yapılmasının etkisi olabilir. Veriler kısmında da belirtildiği gibi sanayi kullanımı ya da kentsel kullanım olsun analizde kullanılan tarım dışı sektörlerin su çekimi belediye su şebekesinin yaptığı çekimlere dayanmaktadır. Bu da makroekonomik değişkenlere nedensellik sinamasını anlamsız hale getirebilir. Verilerin tutarlı olduğu önkoşuluyla analizden güvenilir olarak elde edebileceğimiz sonuç, kentsel kullanıma ve belediyelerin tatlı su sağladığı sanayiye ait olan su çekimleri ile makroekonomik değişkenler ve küresel ısınma arasında herhangi bir nedenselliğin bulunamamış olduğudur.

3.2.1.3. Tuz Gölü Havzası

Türkiye için ulusal ölçekte yapılmış olan nedensellik sinamalarına ek olarak havza ölçeğinde yeni bir diğer nedensellik sinaması daha yapılmıştır. Bu sinama örnek ülkenin içinde yer alan daha küçük bir örneğin nedensellik sinamasına tabi tutmanın analizin tutarlılığına katkı sağlayacağı düşüncesiyle yapılmıştır. Örnek, havza su kaynaklarının tamamının ülkenin ulusal sınırları içinde kalması nedeniyle Tuz Gölü havzası olarak seçilmiştir. Ulusal ölçekte yapılan sinamada değişken olarak kullanılmış olan veri dizilerinden farklı veri dizileri kullanılması nedeniyle yeni bir ADF birim kök sinaması yapılmıştır.

Tablo 3.4: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları

Null Hypothesis: LNORTALAMA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.811868	0.0389
Test critical values: 1% level	-4.532598	
5% level	-3.673616	
10% level	-3.277364	
Null Hypothesis: LNTUZGOLU has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.494154	0.3266
Test critical values: 1% level	-4.532598	
5% level	-3.673616	
10% level	-3.277364	
Null Hypothesis: D(LNTUZGOLU) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.469651	0.0016
Test critical values: 1% level	-2.699769	
5% level	-1.961409	
10% level	-1.606610	

Tuz Gölü havzası su çekimi ve sınamada ortalama olarak adlandırılan küresel sıcaklık anomalisindeki yıllık değişim veri dizilerinin değişken olarak kullanıldığı birim kök sınaması sonuçları Tablo 3.4'te verilmiştir. Buna göre Ortalama değişkeninin $I(0)$ yani düzeyde durağan olduğu saptanmıştır. Tuz Gölü değişkeninin ise düzeyde durağan olmadığı birinci mertebeden durağan $I(1)$ olduğu tespit edilmiştir. ADF sınamasının sonuçlarından hareketle ilgili veri dizilerinin değişken olarak VAR nedensellik sınamasına tabi tutulabileceği kararlaştırılmıştır.

Tablo 3.5: Tuz Gölü Havzası Su Çekimi ve Küresel Isınma Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 09/19/22 Time: 15:08			
Sample: 2000 2019			
Included observations: 18			
Dependent variable: DLNTUZGOLU			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LNORTALAMA	0.571946	1	0.4495
All	0.571946	1	0.4495
Dependent variable: LNORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DLNTUZGOLU	0.016478	1	0.8979
All	0.016478	1	0.8979

Tablo 3.5'te Tuz Gölü havzasından yapılan su çekimi ile küresel sıcaklık anomalisindeki yıllık değişim arasındaki yapılan nedensellik sınanmasının sonuçları verilmiştir. Buna göre iki değişken arasında her iki yönde de bir Granger nedenselliği saptanamamıştır. Havza ölçeğinde yapılmış olan nedensellik sınaması sonuçları ulusal ölçekte yapılan yine VAR modele dayalı nedensellik sınaması sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Havza ölçeğindeki su çekimleri ile ulusal ölçekteki su çekimleri arasında özel bir nedensellik sınaması yapılmamış olduğu önkoşuluyla, havza ölçeğindeki VAR model nedensellik sınaması sonuçları küresel ısınma ile Türkiye'de yapılan su çekimleri arasında bir nedensellik bağının bulunmadığı kanısını güçlendirmiştir.

3.2.2. Almanya Örneğinin VAR Model Nedensellik Sınaması

Küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki etkisi ilk olarak yıllık sıcaklık anomalisindeki değişim ve su kaynakları üzerindeki baskı arasındaki ilişkinin VAR model aracılığıyla nedensellik açısından sınanmasıyla yapılmıştır. Sıcaklık anomalisi

ve su baskısı arasındaki ilişki nedensellik sınavasını daha anlamlı kılmak adına örnek havzaları da içermektedir. Ardından VAR analizine makroekonomik değişkenler de eklenerek su baskısı ile makroekonomik değişkenler arasında bir sınav daha yapılarak nedensellik sınavası genişletilmiştir. Almanya örneğinde nedensellik analizi yapılırken su baskısı değişkeni olarak sektörel su çekim verileri kullanılmıştır. Veriler tarım, sanayi ve kentsel su çekimi verilerinden ibarettir. Bu değişkenlerle ilk olarak küresel sıcaklık anomalisindeki değişim arasındaki Granger nedenselliği araştırılmıştır. Bunun ardından ilgili değişkenlerin makroekonomik değişkenlerle arasında bir Granger nedenselliği olup olmadığı incelenmiştir.

VAR model nedensellik analizinin yapılabilmesi için öncelikle veri dizilerinin durağanlığının sınanması gerekmektedir. Bunu yapabilmek için veri dizileri Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller/ADF) adı verilen birim kök sınavasına tabi tutulmuştur. Sınamadan elde edilen sonuçlar Tablo 3.50'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6: ADF Birim Kök Sınavası Sonuçları

Null Hypothesis: LNORTALAMA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.734379	0.0402
Test critical values: 1% level	-4.416345	
5% level	-3.622033	
10% level	-3.248592	
Null Hypothesis: TARIM has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.24736	0.0000
Test critical values: 1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	
Null Hypothesis: SANAYI has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 6 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.395161	0.0123
Test critical values: 1% level	-4.498307	
5% level	-3.658446	
10% level	-3.268973	
Null Hypothesis: KENTSEL has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 6 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.094522	0.0224
Test critical values: 1% level	-4.498307	
5% level	-3.658446	
10% level	-3.268973	
Null Hypothesis: GDP has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.863696	0.0296
Test critical values: 1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	
Null Hypothesis: ISSIZLIK has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.562698	0.7775
Test critical values: 1% level	-4.394309	
5% level	-3.612199	
10% level	-3.243079	
Null Hypothesis: D(ISSIZLIK) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.734378	0.0007
Test critical values: 1% level	-2.664853	
5% level	-1.955681	
10% level	-1.608793	

Analizde Almanya'ya ait olarak yapılan ADF birim kök sınaması sonuçlarına göre İşsizlik değişkeni birinci farkında durağan I(1) değişken olduğu tespit edilmiştir. Analizde kullanılan Ortalama, Tarım, Sanayii Kentsel değişkelerinin ise düzeyde durağan I(0) değişken olduğu saptanmıştır. Buna göre VAR analizinde ilgili veri dizileri değişken olarak kullanılabilir durumdadır.

3.2.2.1. Tarım Sektörü

Tarımsal su çekiminin diğer değişkenlerle arasındaki ilişkiye dair elde edilen bulgular Tablo 3.7'da görülen biçimdedir.

Tablo 3.7: Tarımsal Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/19/22 Time: 11:02			
Sample: 1991 2017			
Included observations: 25			
Dependent variable: TARIM			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ORTALAMA	3.504504	1	0.0612
GDP	1.235250	1	0.2664
D(ISSIZLIK)	10.92154	1	0.0010
All	12.77273	3	0.0052
Dependent variable: ORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	1.239379	1	0.2656
GDP	0.203825	1	0.6517
D(ISSIZLIK)	0.016867	1	0.8967
All	1.823026	3	0.6099
Dependent variable: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	8.987119	1	0.0027
ORTALAMA	1.518322	1	0.2179
D(ISSIZLIK)	1.782849	1	0.1818
All	9.107822	3	0.0279
Dependent variable: D(ISSIZLIK)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TARIM	2.536932	1	0.1112
ORTALAMA	4.362049	1	0.0367
GDP	0.000888	1	0.9762
All	5.119021	3	0.1633

Tablo 3.7'ye göre elde edilen sonuçlar değerlendirilecek olursa birinci dereceden serbestlikte Almanya için ulusal ölçekte yapılan tarım amaçlı su çekimi ile küresel sıcaklık anomalisi arasındaki ilişki anlamlıdır. Anlamlılığın yönü tek taraflıdır ve küresel sıcaklık anomalisindeki ortalama değişimden tarımsal su çekimine doğrudur. İşsizlikten tarımsal su çekimine doğru tek yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Tarımsal su çekiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir ilişki mevcuttur. Analizde ayrıca Ortalama olarak belirtilen küresel sıcaklık anomalisindeki değişimden genel işsizliğe doğru tek yönlü bir ilişki daha tespit edilmiştir.

3.2.2.2. Sanayi Sektörü

Sanayi sektöründe yapılan su çekiminin diğer değişkenlerle arasındaki ilişki için edilen bulgular Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8: Sanayi Sektörü Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 04/19/22 Time: 11:03

Sample: 1991 2017

Included observations: 25

Dependent variable: SANAYI

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ORTALAMA	0.368474	1	0.5438
GDP	2.473768	1	0.1158
D(ISSIZLIK)	0.089518	1	0.7648
All	2.962665	3	0.3974

Dependent variable: ORTALAMA

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SANAYI	0.487345	1	0.4851
GDP	0.538271	1	0.4632
D(ISSIZLIK)	0.378291	1	0.5385
All	1.050327	3	0.7891

Dependent variable: GDP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SANAYI	4.082222	1	0.0433
ORTALAMA	0.001580	1	0.9683
D(ISSIZLIK)	0.017806	1	0.8938
All	4.182501	3	0.2424
Dependent variable: D(ISSIZLIK)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SANAYI	0.271571	1	0.6023
ORTALAMA	2.259498	1	0.1328
GDP	0.123052	1	0.7257
All	2.594115	3	0.4585

Bu alanda birinci serbestlik derecesinde yalnızca sanayi sektöründeki su çekiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir Granger nedenselliği saptanmıştır. Fakat sanayi sektöründeki su çekimi ve küresel sıcaklık anomalisi arasında herhangi bir nedenselliğe rastlanamamıştır.

3.2.2.3. Kentsel Kullanım

Tablo 3.9'te kentsel kullanım amaçlı su çekiminin diğer değişkenlerle arasındaki ilişki yapılmış olan ikinci dereceden nedensellik sınavasının sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.9: Kentsel Kullanım Amaçlı Su Çekimi Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/19/22 Time: 11:05			
Sample: 1991 2017			
Included observations: 24			
Dependent variable: KENTSEL			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ORTALAMA	0.523460	2	0.7697
GDP	0.894212	2	0.6395
D(ISSIZLIK)	0.131190	2	0.9365
All	1.737140	6	0.9422
Dependent variable: ORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
KENTSEL	1.022933	2	0.5996
GDP	1.944889	2	0.3782
D(ISSIZLIK)	3.057863	2	0.2168
All	4.611256	6	0.5945
Dependent variable: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
KENTSEL	0.482412	2	0.7857
ORTALAMA	1.673623	2	0.4331
D(ISSIZLIK)	3.388344	2	0.1838
All	4.567347	6	0.6004
Dependent variable: D(ISSIZLIK)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
KENTSEL	1.338810	2	0.5120
ORTALAMA	6.432925	2	0.0401
GDP	1.751761	2	0.4165
All	10.93299	6	0.0905

Bu sınamada ilgili kullanım alanındaki su çekimi ile maroekonomik göstergeler arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Elde edilen tek nedensellik küresel sıcaklık anomalisindeki ortalama değişimden Almanya'daki işsizlik düzeyine doğru tek yönlü olan ilişkidir. VAR analizinden elde edilecek sonuçlar kısaca toparlanacak olursa Almanya' tarımsal su çekimi ile küresel ısınma arasında bir nedensellik bağının olduğu görülmüştür. Nedenselliğin yönü gereği küresel ısınmadaki değişim tarımsal amaçlı kullanılmak üzere yapılan su çekimine etki edecektir. İşsizlik oranından tarımsal su çekimine doğru tespit edilmiş nedensellik ilişkisi işsizlik oranındaki değişimlerin tarımsal su çekimini etkileyeceği söylenebilir. Tarımsal su çekimindeki değişim GSYİH üzerinde bir değişime neden olacağını söylemek VAR modeli yoluyla elde edilen Granger nedenselliğine göre mümkündür. Yapılan analize göre küresel ısınmadaki değişimin Almanya'daki işsizlik üzerinde etkili olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.

3.2.2.4. Weser Havzası

Çalışmanın bu kısmına kadar Almanya için VAR modele dayalı olarak yapılan nedensellik sınamaları ulusal ölçeğe dayalı olarak yapılmıştır. Küresel sıcaklık anomalilerindeki yıllık değişim ile kaynaktan yapılan su çekimleri arasındaki nedensellik bağına sorgularken çalışmanın tutarlılığını koruyabilmek adına örnek ölçeğini küçültmekte yarar görülmüştür. Buna göre sınır aşan su kaynağı içermeyen Weser ırmağı havzasının Almanya içinde daha küçük bir örnek teşkil etmesi bakımından VAR modele dayalı nedensellik sınamasını yapılmıştır. Fakat değişken olarak kullanılan Ortalama veri dizisindeki aralık boyu ve Weser veri dizisi farklı olduğundan yeni bir ADF birim kök sınaması gerektirmiştir.

Tablo 3.10: ADF Birim Kök Sınaması Sonuçları

Null Hypothesis: LNORTALAMA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.435612	0.3534
Test critical values: 1% level	-4.416345	
5% level	-3.622033	
10% level	-3.248592	
Null Hypothesis: D(LNORTALAMA) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.519820	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.669359	
5% level	-1.956406	
10% level	-1.608495	
Null Hypothesis: LNWESER has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.332044	0.4019
Test critical values: 1% level	-4.416345	
5% level	-3.622033	
10% level	-3.248592	
Null Hypothesis: D(LNWESER) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.891009	0.0575
Test critical values: 1% level	-2.685718	
5% level	-1.959071	
10% level	-1.607456	

Tablo 3.10'te yer alan ADF birim kök sınaması sonuçlarına göre Ortalama olarak adlandırılan değişken olan küresel sıcaklık değişimi veri dizisi ve Weser olarak adlandırılan Weser havzasından yapılan su yıllık su çekim hacmi veri dizisi birinci fark alınarak durağanlaştırılmıştır. Buna göre Ortalama ve Weser değişkenlerinin ikisi birden birinci farkında düzeyde $I(1)$ durağandır. Bu sonuçlardan hareketle VAR nedensellik sınaması için ilgili veri dizilerinin değişken olarak kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 3.11: Weser Havzası Su Çekimi ve Küresel Isınma Nedensellik Sınaması Sonuçları

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 09/19/22 Time: 15:02			
Sample: 1990 2015			
Included observations: 23			
Dependent variable: DLNORTALAMA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DLNWESER	0.417689	2	0.8115
All	0.417689	2	0.8115
Dependent variable: DLNWESER			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DLNORTALAMA	0.611742	2	0.7365
All	0.611742	2	0.7365

Weser havzasından yapılan su çekiminin küresel sıcaklık değişimleri ile arasında herhangi bir nedenselliğin olup olmadığını sınamak amacıyla VAR modele dayalı olarak yapılmış olan nedensellik sınamasının sonuçları Tablo 3.11'de

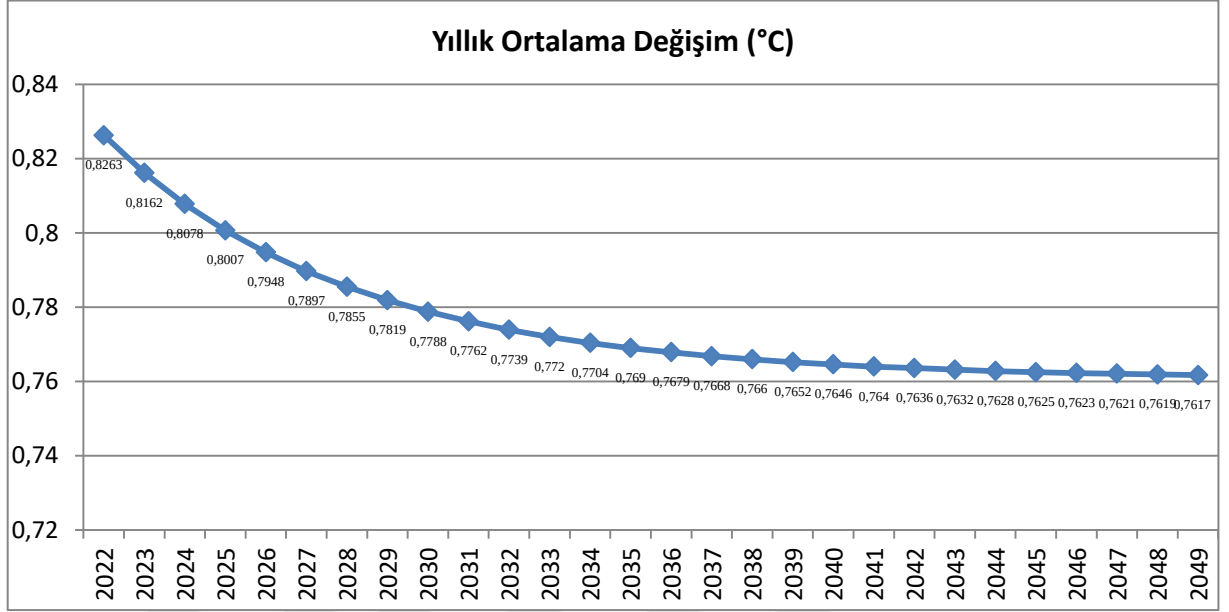
verilmiştir. Buna göre Weser havzasından yapılan su çekimi hacimleri ile küresel sıcaklık anomalileri arasında her iki yönde de bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Bu durum Almanya’da ulusal ölçekte yapılan nedensellik sınamalı içinde sanayi kullanımı ve kentsel kullanım amaçlı su çekimi nedensellik ilişkileri ile paralellik arz etmektedir. Fakat üç farklı değişken arasında herhangi bir Granger nedenselliğinin olup olmadığı sınanmamıştır.

3.3. ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi

Nedensellik sınamaları tamamlandıktan sonra Üstel Yumuşak Geçişli Vektör Otoregresif model kullanılarak yeni bir küresel sıcaklık anomalisi öngörüsü yapılmaya çalışılmıştır. Örnek ülkelerin su çekimi ve makro ekonomik göstergeleri ve örnek havzalar da ESTAR modele dahil edilerek öngörü modellemesi genişletilmiştir. Yapılan öngörü çalışmasındaki sonuçlar elbette ESTAR modelin yapısal kusurlarından ve üretilen verilerdeki hata paylarından bağımsız düşünülemez. Aynı zamanda anımsatmak gerekir ki model klimatolojik bir model değil istatistiksel bir modeldir. Fakat çalışma, eğilimin yönü açısından fikir vericidir.

3.3.1. Küresel Isınmanın ESTAR Modele Dayalı Tahminlemesi

Küresel sıcaklık anomalisindeki yıllık ortalama değişim için yapılan gelecek öngörüsü Grafik 3.1’deki değerleri türetmiştir.



Grafik 3.1: Küresel Sıcaklık Anomalisindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Küresel ısınmaya dair IPCC'nin tahminleri farklı senaryolara dayandırılmıştır. Ama hepsinde öngörü 2046-2065 yılları için yapılmıştır. Bu nedenle çalışmada öngörü modeli IPCC modeli ile karşılaştırma yapabilmek adına 2049 yılına göre tasarlanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre küresel ısınmanın kavram olarak geçerli görünmediği yönündedir. ESTAR modele göre küresel sıcaklıklardaki artış anomalisi düşüş seyri izlemektedir. Yani küresel ısınmanın devam edeceği fakat uzun vadede yaklaşık 0,76°C'de dengeli bir seyir izleyeceği öngörülmüştür. Bu sonuca göre 1990 yılına oranla 2049 yılına kadar en az 0,76°C daha sıcak bir küre söz konusu olacaktır. Bu sonuç Tablo 1.1 ve 1.2'de yer alan RCP2.6 öngörüsüne uygundur.

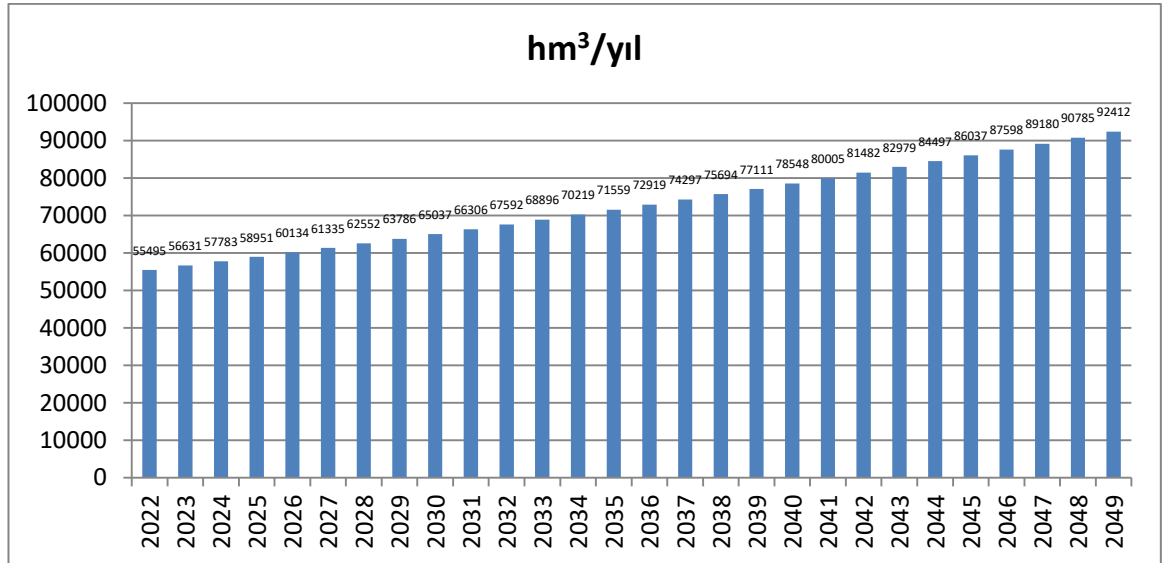
3.3.2. Türkiye Örneğinin ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi

Türkiye örneğinin ESTAR modele dayalı olarak yapılmış olan gelecek tahminlemeleri örnek ülkenin sektörel su çekimlerine, GSYİH ve işsizlik oranlarına ait olmak üzere üretilmiştir.

3.3.2.1. Ekonomideki Sektörlerin Yaratacağı Su Baskısı

Grafik 3.2’de yer alan veriler Türkiye’nin tarımsal su kullanım amaçlı kaynaktan çektiği tatlı suyun miktar öngörüsünü oluşturur. Model örnek ülkenin tarımsal su çekiminin gelecek yıllarda büyüme eğiliminde olacağıdır. 2022 yılı için öngörülen tarımsal su çekimi hacmi 55495 hm³’ten 2049 yılına kadar 92412 hm³’e çıkacağı yani yaklaşık olarak %66,5 büyüyeceği ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır. Bu durum Türkiye’deki tarımsal etkinliğin mevcut nüfus ve üretim deseni altında daha çok suya ihtiyaç duyacağı yönünde olacağını gösterir. Grafikteki artış eğilimine bakıldığında Türkiye’nin sürdürülebilir bir tarımsal sulama politikası uyguladığını söylemek doğru olmayacaktır.

Bu artışta küresel ısınmanın payı olmadığı VAR modele dayalı olarak söylenebilir. Fakat VAR model Türkiye’nin GSYİH ile tarımsal su çekimi arasında iki yönlü bir nedensellik bağı tespit etmiştir. Bu durum Türkiye’nin ekonomik büyümesinin tarımsal su çekimindeki artışla ilişkili olduğu sonucunu doğurmaktadır. Zaten Grafik 3.4’te Türkiye’nin ekonomik büyümesinde tıpkı tarımsal su çekiminde olduğu gibi büyüme eğiliminde olduğu görülecektir. Buna göre Türkiye ekonomik büyümesini gelecek yıllarda tarıma dolaylı olarak tarımsal sulamaya dayandırmış olacağını söylenebilir.

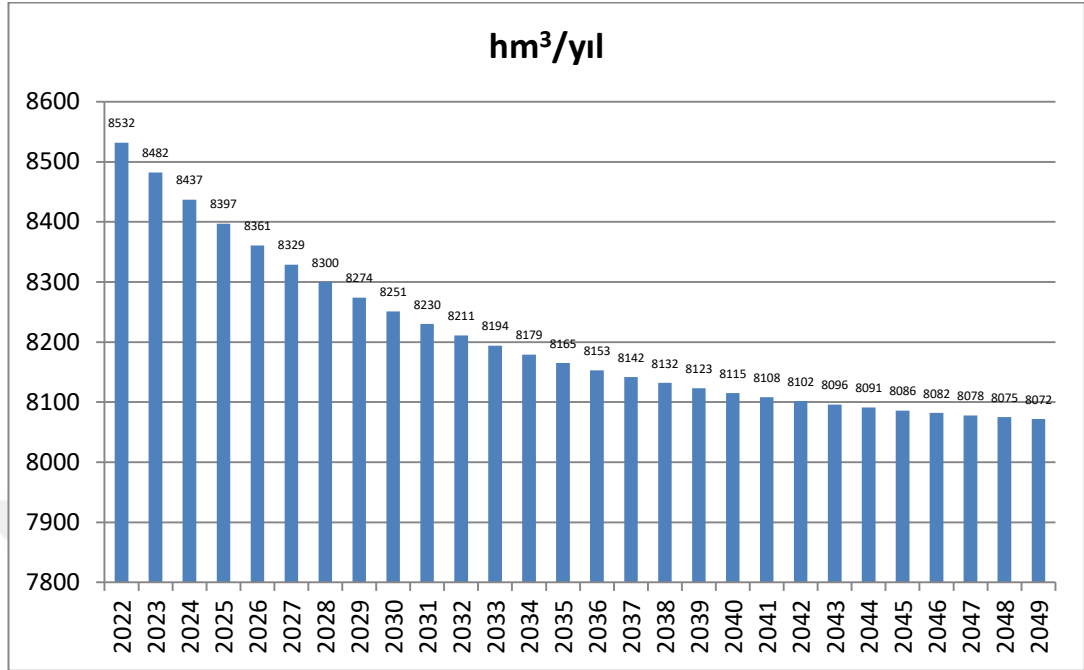


Grafik 3.2: Türkiye’nin Tarım Sektörüne Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Türkiye'nin 2022-2049 yılları için ESTAR modele dayalı olarak yapılan tarım dışı sektörlerle ait tatlı su çekim öngörüsü Grafik 3.3'te verilmiştir. Buna göre Türkiye 2022 yılında 8532 hm³ suyu kaynaktan çekerken 2049 yılına kadar bu hacim giderek düşerek 8072 hm³'e gerileyecektir. Yaklaşık 460 hm³'lük azalma yaklaşık olarak %5,4'e karşılık gelmektedir. Nüfusun artma eğilimi gösterdiği Türkiye'de bu durum için ilk akla gelen tarım dışı sektörlerin küçülme eğilimi içine girecek olma olasılığıdır. Çünkü söz konusu su çekim hacimleri ağırlıklı olarak kentsel kullanımın nedeniyle yapılmaktadır. Bu da hizmet sektöründe bir duraklamayı akla getirir. Organize sanayi bölgeleri için sağlanan suyun da söz konusu su veri dizisi içine dahil olduğu anımsanırsa imalat sanayi için de bir daralmadan söz edilebilir.

Diğer yandan bu küçülme sürdürülebilir su kullanım yöntemlerinin de etkili olduğu düşünülebilir. Fakat çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye'nin sürdürülebilir su yönetimi konusunda ciddi eksikleri olduğundan söz edilmiştir. Ayrıca tarım sektörünün en büyük su çekicisi olduğu göz önünde bulundurulursa suyun sürdürülebilir kullanılması konusunda ilk adımın atılması gerektiği yer tarım sektörüdür. Fakat bu yönde atılan adım oldukça zayıf olduğu zaten Grafik 3.2'de de fark edilmektedir. Çoğunluğunu kentsel kullanımın oluşturduğu söz konusu su çekim hacminde sürdürülebilir yöntemlerle su tasarrufu sağlanması zor görünse de %5,4 gibi küçük bir oranın yakalanabilir olması olasılık dışı değildir.



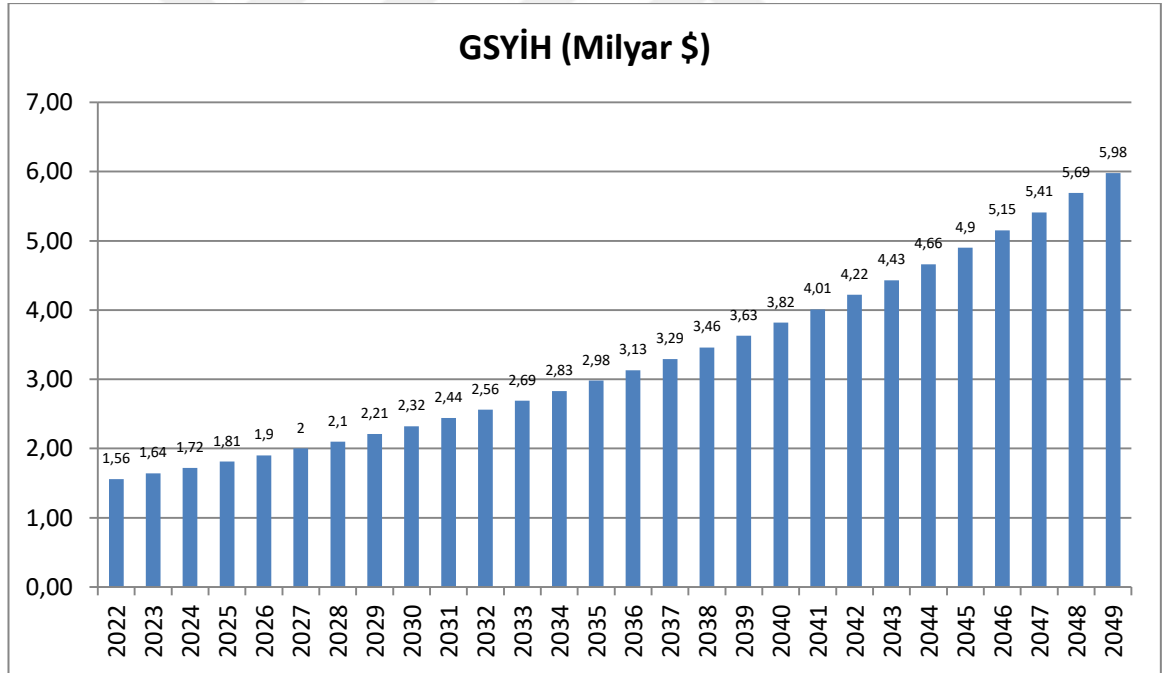
Grafik 3.3: Türkiye'nin Tarım Dışı Sektörlere Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Tarım dışı sektörler için su çekimi Grafik 3.2'deki tarımsal su çekimi verileriyle birleştirildiğinde Türkiye'nin su kaynakları miktarı açısından ülkenin büyüme eğilimini 2049 yılına kadar destekleyebilir nicelikte görünmektedir. Fakat toplam hacme bakıldığında ülkenin toplam tatlı su çekiminin 2049 yılında 100484 hm³'e dayanmış olacağı görünmektedir. Bu hacim ülkenin tatlı su kaynakları üzerindeki baskının sınırı dayanacağını gösterir. Zira Türkiye'nin toplam kullanılabilir su kaynağının 112 km³ olduğu düşünülürse arada oluşacak yaklaşık 11,5 km³'lük fark Türkiye'nin ekonomik büyümesini ne zamana kadar destekleyebileceği konusunda akla ciddi sorular getirmektedir. Bunun yanı sıra ESTAR modele dayanarak Türk makamlarının ikinci bölümde sözü edilen 2023 yılına kadar Türkiye'nin su potansiyelinin tamamını kullanma hedefinin yakalanamayacağı da söylenebilir. Zaten bu kadar kısa sürede mevcut üretim deseniyle bile bu hedefi yakalayabilmek için çok ciddi bir ekonomik büyüme sıçraması sergilenmesi gerekmektedir. Hedefin belirlendiği tarihten itibaren Türk ekonomisi böyle bir çıkışı yakalayamadığı gibi Grafik 3.4'te görülen ESTAR modele dayalı olarak yapılan öngörü de bunun mümkün olmayacağını göstermektedir.

3.3.2.2. Makroekonomik Göstergelerdeki Değişim

Türkiye'nin makroekonomik değişkenleri üzerinde ESTAR modele dayalı olarak yapılan değişim öngörüsü GSYİH ve İşsizlik değerlerini içerir. GSYİH'deki değişim öngörüsü Grafik 3.4'te verilmiştir. Buna göre Türkiye'nin ekonomisi 2049'a kadar büyüme eğilimindedir. Model 2010 sabit fiyatlarıyla GSYİH'yi 2022 yılı için 1,56 milyar \$ dolar olarak hesaplamıştır. Bu sayı 2049 yılına gelindiğinde düzenli bir artış göstererek 2010 sabit fiyatlarıyla 5,98 milyar \$'a yükseleceği öngörülmüştür. Grafik 3.3'teki ve 3.5'teki grafikler arasındaki gözle görülen bir paralellik mevcuttur. Bu paralellik yalnızca basit tesadüfi paralellik olmayıp VAR modelde tespit edildiği gibi tarımsal su çekimi ile GSYİH nedensellik ilişkisini de içerir. ESTAR modelin ürettiği öngörü değerleri her ne kadar tutarlı görünse de modelin tüm yapısal kusurlarını içerisinde barındırdığı da unutulmamalıdır.

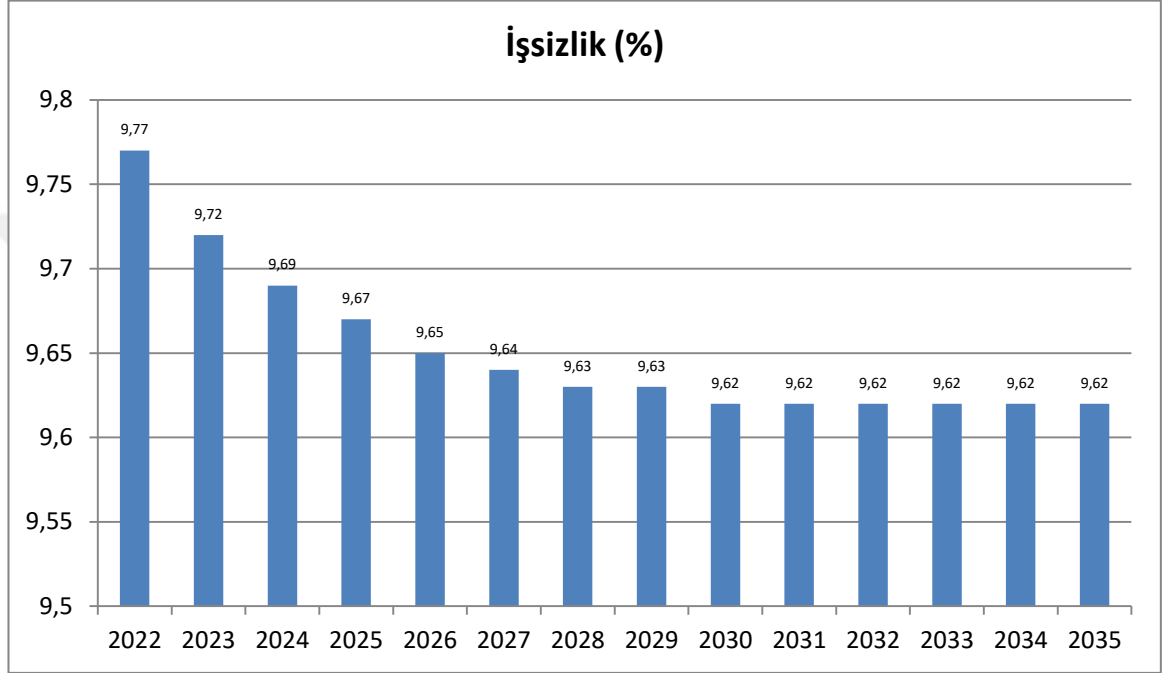


Grafik 3.4: Türkiye'nin GSYİH'sindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Türkiye için yapılan işsizlik öngörüsü Grafik 3.5'te gösterilmiştir. Buna göre Türkiye'deki işsizlik oranı düşme eğilimindedir. ESTAR model 2022 yılı için Türkiye'deki işsizlik oranını %9,77 olarak hesaplamıştır. Bu oranin kademeli olarak düşerek 2032 yılında %9,62'ye gerileyeceği öngörülmüştür. Tablo 3.2'de Türkiye için

işsizlikten tarımsal su çekimine doğru bir Granger nedenselliği saptanmıştır. Bu iki ekonometrik modelden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında işsizliğin gelecek yıllarda düşme eğilimi içindeyken tarımsal su çekiminin artış eğilimi içinde olduğu görülmektedir. Buna göre Türkiye’de sulama deseniinde herhangi bir değişiklik olmayacağı önkoşuluyla gelecekte tarımsal istihdamın artacağı söylenebilir.



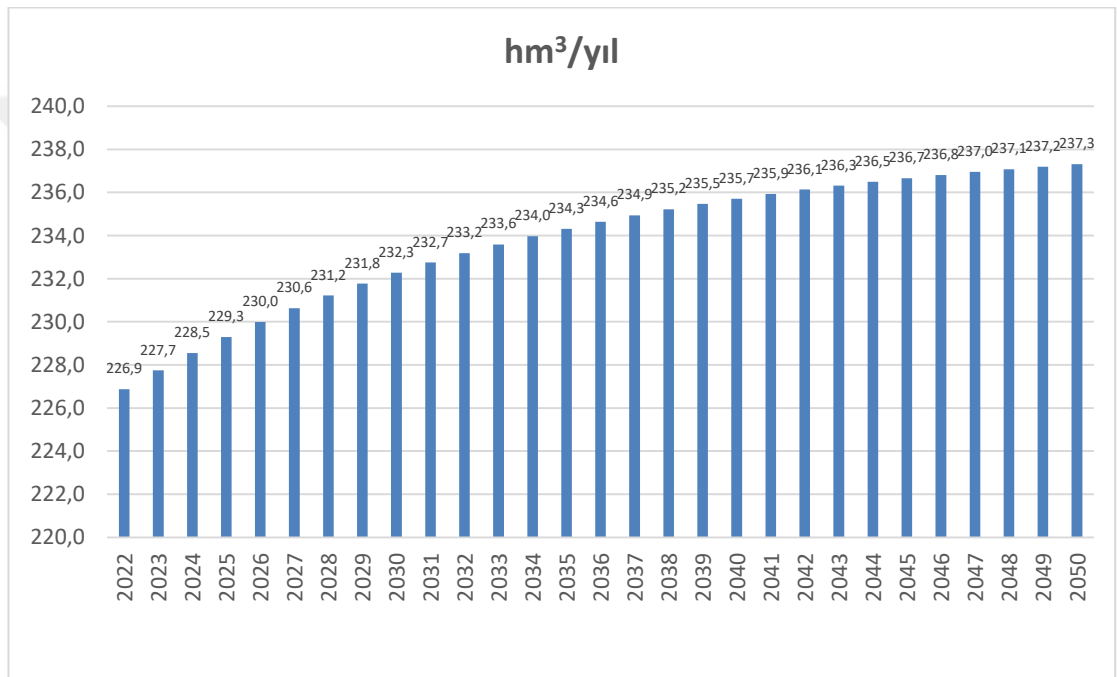
Grafik 3.5: Türkiye’nin İşsizlik Oranındaki Değişim Öngörüsü (2022-2032)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

ESTAR modele dayalı olarak Türkiye için üretilen işsizlik öngörüsü sonuçları 2049 yılı için tutarsızdır. Bu nedenle 2032 yılına kadar tespit edilmiş olan öngörülere Grafik 3.5’te yer verilmiştir. Bu koşulda bile model tarafından üretilmiş öngörüler tutarlılık yönünden kuşkuludur. Bu durum modelin yapısal kusurlarına bağlanabileceği gibi üretilmiş olan veri dizilerinin kendi içinde barındırmış olduğu kusurlara da bağlanabilir. Aynı model tarafından Grafik 3.12’de Almanya için hesaplanmış olan veriler uzun vadede tutarlı görünürken Türkiye için on yıldan daha uzun bir dönem için hesaplanmış olan öngörülerin tutarlılığı tartışmalıdır. Fakat yine de VAR modele dayalı yapılan nedensellik sınavasının işsizlikten GSYİH’ye ve işsizlikten tarımsal su çekimine doğru tek yönlü nedensellikleri tespit ettiği hatırlanmalıdır.

3.3.2.3: Tuz Gölü Havzası Su Baskısı

Örnek ülkelerin ulusal çapta yapılmış olan ESTAR model gelecek tahminlerine daha küçük ölçekte bir örnek çalışmasının eklenmesi analizi daha anlamlı kılabilmek adına önemlidir. Bu amaçla Tuz Gölü havzasından yapılan su çekiminin bir öngörüsüne ait sonuçlar Grafik 3.6'da verilmiştir.



Grafik 3.6: Tuz Gölü Havzasına Ait Toplam Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Model, 2049 yılına kadar kendi içinde tutarlı bir öngörüye olanak sağlamıştır. Buna göre sektörel bir ayırım olmaksızın Tuz Gölü havzasından yapılacak olan toplam su çekiminin gelecek yıllarda artış eğilimi içinde olacağı sonucuna ulaşılmıştır. 2022 yılında yaklaşık 226,9 hm³'lük su çekim hacmi düzenli bir artış göstererek 2049 yılına gelindiğinde 237,3 hm³'e ulaşacağı öngörülmüştür. Bu hacim yıllık kullanılabilir ortalama su varlığı AÇA verilerine göre yaklaşık olarak 2823,6 hm³ olarak hesaplanmış olan Tuz Gölü havzası için kabul edilebilir ölçüdedir. Ulaşılan sonuç Grafik 3.2'de yer alan Türkiye'nin tarımsal su çekim öngörüsü ile paralel olarak artış göstermektedir. Buna göre örnek havzada öngörülen su çekim artışının

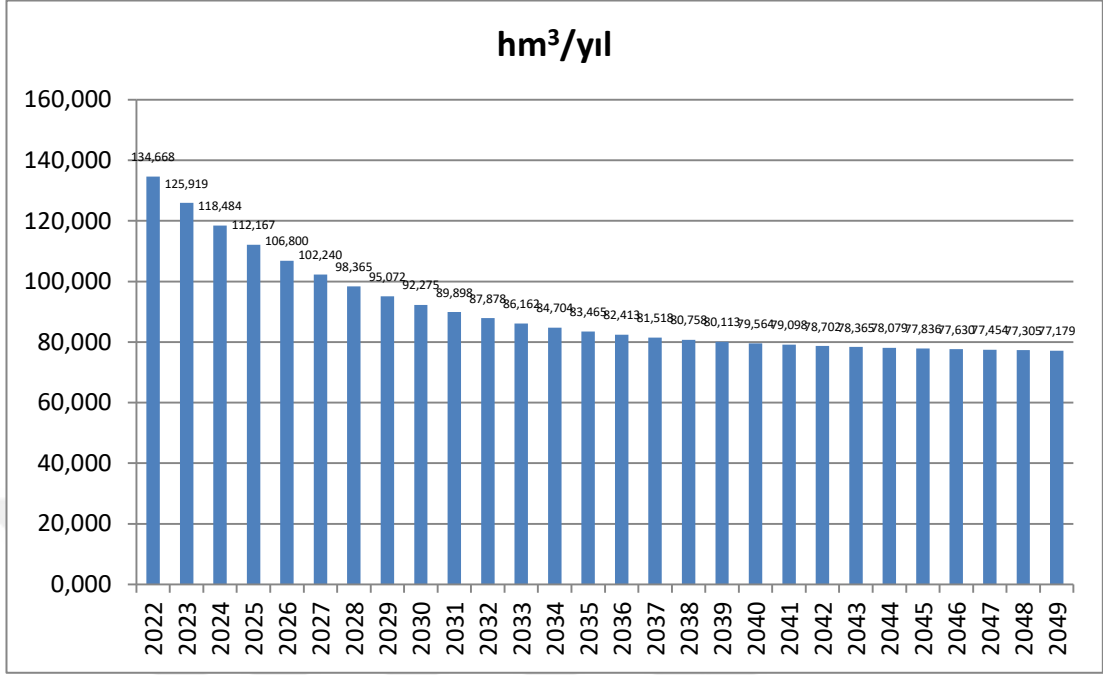
tarımsal etkinliğe dayalı olabileceği sonucu çıkarılabilir. Analizin Türkiye'ye ait olan kısmında tarımsal etkinliğin ön planda olduğu ve gelecekte de önemini arttıracığı sonucuna ulaşılabilir.

3.3.3. Almanya Örneğinin ESTAR Model Gelecek Tahminlemesi

Almanya'nın gelecek dönemlere ait olan sektörel su çekimleri ve makroekonomik değişkenleri üzerinde ESTAR model aracılığıyla öngörüler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Yapılan öngörülerde ilk olarak su çekimleri öngörüsüne yer verilecektir. Bunlar sırasıyla tarımsal, sanayi ve kentsel su çekimleri olacaktır. Ardından makroekonomik değişkenler için gelecek öngörülerini yer alacaktır.

3.3.3.1. Ekonomideki Sektörlerin Yaratacağı Su Baskısı

Grafik 3.7'de yer alan veriler Almanya'nın tarımsal su kullanım amaçlı kaynaktan çektiği tatlı suyun miktar öngörüsünü oluşturur. Model örnek ülkenin tarımsal su çekiminin gelecek yıllarda düşme eğiliminde olduğunu göstermektedir. 2022 yılı için 134,668 hm³'lük tarımsal su çekim hacminin doğrusal bir biçimde azalarak 77,179 hm³'e düşeceği öngörülmüştür. Diğer bir değişle Almanya'nın tarım sektörü için kaynaktan çekeceği su hacminin gelecek otuz yıl içerisinde %57,3 oranında düşeceği hesaplanmıştır.



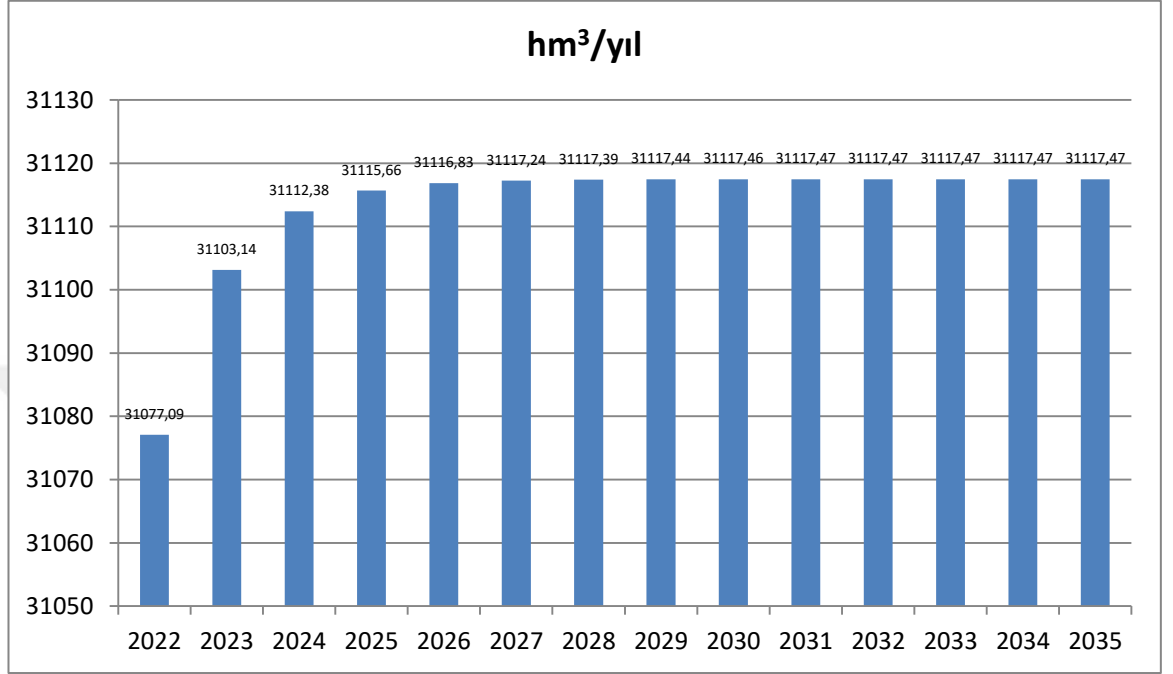
Grafik 3.7: Almanya'nın Tarım Sektörüne Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Almanya'nın tarımsal su çekiminin küresel ısınma ile arasında VAR analizine dayanılarak bir nedensellik ilişkisi içinde olduğuna değinilmiştir. ESTAR modelde de ülkenin tarımsal amaçlı tatlı su çekimi öngörüsündeki düşüş küresel ısınma öngörüsü ile örtüşmektedir. Bahsi geçen düşüş eğilimini tamamen küresel ısınmadaki artış eğilimindeki düşüşe bağlamak doğru olmaz. Düşüşün içerisinde sürdürülebilir kaynak kullanım politikasının da etkili olduğu ya da ülkenin tarım sektörünü küçültmekte olduğu sonuçları da çıkarılabilir. Tarımsal üretimde herhangi bir düşüşün olup olmadığını söyleyebilmek için su ayak izi üzerinden yeni bir öngörü modeli tasarlamak daha isabetli sonuçlar içerebilir. Fakat her iki durumda da Almanya'nın su kaynakları açısından sürdürülebilir bir tarımsal üretim gerçekleştirmeye yatkın olduğu sonucunu çıkarmak yanlış olmayacaktır.

Grafik 3.8'de Almanya'daki sanayi sektörünün su kaynakları üzerinde yaratacağı baskı tahminlenmiştir. ESTAR modele dayalı olan öngörü ancak gelecek on yıllık dönem için tutarlı sonuçlar üretebilmiştir. Grafikte betimlendiği üzere 2032 yılında sanayi su çekimi 31117,47 hm³ hacme ulaşacağı öngörülmüştür. 2022-2032

yılları arasındaki on yıllık dönemdeki çekim hacminde ancak 40,38 hm³'lük artış öngörülmüştür.

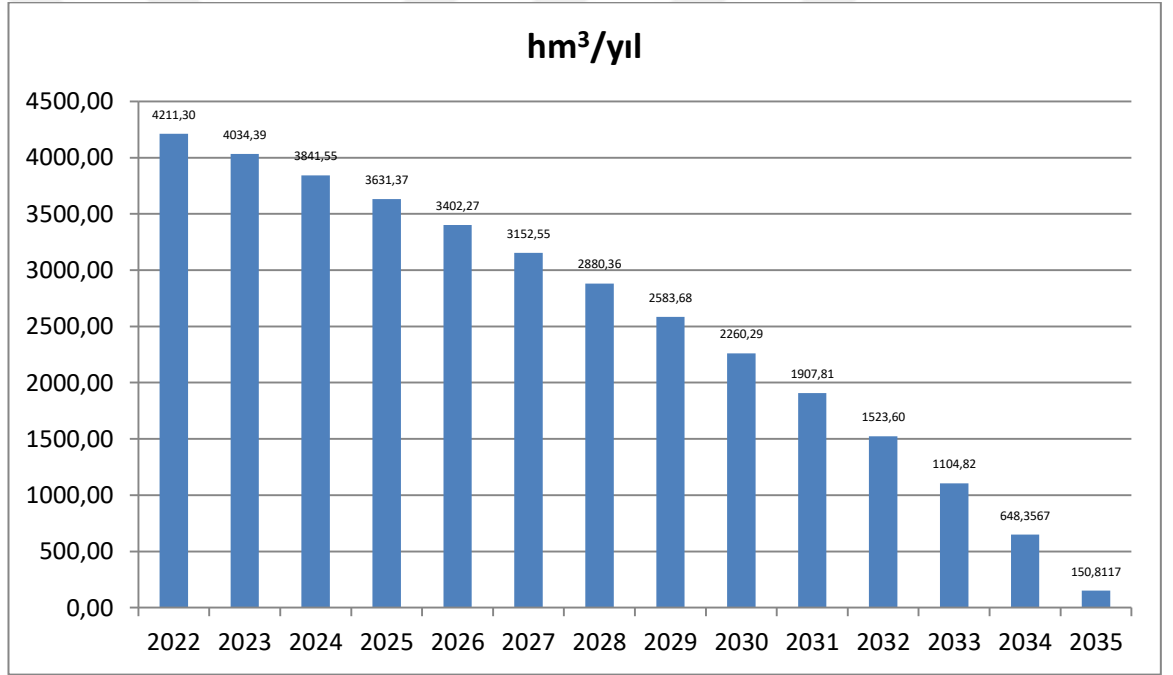


Grafik 3.8: Almanya'nın Sanayi Sektörüne Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2032)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Model aracılığıyla yapılan tahminlerin 2033 yılından sonra aynı değerleri tekrar tekrar ürettiği tespit edilmiştir. Bu durumda 2033 yılından sonraki dönem için üretilmiş olan değerleri ekonometrik açıdan anlamlı görülmemiştir. 2022-2032 yılları arası için üretilmiş olan değerlere göre ilk üç yıldan sonraki artış eğiliminden sonra sanayi sektörünün yarattığı su baskısı hemen hemen dengeye geldiği görülmektedir. Bu durumu küresel ısınmayla bağdaştırmak doğru olmaz. Çünkü daha önce VAR modele dayalı olarak yapılan analizde Almanya'nın sanayi sektörü için yaptığı su çekiminin küresel ısınma ile nedensellik bakımından ilişkili olmadığı görülmüştü. Ayrıca VAR model aracılığıyla sanayi su çekimi ve GSYİH arasında bir nedensellik bağı tespit edilmiştir. Daha sonra görüleceği üzere Almanya'nın GSYİH'si ciddi bir büyüme eğilimi de taşımaktadır. Bu eğilim göz önüne alınarak 2. bölümde bahsedildiği gibi Almanya'nın su çekiminin büyük bölümünün sanayi sektörüne ait olduğu da hatırlanırsa Grafik 3.8'de görülen denge durumunu sürdürülebilir su kullanımıyla ilişkilendirmek mümkündür.

Grafik 3.9'da Almanya'daki kentsel su kullanımının su kaynakları üzerinde yaratacağı baskı tahminlenmiştir. ESTAR modele dayalı olan öngörü ancak gelecek on yıllık dönem için tutarlı sonuçlar üretebilmiştir. Modele göre Almanya'da 2022 yılı için kentsel kullanım amaçlı olarak kaynaklardan toplamda 4211 hm³'lük su çekimi öngörülmüştür. Bu hacim düzenli bir düşüş seyri izleyerek 2035 yılına kadar 150,81 hm³'e kadar gerileyeceği öngörülmüştür. Fakat 2033 yılından sonra yaşanan ciddi kırılma dikkat çekicidir. Bu kırılmanın modelin tutarlılığını tehlikeye sokamaması amacıyla öngörünün 2032 yılına kadar tutarlı olduğu varsayılmıştır. Buradan hareketle Almanya'nın kentsel amaçlı su çekim hacminin 2032 yılında 1524 hm³'e gerileyeceği öngörüsünde bulunulmuştur.

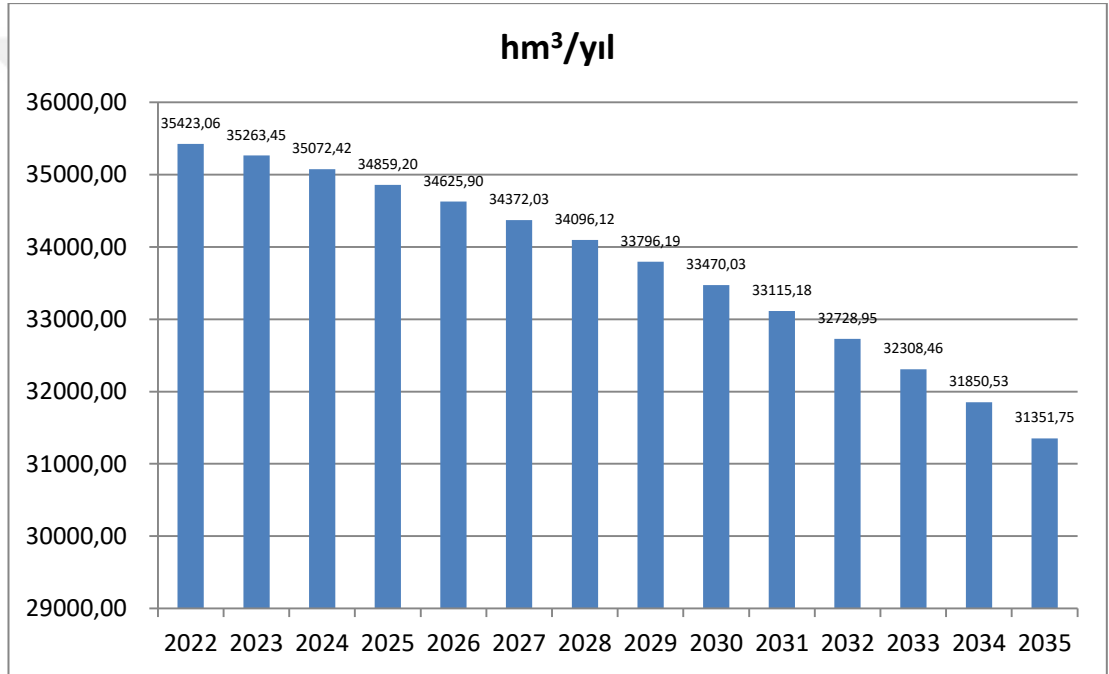


Grafik 3.9: Almanya'nın Kentsel Kullanıma Ait Tatlı Su Çekim Öngörüsü
(2022-2032)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Kentsel kullanıma ait su çekimindeki düşüşün küresel ısınmada daha önce ESTAR modele dayalı olarak yapılan öngöründen etkilendiğini söylemek doğru olmaz. Bunun nedeni daha önce kentsel kullanım için tasarlanan VAR model nedensellik sınavasının küresel ısınma ve Almanya'nın kentsel amaçlı su çekimi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunamamış olmasıdır. Su çekim verilerinin güvenilir olduğu varsayımı altında gözle görülen azalış eğilimini nüfustan

bağımsız olarak düşünmek doğru olmayacaktır. Almanya'nın 2049 yılına kadar 69,2-74,3 milyon bandına düşeceğine dair resmi öngörüler mevcuttur.³⁵⁴ Kentsel kullanımdaki düşüşe dair öngörü resmi nüfus öngörülerıyla uyumludur. Bunun yanında çalışmanın daha önceki bölümlerinde belirtildiği gibi Almanya'da sürdürülebilir su kullanımına yönelik çok ciddi bir çaba mevcuttur. Yapılan kentsel kullanım su çekim öngörüsünün sürdürülebilir su yönetim politikasından etkilendiği de söylenebilir.



Grafik 3.10: Almanya'nın Toplam Tatlı Su Çekim Öngörüsü (2022-2032)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

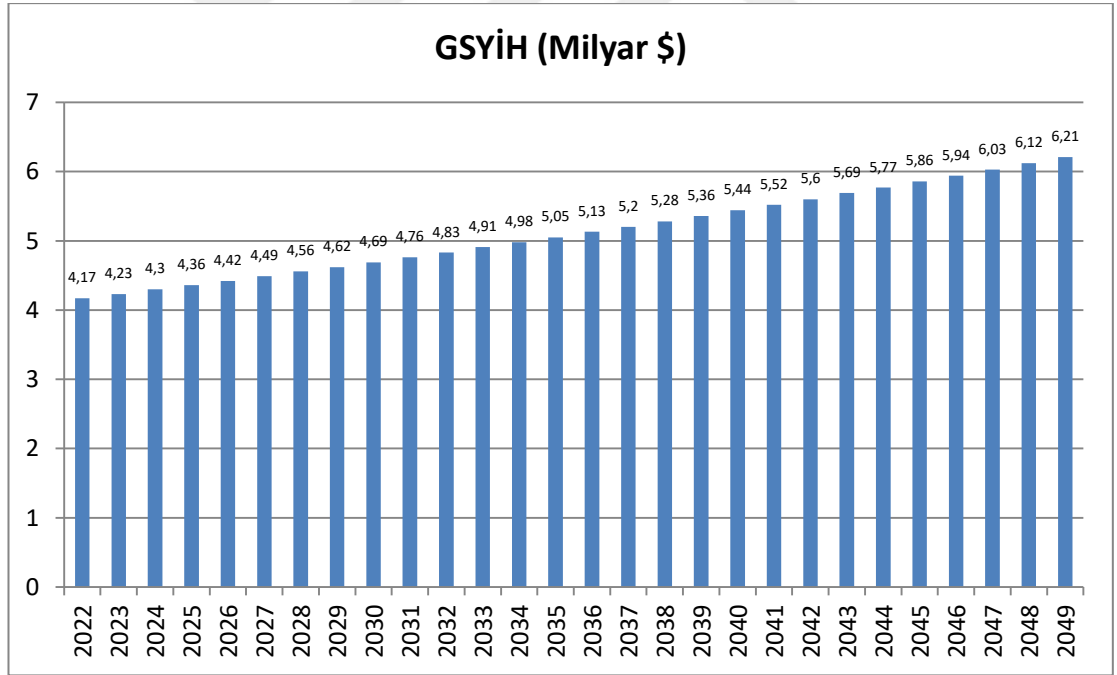
Almanya'nın ekonomisi için yapacağı su çekiminin toplamı Grafik 3.10'da verilmiştir. Sektörel su çekimi öngörülerinin toplamını içeren grafik ülke içinde yapılan tatlı su çekiminin önümüzdeki on yıl için düşme eğilimi içinde olduğuna işaret etmektedir. 2032 yılına gelindiğinde Alman ekonomisinin tüm sektörleri için toplamda yaklaşık 33 km³ su çekimi yapacağı öngörülmektedir. Bu durum toplam

³⁵⁴ Matthias Eisenmenger v.d., **Germany's Population by 2050. Results of the 11th Coordinated Population Projection**, Statistisches Bundesamt, 2006, Wiesbaden, s.64.

188 km³ kullanılabilir tatlı su kaynağı bulunan Almanya için oldukça makul bir miktar olarak görünmektedir. Denebilir ki salt su çekimi üzerinden yapılacak bir değerlendirmeye göre önümüzdeki yıllar içinde Almanya'nın su kaynakları miktar açısından baskı altına girmeyecektir.

3.3.3.2. Makroekonomik Göstergelerdeki Değişim

Almanya'nın makroekonomik değişkenleri su çekimi ve küresel ısınma bakımından VAR analizine tabi tutulmuştu. Ardından ESTAR modele dayalı olarak Almanya için yapılan su çekim öngörüsüne ülkenin makroekonomik değişkenleri için de ESTAR modele dayanan bir öngörü yapmak yerinde olacaktır. ESTAR modelin doğası gereği makroekonomik değişkenler üzerinden yapılacak tahminlemelerin tutarlılık düzeyi daha yüksek olacaktır. Almanya'nın GSYİH'de gerçekleşmesi beklenen değişim öngörüsü Grafik 3.11'de verilmiştir.

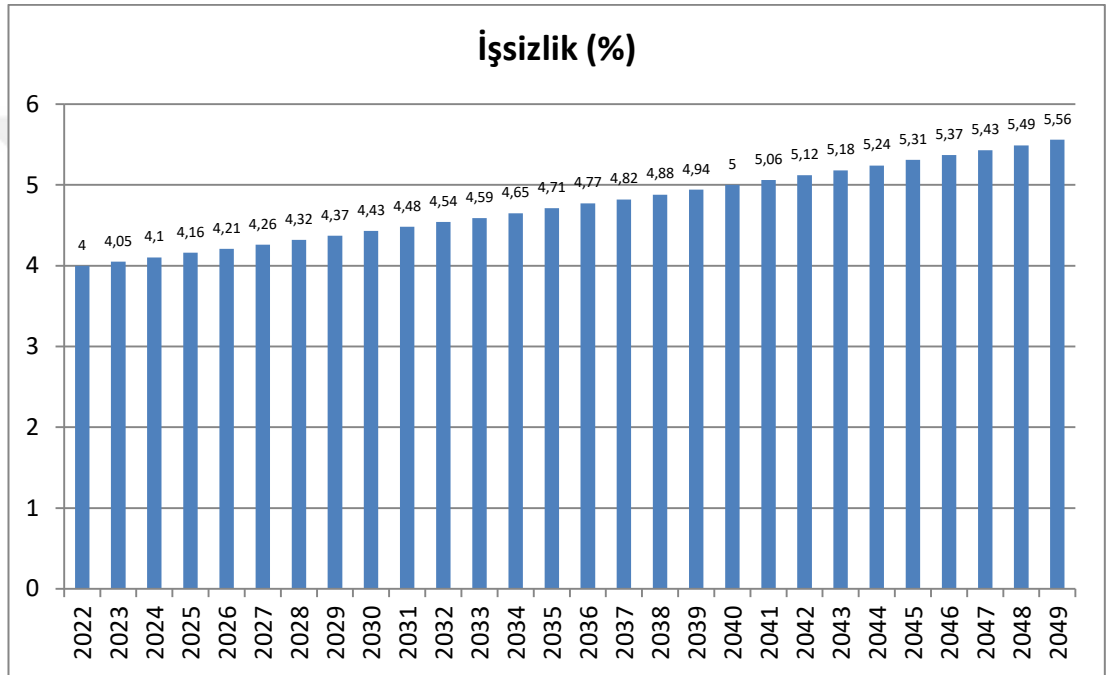


Grafik 3.11: Almanya'nın GSYİH'sindeki Değişim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Buna göre model Alman ekonomisinde sürekli bir doğrusal büyüme öngörmüştür. Öyle ki model, 2010 sabit fiyatlarıyla Alman GSYİH 'sının 2049 yılına gelindiğinde 6,21 milyar \$'a ulaşacağını öngörmüştür. Su kullanımının büyük kısmı

sanayi sektörüne ait olan Almanya için bu anlamlı görünmektedir. Almanya'nın sanayi su çekimi de uzun dönemde artış eğilimini kaybedecek olsa da kısa vadede artış göstermektedir. Buna ek olarak yapılan VAR analizi de ilgili ülkenin su çekimi ve GSYİH'si arasında anlamlı bir nedensellik de bulmuştur. Grafik 3.10'da yer alan bulgular Grafik 3.11'deki bulgularla birleştirilecek olursa Almanya'nın tatlı su kaynakları Alman GSYİH'sindeki büyümeyi en az on yıl daha destekleyebilecek potansiyele sahip görünmektedir.



Grafik 3.12: Almanya'nın İşsizlik Oranındaki Değişim Öngörüsü (2022-2049)

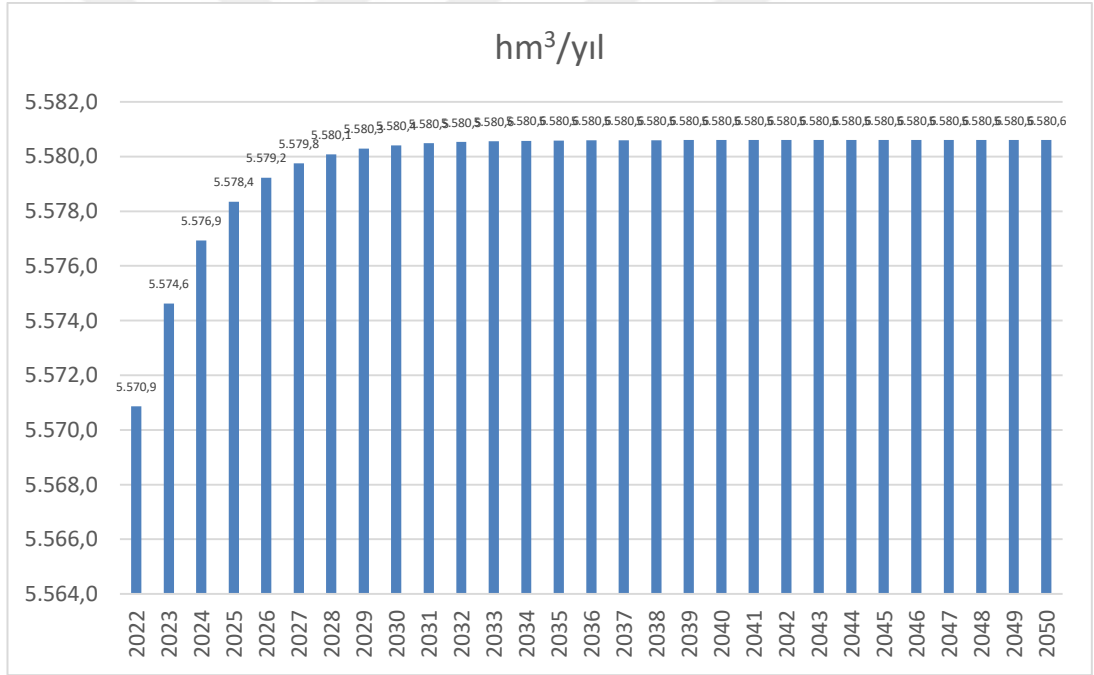
Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

ESTAR model Almanya'nın işsizlik öngörüsünü 2049 yılında %5,56'ya ulaşincaya kadar uzun vadeli sürekli bir artış eğilimi içinde bulmuştur. Fakat VAR modele dayalı yapılan nedensellik analizi işsizlik değişkeni ile su çekimi arasında anlamlı bir nedensellik kuramamıştır. Bu nedenle Grafik 3.12'de yer alan işsizlik öngörüsünü su baskısı açısından yorumlamak anlamsızdır. İşsizlik değişkeni ve küresel ısınma arasında bir nedensellik ilişkisi kurulmuştur. Grafik 3.1'de küresel ısınmanın düşüş eğiliminde olduğu ve uzun vadede nispeten dengeli bir yapıya kavuşacağı öngörülmüştür. Bu nedensellik ilişkisini küresel ısınma azaldıkça işsizlik de artar şeklinde yorumlamak da doğru görünmemektedir. Çünkü işsizlikte sürekli

doğrusal bir artış öngörülürken ısınma uzun vadede daha doğrusal bir biçim alarak ikisi kısmen zıt bir yapı sergilemektedir. Buna göre Almanya'daki işsizliğin nedenlerini küresel ısınmaya ek olarak başka yapısal değişkenleri de inceleyerek irdelenmek başka bir çalışmanın konusu olarak faydalı olacaktır.

3.3.3.3. Weser Havzası Su Baskısı

Almanya örneğinin ulusal çapta yapılmış olan ESTAR model gelecek tahminlerine daha küçük ölçekte bir örnek eklemek adına Weser ırmağı havzasına ait olan ESTAR modele dayalı bir öngörü çalışması eklenerek sonuçları Grafik 3.13'da verilmiştir. Modele değişken olarak dahil edilen veri dizisi, sektörel su çekimi verilerinin derlenerek havza ölçeğinde toplanmasıyla elde edilmiştir.



Grafik 3.13: Weser Havzasına Ait Toplam Su Çekim Öngörüsü (2022-2049)

Kaynak: Yazar tarafından ESTAR model aracılığıyla hesaplanmıştır.

Weser havzası su çekim hacmi için model tarafından üretilen öngörüler Grafik 3.13'da her ne kadar tutarsız gibi görünse de öngörüdeki yıllık değişimler arasındaki fark çok küçük ölçüde devam etmektedir. 2022 yılına ait öngörü değeri 5398,68214228 hm³'ten 2048 yılında 5580,60545209 hm³'e 2049 yılında ise 5580,60546371 hm³'e yükselmiştir. Öngörüdeki ilk beş yıla ait artış sonraki yıllara

göre daha büyük boyutlardadır. Modelin tutarlı olduğu düşünölerse Weser havzasındaki su çekiminin mevcut haliyle 2030 yılından itibaren dengeli bir yapıya kavuşacağı söylenebilir. Öngörü Almanya'nın sanayi sektörüne ait su çekim öngörüsüyle paralel bir yapı arz etmektedir. Buna göre Weser havzası üzerinde oluşan su baskısının sanayi yüküyle oluştuğu söylenebilir. Bu durum Almanya'nın sanayi gelirlerine dayalı genel makroekonomik yapısıyla da örtüşmektedir. Bu bağlamda Weser havzası üzerinde oluşacak olan su baskının başka çalışmalarda kalite yönünden incelenmesi faydalı olacaktır.



SONUÇ

Küresel ısınma geride bıraktığımız yarım yüzyıl içerisinde neredeyse tüm disiplinlerde çalışma konusu olan sayılı kavramlardan biridir. Siyasetten sosyolojiye mühendislikten temel bilimlere kadar küresel ısınma kavramıyla ilgili olarak birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle hidroloji ve klimatoloji alanlarında neredeyse üzerinde en çok durulan kavram olmuştur. Hâl böyle olunca yaşamın her anında kendine yer bulan ekonominin de bu hayati kavrama ilgisiz kalması beklenemez. Genel bir tanımlamayla kıt kaynaklarla sonsuz insan ihtiyaçlarını karşılamak amacı taşıyan ekonomi için tüm kaynaklar üzerinde etkisi olan bir kavramın da ekonomi çalışmaları içerisinde kendine yer bulmuş olması doğaldır. Yaşamın tüm aşamalarında en önemli yere sahip olan suyun ekonomik etkinlik için de temel girdi olmasından dolayı yeri son derece önemlidir. Ekonomiye su bağlamında yaklaşıldığında küresel ısınma kavramı ayrı bir önem arz eder. Bilim dünyası küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde etkili olduğunu varsaymaktadır. Bu nedenle küresel ısınma, su ve ekonomi üçgeninde yapılmış ve yapılacak olan çalışmalar önem taşımaktadır.

Küresel ısınmaya temelde neden olan durumun insan etkinliğine dayalı olan sera gazlarının salınımı olduğu kabul edilmiştir. Yeryüzünde insan etkinliğinin büyük bölümü ekonomiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu bağlamda bile küresel ısınma ve ekonomi ya da sera gazları salınımı ve ekonomi ikili ekseninde yürütülecek çalışmalar önem arz etmektedir. Bu bağlamda halihazırda birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde nasıl bir etki yapacağı konusu ise ekonomi için özellikle önemlidir. Bir numaralı doğal kaynak olan su sonludur. Bu durum suyu ekonomi için özellikle önemli hale getirmiştir. Küresel ısınmanın su kaynakları üzerinde yaratacağı etki eğer öngörülebilirse ekonomik etkinliğin verimini artırabilmek mümkün olabilir.

Küresel ısınmanın iklim üzerinde yaratacağı etki kürenin her yerinde aynı değildir. Buna bağlı olarak su kaynakları ve ekonomik etkinlik üzerinde yaratacağı etki de farklı olacaktır. Demek ki küresel ısınma, su ve ekonomi üçgeninde yürütülecek çalışmalar toptancı bir yapı arz edemez. İklim bilimciler küresel ısınmanın etkilerinden söz ederken Akdeniz çevresinde kuraklık etkisinin artacağını kuzey Avrupa'da ise yağışların artacağını öngörmektedirler. Buna göre ortaya çıkacak olan fiziksel ya da ekonomik su kıtlığı farklı boyutlarda olacaktır. Buna bağlı

olarak su arzının ve talebinin de deęiőeceęi söylenebilir. Küresel ısınmanın kuraklığı arttırdığı ya da aşırı iklim olaylarını tetiklediği bölgelerde su talebi artarken her bölgede su arzını karşılamak mümkün olmayacaktır. Küresel ısınma nedeniyle kuraklıkta artış beklenen Kuzey Afrika'da su talebi artarken su arzını da artırmak gerçek anlamda sorun teşkil etmektedir. Buna karşılık küresel ısınmanın aşırı iklim olaylarına neden olduğu Pakistan'da ve Bangladeş'te su kaynakları miktar değil kalite açısından baskı altına girdiği için talep sorunu daha ciddi bir biçimde kendini göstermektedir.

Dünyanın çok az bölgesinde topraklar susuz tarım yapmaya uygundur. Buna bağlı olarak dünyanın birçok yerinde tarımsal faaliyeti yürütebilmek ya da ticari anlamda tarımı verimli hale getirebilmek için sulamaya ihtiyaç vardır. Özellikle gelişmekte olan ülkeler ekonomilerini büyük ölçüde tarıma dayandırdıklarından su yoğun olarak tarımsal faaliyeti yrtmek için kullanılmaktadır. Diğer yandan gelişmiş ülkelerde suyun miktar açısından en çok kullanıldığı ekonomik sektör sanayidir. Bu alanda su en yoğun olarak enerji üretiminde soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Bu iki sektör dışında su kentsel amaçlı kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde kentsel su kullanımı gelişmekte olan lkelerden biraz daha yüksek olmakla birlikte arada oran olarak ciddi bir fark yoktur. Buna rağmen dünyanın alt gelir grubunda yer alan ülkelerde kentsel kullanım için suya erişim oldukça kısıtlıdır. Bu lkeler varlık olarak su kıtlığı ekmeseler dahi temiz suya erişim için gerekli altyapıdan yoksundurlar. Buralarda ortaya çıkan sorunu su alanındaki yönetiőim sorunu olarak tanımlamak yanlış olmaz.

Suyun öneminin ekonomik sektörlerle sınırlı olmadığı açıktır. Suyun stratejik ve politik anlamda da büyük önemi vardır. Dünyanın birçok yerinde su kaynakları bölgesel çatışmaların nedeni olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Ülkelerin ulusal güvenliklerini iliőkilendirdikleri bir araç olmasının yanı sıra yer yer bir silah olarak da kullanıldığı görülmüştür. Özellikle Çin-Rusya ilişkileri ve İsrail'in Ortadoğu siyaseti su kaynaklarından bağımsız düşünülemez. Suriye'nin içinde bulunduğu son durumda su kaynakları esasına dayalı bir haritanın çizilmiş olduğunu görmek mümkündür. Tüm bunlara ek olarak Türkiye'nin kırk yıldır karşı karşıya olduğu terör sorununu su kaynaklarından bağımsız düőünmenin de mümkün olmadığı açıktır.

Sonlu bir doğal kaynak olan suyun sürdürülebilir kullanımının yaşamsal olduğu artık kesin olarak görülmüştür. Bu bağlamda su kaynaklarını gerek temel ihtiyaçla gerek ticari amaçla kullanırken sürdürülebilir bir politika izlenmelidir. Sürdürülebilirlik yalnızca suyun miktar olarak verimli kullanılması anlamına gelmez, aynı zamanda daha az kirlenmesini sağlayarak kaynakları kalite bakımından da korumayı ifade eder. Yaşamın her alanında bir girdi olarak yerini alan suyun kullanımında büyük oranda negatif dışsallıklar mevcuttur. Bu dışsallıklar özellikle kalite alanında kendini gösterir. Kaynakların kalite açısından baskı altına girmesi insan faaliyetinin yarattığı negatif dışsallıkların özellikle su söz konusu olduğunda çok fazla olmasından ileri gelir. Bu dışsallıkların bir bölümü hesaplanabilir dışsallıklarken bir bölümü hesaplanamayan dışsallıklardır. Öyle ki hesaplanamayan negatif dışsallıkların yarattığı ve yaratacağı olası olumsuz etkiler tam olarak muhasebeleştirilemeyeceği için gelecekte ne tür mali zararlara neden olacağını kestirmek oldukça güçtür. Bu nedenle su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı amacıyla insan faaliyetlerinin miktar ve kalite baskısı oluşturmamasından önce sıkı biçimde denetim altına alınması şarttır.

Avrupa Birliği sürdürülebilir bir ekonomi yaratmak adına faaliyet gösteren dünyanın en kararlı siyasi oluşumudur. Bunu başarabilmek için ortak bir çevre politikası uygular. İhtiyatlılık, kaynakta önleme, kirlenen öder gibi ilkeler hem meydana gelecek negatif dışsallıkları azaltmaya yardımcı olduğu için hem de kaynakları tahrip edenler üzerinde yaptırım uygulama yetkisi tanıdığı için sürdürülebilir bir ekonominin oluşmasına yardımcı olur. Bunun yanında üye ülkeleri eşgüdümle ve onları sürdürülebilir bir ekonomi yaratmak adına ulusal ölçekte teşvik eder. Bunun yanında Avrupa Birliği Avrupa Yeşil Anlaşması gibi iklim nötr hedefi taşıyan bir takım eylem planlarını da devreye sokar. Her ne kadar AB'nin ortak bir su politikası olmasa da Su Çerçeve Yönergesi adlı genel bir yönergeyle su yönetiminin genel hatlarını çizer. Bu yönerge su konusunda değişik zamanlarda çıkarılmış yönergelerin de dahil edilmesiyle oluşturulmuştur. İçerisinde Nitrat Yönergesi gibi doğrudan suyla ilgili olmayan fakat dolaylı olarak su kaynaklarını etkileyen faaliyet konularının düzenlendiği bazı yönergeleri de içerir. Üyeler yönergeyi iç hukuklarına aktarmalı ve iç hukuklarında suyla ilgili olan düzenlemelerini yönergeyle uyumlaştırmak zorundadırlar. Yönerge insani kullanım amacını tahsisat sıralamasında birinci sıraya koymuştur. Daha sonra tarımsal etkinlik için gerekli olan suyun sağlanmasını ister. Sanayi suyunu bu iki sıralamanın ardına koymuştur. Bu

yönüyle yönerge insanın temel haklarına duyarlılık gösterir. Diğer yandan yönergede su mal olarak nitelendirilmiştir. Suyu temel bir insan hakkı olarak gören çevreler bu tutumun suyu metalaştırması nedeniyle suyun mal olarak nitelendirilmesine ciddi eleştiriler getirmişlerdir.

Avrupa Birliği su yönetimi, suyun bilinçli kullanımı ve su ve sulama teknolojilerinin geliştirilmesi konularında resmî kurumları aracılığıyla çalışmalar yaparken kâr amacı taşımayan bağımlı veya yarı bağımlı kuruluşlar da oluşturur. Zaten var olan sivil toplum kuruluşlarını destekler. Su konusunda çalışmalar yapan bireysel araştırmacılara veya girişimcilere proje temelinde mali yardımlar sağlar. Böylelikle birlik su konusunda yönetişimi tabana yayar ve farklı görüş açılarından faydalanarak daha verimli bir su yönetimi ortaya koymuş olur.

Araştırmalar ısınmanın dünyanın farklı bölgelerinde suya olan talebi birbirinden farklı biçimde etkileyebileceğini göstermiştir. Buna göre farklı bölgelerde farklı iklim türleri ve su kaynakları yapılarına sahip olan ülkeler farklı ekonomik yapılarını olası olumsuzluklara karşı hazırlayabilmek için farklı çalışmalar yapmak zorundadırlar. Bu nedenle iki farklı bölgede iki farklı iklim yapısına ve ekonomik yapıya sahip olan ülkeyi ele almak karşılaştırma yapabilmek adına önemli olduğu için bu çalışma Türkiye ve Almanya gibi iki farklı örnek ülke üzerinden yürütülmüştür. Örnek ülkelerin coğrafi ve ekonomik yapıları farklıdır. Nüfus bakımından neredeyse eşit büyüklükte olan ülkelerdir. Avrupa Birliği üyesi bir ülke olan Almanya'nın ve aday ülke konumunda olan Türkiye'nin bu çalışma için iyi bir karşılaştırmalı örnek teşkil edeceği düşünülmüştür.

Türkiye'deki kendi su kaynakları üzerindeki tasarruf yetkisi tüm diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi anayasanın ilgili maddesi uyarınca devletin tekeli altındadır. Fakat bu yetki devlet tarafından belirli bir süre için belirli koşulları sağlamak şartıyla başka kişi veya kuruluşlara kullandırılabilir. Türkiye'nin su ile ilgili yasal düzenlemesi derli toplu bir su yasasından mahrumdur ve ülkede su kaynaklarının idaresi konusunda çok başlılık hakimdir. Belirli bakanlıklar ve belediyeler arasında dağıtılmış olan yetki karmaşası içinde Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü su kaynaklarının planlanması ve yönetilmesi konusunda temel aktör olarak öne çıkar. Bunlar içinde su arzı kentlerde belediyeler tarafından yapılırken tarım sektörü için su arzı DSİ tarafından yapılmaktadır. Kullanım önceliği sıralaması Avrupa Birliği'nde olduğu gibi

insanın temel ihtiyaçlarını öncelerken ticari amaçlı talebi ikinci sraya almıştır. Türkiye’de yer alan su kaynaklarının yönetimi havza temelinde teşkilatlandırılmıştır. Bu nedenle tek bir ilin ya da idari bölgenin sınırları içinde kalmaz. Yıllar içinde birçok yasal düzenleme Türkiye’nin su yönetimi konusunda hukuki müktesebatını oluştursa da havza ölçekli yönetim esası Avrupa Birliği müktesebatına uyum erevesi içinde kabul edilmiştir.

Bu uyum süreci erevesi içinde bir doğal kaynak olan suyun yönetiminde bütünleşik yönetim biçimi kabul edilmiştir. Bu yönetim biçimi ve havza ölçeğinde oluşturulan idari yapılanma Avrupa Birliği Su ereve Yönergesi’nin ye ülkeler için uygulanmasını istediği temel ölçütlerdir. Türkiye aday ülke olarak Avrupa Birliği’nin ilgili müktesebatıyla kendi müktesebatını uyumlaştırmak zorundadır. Bu zorunluluk Su ereve Yönergesi’ni de kapsar. Buna göre Türkiye su yönetimi konusunda Su ereve Yönergesi ile kendi mstebatını uyumlaştırmak zorundadır. Fakat uyum düzeyi henüz istenen aşamaya ulaşmamıştır. Örneğin havza yönetim planları, su tahsis planları ve taşkın yönetim planları tamamlanamamıştır. İlerleme raporlarından hareketle Türkiye’deki su kalitesinde istenilen ilerleme sağlanamamıştır. İçinde yüzülen sular konusunda da uyum düzeyinin yetersiz olduğu belirtilirken Türkiye’nin arıtma kapasitesindeki ciddi artıştan da olumlu olarak bahsedilmiştir.

Türkiye kullanılabılır tatlı su potansiyeli konusunda genel kanının aksine zengin bir ülke değildir. Toplamda 112 km³’lk kullanılabılır tatlı su kaynağına sahiptir. Bu hacmin içinde yüzey suları ve yeraltı suları bulunmaktadır. Bu miktarın yalnızca 14 km³’ yeraltı sularından oluşmaktadır. Buna göre Türkiye ağırlıklı olarak yüzey sularına bağımlıdır denebilir. Su baskısı bakımından ise Falkenmark göstergesine göre su baskısının başlaması aşamasındadır. Türkiye’de su kaynakları her bölgeye homojen olarak dağılmamıştır. Örneğin Türkiye’nin su varlığı Falkenmark göstergesine göre yalnızca on beş havzada yeterli grnmekteyken geriye kalan on havzada yetersiz görünmektedir. Yeterlilik düzeyi de her havzada aynı değildir. Türkiye’nin nüfus ve su kaynaklarının dağılımı konusunda dengesizlik mevcuttur. Bu durum da havza ölçeğinde su varlığının yeterlilik dağılımına etki etmektedir. Gelecekte Türkiye belirli bölgelerinde meydana gelebilecek olan su baskısını azaltabilmek için havzalar arası su aktarımını düşünmek zorunda kalabilir.

Türkiye tatlı suyunun büyük bölümünü tarımsal faaliyetini yürütebilmek için kullanmaktadır. Öyle ki bu oran %70'in üzerindedir. Bu haliyle Türkiye su kullanım deseni konusunda gelişmekte olan ülke profili çizmektedir. Yüksek nüfusu nedeniyle kentsel amaçlı kullandığı su miktarı oran olarak sanayide kullandığı su oranının üzerindedir. Sanayide kullandığı tatlı su payı ise sektörel ölçekte en düşük paya sahiptir. Fakat bu tablonun ortaya çıkmasında Türkiye'nin sanayide soğutma suyu olarak deniz suyunu büyük ölçüde kullanmasının katkısı büyüktür. Türkiye su ayak izi konusunda pek iç açıcı bir tablo çizememektedir. Su ayak izi konusunda büyük bir iz yapısıyla gelişmekte olan ülkeler resmi çizer. Su ayak izinde mavi su ayak izinin payı görece olarak büyüktür. Bu da ülke ekonomisinde doğrudan kaynaktan çekerek kullandığı su payının büyük olduğunu gösterir. Yoğun tarımsal faaliyette bulunması ve sulama teknolojisinde nispeten geri kalmış yöntemler kullanması da bu duruma neden olarak gösterilebilir. Buna ek olarak Türkiye'nin su ayak izi zamanla büyüme eğilimi göstermiştir. Bu da üretim hacmi artarken üretim tekniğinin pek ilerlemediğini göstermektedir.

Çalışmanın ikinci örneğini teşkil eden Almanya'da ise su yönetimi federal yönetim biçimi nedeniyle Türkiye'dekinden daha çok yetki devrine sahne olur. Ancak buna rağmen yönetim yapısı hukuki anlamda daha derli toplu bir yapı arz eder. Öncelikle Almanya'nın bir Avrupa Birliği ülkesi olması nedeniyle birlik uygulamalarıyla doğrudan bağlıdır. Bu da her şeyden önce Su Çerçeve Yönergesi'nin Almanya'daki su yönetiminde bağlayıcı olan temel hukuki metin olarak kabul edilmesine neden olur. Ayrıca yönerge bütünsel bir yönetim yapısı öngördüğünden atıf yapmış olduğu diğer birlik politikalarıyla ülkenin su yönetimini bağlar. Bunun yanı sıra Almanya federal düzeyde bir su yasasına sahiptir. Gerek federal düzeyde gerek eyaletler düzeyinde olsun konuyla ilgili yapılan tüm yasal düzenlemeler bu yasayla uyumlu olmak zorundadır. Federal düzeyde yapılan düzenlemelere ek olarak eyaletler düzeyinde de yasa yönetmelik ve bildirimler gibi yasal düzenlemeler oluşturulmuştur. Türkiye'de görülenin aksine belirli kurumlar su yönetimi konusunun hiçbir alanında kendi başına yetkili değildir. Su kaynakları yönetimi departmanına sahip bakanlık yüksek yetkili durumundadır. Almanya'da su arzı hem özel kesim hem de kamu kesimi tarafından yapılmaktadır ve kişiler diledikleri kesimden hizmet alma hakkına sahiptir. Bu koşullar altında Almanya'da su arzının %61'i özel sektör tarafından sağlanır.

Almanya su kaynakları bakımından zengin durumdadır. Ülkenin toplam kullanılabilir tatlı su hacmi yıllık 188 km³tür. Nüfus dağılımı bakımından dengeli bir yapı gösteren ülke su kaynakları dağılımı bakımından da dengeli bir yapı arz eder. Bu denge yüzey suları ve yeraltı sularının birbirini dengeleyecek biçimde dağılımından ileri gelir. Ülkede çoğu sınır aşan nehirler olmak üzere bunlara ait toplam on adet havza bulunmaktadır. Bu havzaların toplam su varlığının yaklaşık 48 km³'lük bölümünü yeraltı suları, kalan yaklaşık 140 km³'lük bölümünü ise yüzey suları oluşturur. Bu miktar Türkiye'den daha küçük yüzölçümüne fakat aynı nüfusa sahip olan Almanya'nın Türkiye'den yaklaşık %60 daha büyük bir su varlığına sahip olduğunu gösterir. Almanya Falkenmark göstergesine göre su baskısı altında olmayan bir ülkedir.

Almanya'nın su kullanımının yaklaşık %78'le büyük bölümü sanayi sektörüne aittir. Bu kullanımın en büyük bölümü olan enerji üretimi toplamın yaklaşık %53'ünü kapsar. Yapılan su çekiminin yaklaşık %21'i kentsel amaçlıyken sadece %1'i tarım sektörü için yapılmaktadır. Bu haliyle Almanya gelişmiş ülke profili çizer. Almanya'daki tarımsal amaçlı kullanılan su miktarının oldukça düşük olmasının nedenleri arasında ülkenin iklim yapısı, ekonomik yapısı ve modern sulama yöntemleri gösterilebilir. Enerji sektörü için çekilen suyun büyük bölümü ise soğutma amaçlıdır. Almanya'nın tüm sektörler için yaptığı su çekimi düşüldüğünde kaynakta kalan suyu ülkenin sahip olduğu suyun %85'inden fazlasıdır. Almanya su ayak izi konusunda Türkiye'ye kıyasla küçük bir ayak izine sahiptir. Toplam su ayak izi içerisinde gri su ayak izi gelişmiş ülke türüne uygun olarak görece yüksektir. Bu durum Almanya'nın sanayi üretimi ile ilişkilendirilebilir. Almanya'nın su çekimi ve su ayak izi yıldan yıla düşmüştür. Bu durum sürdürülebilir bir ekonomi yaratma çabasının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Fakat gri su ayak izinin yüksek olması ülkenin su kaynakları üzerinde oluşturduğu baskının miktar yönlü olmaktan ziyade kalite yönlü olduğunu göstermektedir.

Almanya'nın Su Çerçeve Yönergesi'ne uyum durumu Türkiye'den oldukça açık bir farkla yüksek olup son derece ayrıntılı bir biçimde raporlanmıştır. Havza yönetim planları, su tahsis planları ve taşkın yönetim planları tamamlanmıştır. Ayrıca su kaynaklarının durumunu denetleyebilmek için çok sayıda gözlem noktası oluşturulmuştur. Ekolojik yönden uyum durumu ortalama durumda sayılabilirken miktar yönünden uyum durumu neredeyse tamdır. Almanya'nın su kaynaklarının

uyum durumu kimyasal bakımdan basamaklı olarak incelenmiştir. Buna göre tüm su kaynaklarında kimyasal yönden uyumu uPBT sınıfındaki kirleticiler hariç tutulduğunda iyi durumdadır. Buna karşılık uPBT sınıfındaki kirleticiler dahil edildiğinde kötü durumda olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada küresel ısınmanın ve makro ekonomik değişkenlerin su kaynakları üzerindeki etkisini analiz edebilmek için ekonometrik analiz yöntemi benimsenmiştir. Bu yöntem iki farklı ekonometrik modele dayandırılarak oluşturulmuştur. Bu modellerden ilki VAR modeldir. VAR model yardımıyla küresel ısınma, makro ekonomik değişkenler ve tatlı su kaynaklarından yapılan sektörel su çekim hacimleri birer değişken olarak ele alınarak bu değişkenler arasında herhangi bir nedensellik bağının olup olmadığı sınanmıştır. VAR modelin seçiliş nedeni sıradan bir AR modele göre daha tutarlı sonuçlar vermesidir. Ayrıca kuramsal olarak iklim değişkenlerinin ekonomiyle ilişkisini sınamak için uygun bir model olduğu belirtilmiştir. Ayrıca VAR modelin iklim değişkenlerinin nedensellik sınamasına tabi tutulmasında ve bu değişkenlerin ekonomik değişkenlerle ilişkilendirilmesinde görece daha güvenli sonuçlar veriyor olduğu yapılan literatür taramasında da saptanmıştır.

Analizin dayandırılmış olduğu ikinci model ise ESTAR modeldir. Çalışmada bu model değişkenlere yönelik gelecek tahminlemesi yapmak için kullanılmıştır. ESTAR model tahminleme yapmak için kullanılan diğer ekonometrik modellere göre daha yeni ve gelişmiş bir modeldir. Buna ek olarak doğrusal olmayan yapısıyla doğrusal modellere göre daha tutarlı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Yapılan literatür çalışmasında döviz kurlarına yönelik ESTAR model yardımıyla yapılmış olan öngörülere çürütmeler yazıldığı görülmüştür. Fakat tarama sürecinde döviz kuru tahminlemesi dışında modelin güvenilir olmadığına dair herhangi bir çürütmeye rastlanamamıştır. Model kuramsal anlamda çalışmada öngörülebilir bulunmak için seçilebilecek en tutarlı model olarak düşünüldüğü için seçilmiştir.

VAR ve ESTAR modeller yardımıyla yapılacak olan ekonometrik analiz için değişken olarak kullanılacak veri dizileri kendi içinde tutarlı olması istendiği için türlerine göre hep aynı kaynaktan alınmıştır. Küresel ısınma için NASA'nın, tüm su çekim hacimleri için AÇA'nın, tüm makro ekonomik veriler için ise Dünya Bankası'nın verileri kullanılmıştır. Bunun nedeni verilerin her ülke için aynı yöntemle ve olabildiğince aynı hata payı ile üretilmiş verileri kullanma kaygısıdır. Ulusal

makamlar tarafından üretilmiş olan veriler tercih edilmemiştir. Özellikle su çekimi verileri için Alman makamlarının üretmiş olduğu veriler boşluklu yapısı nedeniyle tercih edilmemiştir. Türk makamlarının ürettiği verilere ise resmi talebe rağmen ulaşamamıştır.

Çalışmanın konusu hakkında VAR ve ESTAR modellere yönelik yapılmış olan literatür taramasında küresel ısınma, su kaynakları ve makro ekonomi üçgeninde bir çalışmaya rastlanamamıştır. VAR model özelinde yapılan çalışmaların genellikle küresel ısınma-karbon salınımı ilişkisi, karbon salınımı-ekonomi, karbon salınımı-enerji tüketimi/üretimi, enerji tüketimi/üretimi-ekonomi eksenli çalışmalar olduğu tespit edilmiştir. Taramada karbon salınımı esaslı yapılan çalışmaların birbirleriyle görece tutarlı sonuçlar verdiği göze çarparken küresel ısınma esaslı yapılan çalışmaların genellikle çelişkili olduğu görülmüştür. ESTAR modele yönelik yapılan taramada yapılan çalışmaların genellikle kur hareketleri ve enflasyon tahminlemesi üzerine olduğu görülmüştür. Çalışmanın konusuna benzer bir konuda VAR ve ESTAR modelleri aynı anda içeren herhangi bir çalışmaya ise rastlanamamıştır.

Çalışmanın ekonometrik analiz bölümünde çalışmanın tez sorusunu sınamak amacıyla öne sürülen hipotezler sınanmıştır. Bu önermelerden H1 ve H2 numaralı hipotezler ve bu hipotezlerin alt hipotezleri VAR model aracılığıyla, H3 ve H4 numaralı hipotezler ise ESTAR model aracılığıyla sınanmıştır. Sınama süreci örnek ülkeler için hem ulusal boyutta hem de havza boyutunda ele alınarak yürütülmüştür. Buna göre Türkiye için H1 numaralı hipotez ve alt hipotezlerine ait VAR modele dayalı olmak üzere yapılan sınama sürecinde küresel ısınma ve Türkiye'nin ulusal çapta yapmış olduğu tarımsal su çekim hacmi arasında herhangi bir Granger nedenselliğine rastlanamamıştır. Tarım sektörü su çekiminde olduğu gibi Türkiye'nin tarım dışı sektörleri için yapmış olduğu ulusal çaptaki su çekim hacmiyle de küresel ısınma arasında her herhangi bir nedenselliğe rastlanamıştır. Türkiye örneğinin içinde bulunan Tuz Gölü örneği için yapılan VAR model nedensellik sınaması da ikilinin Granger nedenselliği bakımından ilişki içinde olmadığını göstermiştir. Buna göre Türkiye için H1 numaralı hipotez tüm alt hipotezleri olan H1a, H1b, H1c, H1d hipotezleriyle birlikte reddedilmiştir.

Sektörel su çekimleri ve makro ekonomik göstergeler arasında nedensellik bağı olduğunu ileri süren H2 numaralı hipotez ve onun alt hipotezleri VAR model aracılığıyla Türkiye için sınıandığında işsizlikten tarımsal su çekimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi görülürken tarımsal su çekimi ve GSYİH arasında iki yönlü Granger nedenselliği tespit edilmiştir. Buna göre H2a ve H2d numaralı hipotezler Türkiye için kabul edilmiştir. Türkiye tarım dışı sektörlerle ait su çekimleri ve makro ekonomik göstergeler açısından nedensellik sınamasına tabi tutulduğunda ise herhangi bir nedensellik tespit edilememiştir. Bu sonuçtan hareketle Türkiye için H2b, H2c, H2f ve H2e numaralı hipotezlerse reddedilmiştir.

H1 numaralı hipotez Almanya örneği ve onun bir alt örneği olan Weser havzası için VAR model aracılığıyla sınanmıştır. Buna göre Almanya için küresel ısınma ile ulusal çapta yapmış olduğu tarımsal su çekim hacmi arasındaki nedensellik bağınaı tespit etmek amacıyla yapılmış olan sınama sürecinde küresel ısınmadan tarımsal su çekim hacmine doğru tek yönlü bir Granger nedenselliği saptanmıştır. Buna karşın Almanya'nın ulusal çapta sanayi sektörüne ve kentsel kullanıma ait olan su çekim hacimleri ile küresel ısınma arasında herhangi bir nedenselliğe rastlanamamıştır. Almanya örneğini daha küçük ölçekte sınamak amacıyla Weser havzasından yapılan toplam su çekimi ile küresel ısınma arasında nedensellik bağınaı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ışığında H1 numaralı hipotez yalnızca H1a numaralı alt hipotezi için kabul edilirken H1b, H1c ve H1d alt hipotezleri için reddedilmiştir.

Almanya örneği için H2 numaralı hipotez ve onun alt hipotezleri sınıandığında Almanya'nın tarım sektörüne ait su çekiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Tarım sektörüne ait su çekimleri ve işsizlik oranları VAR model yardımıyla nedensellik sınamasına tabi tutulduğunda ise işsizlikten tarımsal su çekimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu görülmüştür. Almanya'nın sanayi sektörüne ait su çekimi ile GSYİH'ye doğru tek yönlü bir Granger nedenselliği mevcutken aynı sektöre ait su çekim hacmi ile işsizlik arasında bir nedensellik bağı saptanamamıştır. Almanya'nın kentsel amaçlı su kullanımının ise nedensellik bakımından söz konusu makro ekonomik değişkenlerle ilişkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre Almanya örneği için H2a, H2b ve H2d numaralı alt hipotezler kabul edilirken H2c, H2e ve H2f numaralı alt hipotezler reddedilmiştir.

1990-2017 referans dönemi verilerine dayalı olarak ESTAR model aracılığıyla yapılmış olan gelecek tahminlemesi H3 numaralı hipotezi sınamak amacıyla oluşturulmuştur. H3 numaralı hipotez ileride meydana gelecek tahmini değişimin IPCC'nin RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 senaryolarından biriyle uyumlu olduğunu belirtmektedir. Yapılan sınama küresel ortalama sıcaklık artışının 2050 yılına kadar yaklaşık 0,7617°C olacağını öngörmüştür. Bu düzey IPCC'nin 1986-2005 referans dönemi verilerine dayalı olarak 2046-2065 yıllarına yönelik yapmış olduğu gelecek tahminlemeleri içerisinde yer alan RCP2.6 numaralı senaryo ile uyumludur. Bu sonuca göre H3 numaralı hipotez kabul edilmiştir.

Türkiye'deki su kaynaklarından yapılan tatlı su çekimi ve seçilen makro ekonomik değişkenler ESTAR model aracılığıyla gelecek tahminlemesine tabi tutulmuştur. Buna göre Türkiye'deki işsizlik oranı düşme eğilimindeyken GSİYH büyüme eğilimindedir. Buna ek olarak su kaynaklarından yapılan ulusal çaptaki su çekimlerinden tarım sektörüne ait olanı büyüme eğilimi göstermektedir. Fakat tarım dışı sektörlerdeki tatlı su çekim oranı düşme eğilimindedir. Tarım sektörü Türkiye'nin en çok tatlı su çeken sektörüdür ve sektörün 2050 yılına kadar yapacağı su çekiminin yaklaşık 92,5 km³'e çıkacağı öngörülmüştür. Ayrıca tarım dışı sektörlerdeki tatlı su çekim hacminin 2050 yılına kadar yaklaşık 8 km³ olacağı öngörülmüştür. Toplamda 2050 yılına kadar ulaşacağı hacmin yaklaşık 100,5 km³ olacağı düşünülürse Türkiye'nin yaklaşık 112 km³ olan kullanılabilir tatlı su kaynaklarının 2050 yılına kadar Türkiye'nin ekonomik etkinliğini destekleyebilecek durumda olduğu anlaşılabılır. Buna ek olarak ESTAR model aracılığıyla Tuz Gölü havzası alt örneğinde yapılan su çekim öngörüsü 237,2 hm³ olarak hesaplanmıştır. Bu hacim yıllık kullanılabilir ortalama su varlığı AÇA verilerine göre yaklaşık olarak 2823,6 hm³ olarak hesaplanmış olan Tuz Gölü havzası için kabul edilebilir ölçüdedir. Diğer bir değişle 2050 yılına kadar su çekim hacminde yaklaşık %4,3'lük bir artışın meydana gelebileceği öngörülmüştür. Bu oran sürdürülebilir su kullanımı için kabul edilebilir bir büyüme oranıdır. Bu sonuçlardan hareketle H4 numaralı hipotez Türkiye örneği için kabul edilmiştir.

Almanya için su kaynaklarından yapılan tatlı su çekimi ve seçili makro ekonomik değişkenler ESTAR model aracılığıyla gelecek tahminlemesine tabi tutulmuştur. Modele göre ülkedeki işsizlik oranı ve GSİYH büyüme eğilimindedir. Ulusal çaptaki tatlı su çekimlerinden tarım sektörüne ve kentsel kullanıma ait olanları

düşme eğilimi gösterirken sanayi sektöründeki tatlı su çekim oranı ise büyüme eğilimindedir. Sanayi sektörü Almanya'nın en çok tatlı su çeken sektörüdür ve 2035 yılına kadar yapacağı su çekiminin yaklaşık 31,1 km³'e çıkacağı öngörülmüştür. Buna ek olarak tarım sektöründeki tatlı su çekim hacminin 2050 yılına kadar yaklaşık 77,179 hm³ olacağı öngörülmüştür. Kentsel kullanıma ait su çekim hacmi ise modele göre 2035 yılına kadar yaklaşık 648,3 hm³ olacaktır. Toplamda 2035 yılına kadar ulaşacağı hacmin yaklaşık 31,8 km³ olacağı düşünülürse Almanya'nın yaklaşık 188 km³ olan kullanılabilir tatlı su kaynakları 2035 yılına kadar Almanya'nın ekonomik etkinliğini destekleyebilecek durumdadır. Her ne kadar model tahminleme konusunda Almanya'nın ulusal ölçekteki tatlı su çekim hacimlerinde sanayi ve kentsel kullanım için 2050 yılına kadar tutarlı sonuçlar üretememiş olsa da Almanya'nın toplamda düşme eğiliminde olan su çekim hacmi kullanılabilir su kaynaklarının 2035 yılına kadar yaklaşık altıda birine denk gelmekte olduğu için ülkenin 2050 yılına kadar su kaynakları üzerinde bir baskıyla karşılaşmayacağı düşünülebilir. Buna ek olarak ESTAR model aracılığıyla Weser havzası alt örneğinde yapılan su çekim öngörüsü 2050 yılına kadar %15,3'lük bir artışla yaklaşık 6,58 km³ olarak hesaplanmıştır. Bu hacim yıllık kullanılabilir ortalama su varlığı AÇA verilerine göre yaklaşık olarak 11,6 km³ olarak hesaplanmış olan Weser havzası için kabul edilebilir ölçüdedir. Bu sonuçlardan hareketle H4 numaralı hipotez Amanya örneği için kabul edilmiştir.

Çalışmada yürütülmüş olan ekonometrik analiz Türkiye'deki ve Almanya'daki kullanılabilir tatlı su kaynaklarının bu ülkelerdeki ekonomik faaliyeti yakın-orta vadedeki gelecekte destekleyebilir durumda olduğunu göstermiştir. Çalışma su kaynakları üzerinde oluşacak baskıyı yalnızca miktar açısından değerlendirdiğinden kalite açısından kaynaklar üzerinde oluşacak baskının ekonomiye olan yansımaları ayrı bir incelemenin konusu olabilir. Böyle bir inceleme çalışmamızın dışında kalan en önemli yanı tamamlamış olacaktır. Çalışma genel anlamda her iki örnek ülke için iyimser bir tablo ortaya koymuştur. Fakat çalışmanın tutarlılığını kullanılan yöntemin iç tutarlılığından ve kullanılan veri dizilerinin kendi içindeki tutarlılığından bağımsız düşünmemek gerekir. Diğer bir değişle çalışma, modellerin kuramsal açıdan taşıdığı hata paylarını ve değişken olarak kullanılmış olan veri dizilerinin içerdiği hata paylarını da içinde barındırarak bir sonuca ulaşmıştır. Tüm bilimsel çalışmalarda olduğu gibi bu çalışma da yanılsamaya açıktır.

Buna ek olarak ekonomide bilinen ve bilinmeyen sayısız dışsalılık mevcuttur. Özellikle su kaynakları söz konusu olduğunda bu dışsalılıkların sayısı çoğalır ve sınırları muğlaklaşır. Bu nedenle çalışmada çizilmiş olan olumlu tablo sürdürülebilir kaynak kullanımındaki kararlılık konusunda herhangi bir gevşekliğe neden olmayacak biçimde okunmalı ve yorumlanmalıdır. Örnek ülkeler için küresel ısınma su kaynaklarından yapılan çekim için değerlendirilmiş olup ısınmanın su kaynaklarının kalitesi ve diğer alanlar üzerinde yaratacağı olası etkiler dışarıda bırakılmıştır. Bu nedenle dünyanın başka bölgelerinde yapılan su çekimleri üzerinde oluşacak etkilerin örnek ülkeleri de etkileyebilir potansiyelde olduğu unutulmamalıdır. Buna ek olarak ısınmanın etkisinin sınırları kesin olarak bilinmemekle birlikte birçok alanı etkilediği ileri sürülmektedir. Bu alanlarda yaşanacak olumsuzluklar örnek ülkeleri de kitlesel göçler ve salgın hastalıklar gibi konularda tehdit edebilir durumdadır.

Son yıllarda yaşanan COVID-19 salgını ve örnek ülkelerin maruz kalmış olduğu kitlesel göçlerin neden olduğu olumsuzluklar ortadadır. Bu durumlar su kaynakları üzerindeki baskıyı da kuşkusuz artıracaktır. Çalışma resmi kurumların ürettiği veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Fakat Türkiye’de uzun süreden beri kayıt dışı bir ekonominin varlığı bilinmektedir. Buna son yıllarda kayıt dışı nüfus artışı da eklenmiştir. Bunlar çalışmanın hesaplayamadığı negatif dışsalılıklar olarak not edilmelidir. Bu bağlamda Türkiye’nin kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanılabilmesi için bu tür ve başka bilinmeyen dışsalılıkların hesaba katılması yaşamsal öneme sahiptir. Türkiye’nin bu bağlamda Avrupa Birliği tarafından yeterli desteği görmediği açıktır. Türk ve Avrupa Birliği yetkilileri Türkiye’de yaşanan kontrol dışı nüfus artışına karşı gerekli önlemleri alamamışlardır. Buna ek olarak Türk makamları Su Çerçeve Yönergesi’ne uyumu su kaynaklarını korumak adına artırmalıdır.

Örnek ülkelerden Almanya su kaynakları varlığı bakımından baskı altında değildir. Kaynaklarını kalite açısından korumak konusunda farkındalığı yüksek bir ülke olsa o da yoğun göçten etkilenmektedir. Fakat Türkiye ile karşılaştırıldığında bu bağlamda kontrol dışılık önemli ölçüde azdır. Bu da kaynakları üzerinde yaşanacak olan hesaplanamayan negatif dışsalılıkları önemli ölçüde azaltır. Avrupa Birliği’nin kaynakları yönetmek konusundaki müktesebatına uyum düzeyi yeterli olmakla birlikte üye ülke olarak Avrupa Birliği’nden destek görmek konusunda Türkiye’den

çok daha avantajlı durumdadır. Bu da onu sürdürülebilir kaynak yönetimi konusunda açık ara iyi bir konuma taşımıştır.

Son söz olarak gerek çalışmanın örnek ülkeleri gerek dünyanın başka bölgeleri aynı yer küre üzerinde bulunmakla hem ekonomik hem de insani anlamda birbirlerinden kaçınılmaz olarak etkilenmektedirler. Bu nedenle dünyanın kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanımı siyasal sınır ayırmaksızın ortak bir bilinç düzlemine oturtulmak zorundadır. Bu bağlamda kalkınmış ülkeler daha çok sorumluluk alarak farkındalığı yükseltmeyi ve gerektiğinde mali yardımda bulunmayı bir seçenek olarak düşünmelidir. Halihazırda Avrupa Birliği çoğunluğu kalkınmış ülkelerin üye olduğu ulusüstü bir yapı olarak bu konuda yüksek duyarlılık göstermektedir. Fakat çabalarını önce Türkiye gibi yakın ilişki içinde olduğu ve/veya siyasal sınırlarını çevreleyen ülkelere yönelik olmak üzere sonra da küresel çapta artırması uygun olacaktır. Bu durum hem kendi refahı hem de savunduğu değerler bakımından bir gereklilik olarak karşımızda durmaktadır.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

- Barlow, Maude : **Su Hakkı**, İstanbul, Yeşil İnsan Yayınevi, 2016.
- Bilen, Özden: **Türkiye'nin Su Gündemi, Su Yönetimi ve AB Su Politikaları**, Umut Basımevi, Ankara, 2008.
- Duyar, M ve Özçelebi, O : **Ortadoğu'da Su Sorunu**, İstanbul, Derin Yayınları, 2012.
- Granger, Clive W. J. ve Teräsvirta, Timo : **Modelling Non-Linear Economic Relationships**, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- Gujarati, Damodar N. : **Basic Econometrics**, Fourth Edition, New York, The McGraw-Hill Companies, 2004.
- Lundqvist, Jan ve Gleick, Peter : **Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, Sustaining Our Waters Into the 21th Century**, Stockholm, Stockholm Environment Institute, 1997.
- Özkan, Işıl : **Avrupa Birliği Kamu Hukuku**, Seçkin Yayınları, Ankara, 2011.
- Pindyck, Robert S. ve Rubinfeld, Daniel L. : **Econometric Models and Economic Forecasts**, Fourth Edition, New York, The McGraw-Hill Companies, 1998.
- Robert, Jean : **Suyun Ekonomi-Politiği**, Ankara, Ütopya Yayınevi, 2003.
- Sabljić, Aleksandar : **Environmental and Ecological Chemistry - Volume I**, Singapore, EOLSS Publications, 2009.

- Stern, Nicholas : **The Economics of Climate Change: The Stern Review**, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.
- Tomanbay, M. : **Dünyada Su ve Küresel Isınma Sorunu**, Ankara, Phoenix Yayınevi. 2000.
- Tong, Howell : **Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis**, Berlin, Springer, 1983.
- Ulusoy, Kudret : **Küresel Ticaretin Son Hedefi Su Pazarı**, Ankara, Kristal Kitabevi. 2007.
- Ulutam, Özhan. : **Damlaya Damlaya / Ortadoğu'nun Su Sorunu**, İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. 2004.
- Yeldan, Erinç vd. : **Ekonomi Politikaları Perspektifinden İklim Değişikliği ile Mücadele**, İstanbul, TÜSİAD, 2016.
- Yıldız, Dursun : **Su Güvenliği 2050**, İstanbul, Truva Yayınları, 2014.
- Yıldız, Dursun : **Yeni İdari Yapı ve Türkiye'nin Su Yönetimi Raporu**, SPD Hidropolitik Akademi, Ankara, 2019.
- Yıldız, Dursun : **Akdeniz'in Doğusu: Tarihi Geçmişi Stratejik Önemi ve Su Sorunu Açısından Akdeniz'in Doğusu**, İstanbul, Bizim Kitaplar Yayınevi, 2008.
- Yılmaz, Gaye : **Suyun Metalaştırılması**, İstanbul, Evrensel Basım Yayın, 2013.

MAKALELER

- Akgün, Deniz : “Batman’da Sel Sonrası Hastalık Sürveyans Çalışmalarının Değerlendirilmesi”, **Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi**, Cilt 36, Sayı 1, Diyarbakır, 2009, (ss. 1-7).
- Akın, Galip : “Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları”, **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 46/2, Ankara, 2006, (ss.29-43).
- Aksay, Cemal Seçkin v.d. : “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği”, **Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi**, Sayı 25, 2005, Konya, (ss.29 -41).
- Aksoy, Adem v.d. : “Türkiye’de Tarımsal Amaçlı Su Kullanımı ve Sürdürülebilirliği”, **XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014**, Samsun, 2014, (ss.462-469).
- Aküzüm, Turhan v.d. : “Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi”, **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1)**, b.y., 2010, (ss.67-74).
- Akyüz, H. Esra : “Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli ile İklimsel Değişkenlerin İstatistiksel Analizi”, **Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi**, Cilt 10, Sayı 2, Kırıkkale, 2018, (ss.183-192).
- Alam, Mohammad Jahangir v.d. : “Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth Nexus in Bangladesh: Cointegration and Dynamic Causality Analysis”, **Energy Policy**, Volume 45, Elsevier, Amsterdam, 2012, (ss.217-225).

- Alamdarlo, H. Najafi : “Water Consumption, Agriculture Value Added and Carbon Dioxide Emission in Iran, Environmental Kuznets Curve Hypothesis”, **International Journal of Environmental Science and Technology**, Volume 13, Springer, Berlin, 2016, (ss.2079-2090).
- Attanasio, Alessandro v.d. : “Granger Causality Analyses for Climatic Attribution”, **Atmospheric and Climate Sciences**, Volume 3, No 4, SciRP, b.y., 2013, (ss.515-522).
- Aydın, Bayram ve Bozdağ,
Emre Güneşer : “Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki, Avrupa Birliği ve Türkiye Örneği”, **International Journal of Academic Value Studies**, Volume 4, Issue 18, Raipur, 2018, (ss.70-80).
- Aye, Goodness C. v.d. : “The Out-of-sample Forecasting Performance of Non-linear models of Real Exchange Rate Behaviour: The Case of the South African Rand”, **The European Journal of Comparative Economics**, Volume 10, No 1, LIUC, Varese, 2013, (ss.121-148).
- Aytaç, D. : “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”, **T.C. Maliye Bakanlığı Maliye Dergisi**, Sayı 158, Ankara, 2010, (ss.482-495).
- Balıclar, M. : “The out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Regional Housing Prices in the US”, **Applied Economics**, Volume 47, Issue 22, Taylor & Francis, London, 2015, (ss.2259-2277).

- Bello, Mufutau Opeyemi v.d. : “The Impact of Electricity Consumption on CO₂ Emission, Carbon Footprint, Water Footprint and Ecological Footprint: The Role of Hydropower in an Emerging Economy” **Journal of Environmental Management**, Volume 219, Elsevier, Amsterdam, 2018, (ss.218-230).
- Bildirici, M.E. ve
Gökmenoğlu, S.M. :“Environmental Pollution, Hydropower Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from G7 Countries” **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 75, Elsevier, Amsterdam, 2017, (ss.68-85).
- Budak, Sevim : “Avrupa Birliği Direktiflerinin Türkiye’de Uygulanmasına Çevre Hukuku Açısından Bir Bakış”, **Yeditepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 2, İstanbul, 2010, (ss. 39-53).
- Buncic, Daniel : “Identification and Estimation Issues in Exponential Smooth Transition Autoregressive Models”, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 81, No. 3, Wiley, New York, 2019, (ss.667-685).
- Buncic, Daniel : “Understanding Forecast Failure of ESTAR Models of Real Exchange Rates”, **EERI Research Paper Series**, No. 18, Economics and Econometrics Research Institute (EERI), Brussels, 2009.

Büyükyılmaz, Ayça ve

Mert, Mehmet

: “CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS-VAR Yaklaşımı ile Modellenmesi: Türkiye Örneği”, **Zeitschrift für die Welt der Türken**, Volume 7, Issue 3Ankara, , 2015, (ss.103-117).

Çetin, Murat ve Sezen, Serhat

: “Türkiye’de Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir SVAR (Yapısal VAR) Analizi”, **Journal of Management and Economics Research**, Volume 16, Issue 1, Bandırma, 2018, (ss.136-157).

Döll, Petra v.d.

: “Integrating Risks of Climate Change Into Water Management”, **University of Reading Hydrological Sciences Journal**, London, 2015.

Fader, Marianela, v.d.

: “Modelling Mediterranean Agro-ecosystems by Including Agriculturaltrees in the LPJmL Model”, **Geoscientific Model Development Discussions**, Volume 8, Göttingen, 2015, (ss. 4997-5040).

Gregoriou Andros ve

Kontonikas, Alexandros

: “Modeling the Behaviour of Inflation Deviations from the Target”, **Economic Modelling**, Volume 26, Issue 1, Elsevier, Amsterdam, 2009, (ss.90-95).

Haggan, Valerie ve Ozaki,Tohru

: “Modelling Nonlinear Random Vibrations Using an Amplitude-Dependent Autoregressive Time Series Model”, **Biometrika**, Vol. 68, No. 1, Oxford University Press, Oxford, 1981, (ss.189-196).

- Halicioğlu, Ferda : “An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey”, **Energy Policy**, Volume 37, Issue 3, Elsevier, Amsterdam, 2009, (ss.1156-1164).
- Hoekema, David J. ve
- Sridhar, Venkataramana : “Relating Climatic Attributes and Water Resources Allocation: A Study Using Surface Water Supply and Soil Moisture Indices in the Snake River Basin, Idaho”, **Boise State University, Civil Engineering Faculty Publications and Presentations**, Volume 47, Boise, 2011.
- Hossain, Sharif : “An Econometric Analysis for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan”, **Low Carbon Economy**, Volume 3, No. 3A, SciRP, b.y., 2012, (ss.92-105).
- Hu, Kexiang v.d. : “The Effect of Energy Resources on Economic Growth and Carbon Emissions: A Way Forward to Carbon Neutrality in an Emerging Economy”, **Journal of Environmental Management**, Volume 298, Elsevier, Amsterdam, 2021, (ss.b.s.).
- Jose, Babu ve Lazar, Daniel : “Causality Between Indian Futures and Cash Markets – Analysis with Granger Causality Block Exogeneity Model”, **Asian Business Consortium**, ABR, Dhaka, 2014, (ss.103-110).
- Kahia, Montassar v.d. : “Analysis of the Impact of Renewable Energy Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions in 12 MENA Countries” **Clean Technologies and Environmental Policy**, Volume 21, Springer, Berlin, 2019, (ss. 871–885).

- Karış, Çiğdem : “Türkiye’de Enerji Tüketimi, CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1960-2013 Dönemi”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı 34, Kocaeli, 2017, (ss.169 – 197).
- Karthe, Daniel v.d. : “Water Research in Germany: from the Reconstruction of the Roman Rhine to a risk Assessment for Aquatic Neophytes”, **Environment Earth Sciences**, 76:549, DOI 10.1007/s12665-017-6863-7, b.y., b.t., (ss.549-565).
- Kaur, Harleen v.d. : “Predicting Water Availability in Water Bodies under the Influence of Precipitation and Water Management Actions Using VAR/VECM/LSTM”, **Climate**, Volume 9 , Issue 9, MDPI, Basel, 2021, (ss.144-161).
- Khim-Sen Liew, Venus v.d. : “Forecasting Performance of Logistic STAR Eexchange Rate Model: The Original and Reparameterised Versions”, **Jurnal Akademik**, No. December 2005, MPRA, Munich, 2005, (ss.79-91).
- Lin, Jeng-Bau v.d. : “Examining Nonlinear Dynamics of Exchange Rates and Forecasting Performance Based on the Exchange Rate Parity of Four Asian Economies”, **Japan and the World Economy**, Volume 23, Issue 2, Elsevier, Amsterdam, 2011, (ss.79-85).
- Lutz Kilian ve Mark P.Taylor : “Why is it so difficult to beat the random walk forecast of exchange rates?”, **Journal of International Economics**, Volume 60, Issue 1, Elsevier, Amsterdam, 2003, (ss.85-107).

McCabe, Gregory J. ve

Wolock, David M.

: “Warming May Create Substantial Water Supply Shortages in the Colorado River Basin”, **Geophysical Research Letters**, Volume 34, Issue 22, Malden, 2007.

Pakrooh, Parisa ve

Pishbahar, Esmaeil

: “The Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, and CO₂ Emissions” **The Economics of Agriculture and Natural Resources**, Springer, Berlin, 2020, (ss.143-170).

Rapach, David E. ve

Woharb, Mark E.

: “The Out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Real Exchange Rate Behavior”, **International Journal of Forecasting**, Volume 22, Issue 2, Elsevier, Amsterdam, 2006, (ss.341-361).

Reyhan, Ayşen Satır

: “Çevre Ekonomisinde Çevre Vergileri Uygulamaları”, **Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Yıl 7, Sayı 1, Çorum, 2014, (ss. 110-120).

Reza, Rajibur v.d.

: “An Investigation into the Interdependence of Global Water Indices: a VAR Analysis”, **Applied Economics**, Volume 49, Issue 8, Taylor & Francis, London, 2017, (ss.769-796).

Rulli, Maria Cristina v.d.

: “Global Land and Water Grabbing”, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Volume 110, No. 3, 2013, Tempe/Arizona, (ss.892-897).

Saboori, Behnaz ve

Sulaiman, Jamalludin

: “Environmental Degradation, Economic Growth and Energy Consumption: Evidence of the Environmental Kuznets Curve in Malaysia”, **Energy Policy**, Volume 60, Elsevier, Amsterdam, 2013, (ss.892-905).

Sarı, Ramazan ve Soytaş, Uğur

: “Are global warming and economic growth compatible? Evidence from five OPEC countries?”, **Applied Energy**, Volume 86, Issue 10, Elsevier, Amsterdam, 2009, (ss.1887-1893).

Sharma, Bharat v.d.

: “Water Use Efficiency in Agriculture: Measurement, Current Situation and Trends”, Chapter 3, Montpellier (Chapter 3, Colombo), **CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems**, 2015, (ss.39-63).

Sims, Christopher A.

: “Macroeconomics and Reality”, **Econometrica**, Volume 48, No. 1, The Econometric Society, Cleveland, b.t., (ss.1-48).

Soytaş, Uğur v.d.

: “Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States” **Ecological Economics**, Volume 62, Issue 3–4, Elsevier, Amsterdam, 2007, (ss.482-489).

Soytaş, Uğur ve Sarı, Ramazan

: “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets”, **Energy Economics**, Volume 25, Issue 1, Elsevier, Amsterdam, 2003, (ss.33-37).

Soytaş, Uğur ve Sarı, Ramazan

: “Energy Consumption, Economic growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member”, **Ecological Economics**, Volume 68, Issue 16, Elsevier, Amsterdam, 2009, (ss.1667-1675).

Stock, James H. ve

Watson, Mark W.

: “Vector Autoregressions”, **Journal of Economic Perspectives**, Volume 15, Number 4, American Economic Association, Nashville, 2001, (ss.101–115).

Taylor, M. v.d.

: “Nonlinear Mean-Reversion in Real Exchange Rates: Toward a Solution To the Purchasing Power Parity Puzzles”, **International Economic Review**, Volume 42, Issue 4, Jstor, New York, 2001, (ss.1015-1042).

Teräsvirta, Timo

: “Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models”, **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 89, No. 425, Taylor & Francis, London, 1994, (ss.208-218).

Terzi, H. ve Pata, U.K.

: “Is the Pollution Haven Hypothesis (PHH) Valid for Turkey?”, **Panoeconomicus**, Volume 67, No 1, Novi Sad, 2020, (ss.93-109).

Turan, Emine Su

: “Türkiye’nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi”, **Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi**, 74(EK-1), Ankara, 2017, (ss.55-62).

Uğun, Uğur ve

Günay, Hamdi Furkan

: “1975-2016 Dönemi İçin Türkiye’deki Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi”, **Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 1, Sayı 2, Mersin, 2018, (ss.78-87).

Üçüncü, Esra ve

Altındağ, Ahmet

: “Balık Geçitleri ve Tasarımı Üzerine Genel Bir Bakış”, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi**, 15(2), Kahramanmaraş, 2012, (ss.50-58).

Üstün, Gökhan Ekrem ve

Tırpancı, Ayşenur

: “Gri Suyun Arıtımı ve Yeniden Kullanımı”,
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 2, 2015, Bursa, (ss.119-139).

Veerendra, G.T.N v.d.

: “Predictive Water Quality Modeling Using ARIMA and VAR for Locations of Krishna River, Andhra Pradesh, Predictive Water Quality Modeling Using ARIMA and VAR for Locations of Krishna River, Andhra Pradesh, India”
International Conference on Computing, Communication, Electrical and Biomedical Systems, Springer, Berlin, 2022, (ss.301-315).

Voulvoulis, Nikolaos v.d.

: “The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation”, **Science of the Total Environment**, Sayı 575, Amsterdam, 2017, (ss.358-366).

Wang, Quinag v.d.

: “Do Environmental Regulation and Urbanization Help Decouple Economic Growth from Water Consumption at National and Subnational Scales in China?” **Environmental Science and Pollution Research**, Volume 29, Springer, Berlin, 2022, (ss.19473–19495)

Wodopia, Franz-Josef

: “Ökonometrische Analyse der Temperaturvariabilität”, **Zeitschrift für Energiewirtschaft**, Volume 36, Springer, Berlin, 2012, (ss.299–319).

- Wu, Qingsong v.d. : “Evolution Analysis of Water Consumption and Economic Growth Based on Decomposition-Decoupling Two-stage Method: A Case Study of Xinjiang Uygur Autonomous Region, China”, **Sustainable Cities and Society**, Volume 75, Issue 6, Elsevier, Amsterdam, 2021, (ss.b.s.).
- Yoon, Gawon : “Do Real Exchange Rates Really Follow Threshold Autoregressive or Exponential Smooth Transition Autoregressive Models?”, **Economic Modelling**, Volume 27, Issue 2, Elsevier, Amsterdam, 2010, (ss.605-612).
- Yue, Zang v.d. : “Relationship Between Industrial Water Consumption and Economic Growth in China Based on Environmental Kuznets Curve”, **Energy Procedia**, Volume 105, Elsevier, Amsterdam, 2017, (ss.3557-3564).
- Zhao, Juan v.d. : “Dynamic Response of Runoff to Soil and Water Conservation Measures and Precipitation Based on VAR Model” **Hydrology Research**, Cilt 50, Sayı 4, IWA Publishing, London, 2019, (ss.837–848).

DİĞER KAYNAKLAR

- Alexander, W. : **Charting Our Water Future, Economic Frameworks to Inform Decision-making, Washington DC, 2030 Water Resources Group, 2009.**
- Allaouche, Jeremy : **“Water Nationalism: An Explanation of the Past and Present Conflicts in Central Asia, Middle East and Indian Subcontinent?”**, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Université de Genève, Institut Universitaire de Hautes Études Internationales), Genève, 2005.
- Appiah, K.I. : **Statistical Analysis Of Water Level, Temperature And Humidity Using Cointegrated Vector Autoregression (VAR) Models**, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, University of Ghana School of Physical and Mathematical Sciences), Accra, 2017.
- Arle, Jens v.d. : **Waters in Germany: Status and assessment**, German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2017.
- Arle, Jens v.d. : **Water Resource Management in Germany**, German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2018.
- Ashley, Richard ve
Cashman, Adrian : **Infrastructure to 2030, Telecom, Land Transport, Water and Electricity: The Impacts of Change on Long-term Future Demand of Water Sector Infrastrucute**, OECD Publishing, Paris, 2006.

Association of Drinking

Water from Reservoirs (ATT), v.d. : **Profile of the German Water Sector**, wvgw Wirtschafts-und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2015.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2007 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2007.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2008 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2008.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2009 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2009.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2010 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2010.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2011 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2011.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2012 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2012.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2013 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2013.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2014 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2014.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2015 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2015.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2016 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2016.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2018 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2018.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2019 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2019.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2005 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2005.

Avrupa Komisyonu : **Türkiye 2006 İlerleme Raporu**, Brüksel, 2006.

Ayten, Nuray : **Sektörel Su Tahsisinin Esasları**, (Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı), Ankara, 2014.

Bauer, Diana v.d. : **The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities**, U.S. Department of Energy, Washington DC, 2014.

Beato, Paulina ve

Vives, Antonio : **A Primer on Water Economics and Financing for Developing Countries**, The World Bank, Zaragoza, 2008.

Casiadi, Nicolae

: **“Avrupa Birliği’nin Su Kaynakları ve Yönetimi Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi”**, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), İstanbul, 2010.

CDP

: **Thirsty business: Why water is vital to climate action 2016 Annual Report of Corporate Water Disclosure**, London, CDP(Carbon Disclosure Project) Worldwide, 2016.

Çabuk, Semiha Özlem

: **Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazları Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği**, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), Ankara, 2011.

Çağlıyan, Ayşe ve

Ayhan, Gülsen

: **Türkiye’de Yağışın Mekansal Analizi**, ÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 3-6 Ekim 2018, Ankara, 2018.

Çobaner, Murat

: **Kıyı Akiferlerinde Tuzlu Su Girişiminin Üç Boyutlu Simülasyonu: Göksu Deltası Örneği**, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü), Adana, 2009.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy: **Official Journal of the European Communities**, European Union, Brussels, 2000.

- EEA Report : **Water Resources Across Europe — Confronting Water Scarcity and Drought**, No 2/2009, Copenhagen, European Environment Agency, 2009.
- Eisenmenger, Matthias v.d. : **Germany's Population by 2050. Results of the 11th Coordinated Population Projection**, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2006.
- EU Water Alliance : **Main Priorities for Water under the Juncker Commission (2014-2019)**, b.y., 2014.
- European Commission : **Communication from the Commission to The European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions, The European Green Deal**, COM(2019) 640 final, Brussels, 2019.
- European Commission : **Communication from the President to the Commission, The Working Methods of the European Commission**, P(2019) 2, Brussels, 2019.
- European Commission : **Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans, Member State: Germany**, SWD(2012) 379, Brussels, 2012.
- FAO : **Statistical Pocketbook World Food and Agriculture**, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015.

- FAO : **Statistical Yearbook 2014, Asia and the Pacific Food and Agriculture**, Bangkok, Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2014.
- Fischer, Günther v.d. : **Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results**, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, 2002.
- Flörke, Martina and Alcamo, Joseph : **European Outlook on Water Use**, Center for Environmental Systems Research University of Kassel, Kassel, 2004.
- German Environment Agency (UBA) : **Water Resource Management in Germany, Fundamental Data and Facts**, Dessau-Roßlau, 2017.
- Grayman, Walter M. V.d. : **Toward a Sustainable Water Future, Visions for 2050**, Virginia, The American Society of Civil Engineers, 2012.
- Güneş, Ahmet M. : **Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönergesi ve Türk Su Hukuku**, Avrupa Birliği, Almanya ve Türkiye Çevre Hukuku Sempozyumu, İktisadi Kalkınma Vakfı, 2010.
- IOM : **Annual Report 2014, Migration in the Middle East and North Africa**, Geneva, International Organization for Migration, 2014.
- Jenkins, Beth, v.d. : **The 2030 Water Resources Group: Collaboration and Country Leadership to Strengthen Water Security**, Harvard Kennedy School: Corporate Responsibility Initiative, Cambridge, 2017.

- Kalemci, Fulya : **Su Yönetiminde Kullanılan Ekonomik Araçlar: Atıksu Deşarj İzin Borsasının Türkiye İçin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi**, (Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı), Ankara, 2015.
- Kirschbaum, Bernd ve Richter, Simone : **Water Management in Germany Water Supply – Waste Water Disposal**, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2014.
- Mekonnen, Mesfin M. ve Hoekstra, Arjen Y. : **The Green, Blue and Grey Water Footprint of Farm Animals and Animal Products**, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.
- Molden, David : **The Report of the High-Level Panel of Eminent Persons on the Post-2015 Development Agenda**, International Water Management Institute, New York, 2013,.
- Muluk, Çağrı Bülent v.d. : **Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif**, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi, İstanbul, 2013.
- Nepomilueva, Daria : **“Water Scarcity Indexes: Water Availability to Satisfy Human Needs”**, (Yayımlanmamış Lisans Tezi, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences), Helsinki, 2017.
- ODNI : **Global Water Security, Intelligence Community Assessment**, ICA 2012-08, Washington DC, 2012.

- Pate, Ron v.d. : **Overview of Energy-Water Interdependencies and the Emerging Energy Demands on Water Resources**, Report SAND 2007-1349C NM: Sandia National Laboratories, Los Alamos, 2007.
- Pegram, Guy v.d. : **Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu**, WWF-Türkiye ve Pegasys Strategy and Development, İstanbul, 2014.
- Pinstrup-Andersen, Per v.d. : **Water for Food Security and Nutrition**, High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, 2015.
- Rodriguez, Diego J. v.d. : **Investing In Water Infrastructure: Capital, Operations and Maintenance**, The World Bank Water Partnership Program (WPP), Washington DC, 2012.
- Silkin, Hülya : **"İklim Değişikliğine Uyum Özelinde Bazı Uygulamaların Türkiye Açısından Değerlendirilmesi"**, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
- Stockholm World Water Week : **Insights from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, 2006.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı : **Avrupa Birliği Çerçeve Uyum Stratejisi (UÇES) (2016-2023)**, Ankara, 2016.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı : **On Birinci Kalkınma Raporu (2019-2023), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, 2018.

- T.C. Kalkınma Bakanlığı : **Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, 2014.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı : **Ormancılık ve Su Şûrası Havza Yönetimi çalışma Grubu Çalışma Belgesi**, Ankara, 2017.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı : **Ormancılık ve Su Şûrası (21-23 Mart 2013), Havza Yönetimi ve Su Bilgi Sistemi Çalışma Grubu Raporu**, Ankara, 2012.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı : **Ormancılık ve Su Şûrası (21-23 Mart 2013), Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Çalışma Grubu Raporu**, Ankara, 2012.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı : **Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi (2014-2023)**, Ankara, 2014.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı : **Ulusal Su Planı (2019-2023)**, Ankara, 2018.
- UNDP : **Human Development Report 2006, Beyond Scarcity: Power, Poverty and The Global Water Crisis**, New York, Published for the United Nations Development Programme, 2006.
- UNEP : **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication**, Arendal, United Nations Environment Programme, 2011.
- UNEP : **UNEP Frontiers 2016 Report, Emerging Issues of Environmental Concern**, Nairobi, United Nations Environment Programme, 2016.
- UNESCO : **The United Nations World Water Development Report, Water in a Changing World**, London, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2009.

UNESCO	: The United Nations World Water Development Report, Water and Energy , Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2014.
UNESCO	: United Nations World Water Development Report, Water and Jobs , Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2016.
van Kempen, Maurits	: “The ESTAR Model: Nonlinearities, Price Indices, Crises and Forecasts” , (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erasmus University Rotterdam Erasmus School of Economics), Rotterdam, 2014.
von der Leyen, Ursula	: A Union That Strives for More My Agenda for Europe, Political Guidelines for the Next European Commission 2019-2024 , European Commission, Brussels, 2019.
Völker, Jeanette v.d.	: Water Framework Directive The Status of German Waters 2015 , German Environment Agency (UBA), Dessau-Roßlau, 2016.
Water Europe	: The Value of Water, Multiple Watersfor Multiple Purposes and Users, Towards a Future-Proof Model for a European Water-Smart Society , The European Technology Platform for Water, Brussels, 2017.
Watkiss, Paul v.d.	: The Impacts and Costs of Climate Change , AEA Technology Environment, Brussels, 2005.
WEC	: Water for Energy , London, World Energy Council, 2010.
Winnegge, Ruger ve	

- Maurer, Thomas : **Water Resources Management Country Profile Germany**, Report No. 27, Global Runoff Data Centre (GRDC) Federal Institute of Hydrology (BfG), Koblenz, 2002.
- WWV : **The World Water Vision Results of the Gender Mainstreaming Project: A Way Forward**, Marseille, World Water Council Secretariat, 2000.
- Zeytinoğlu, Adil : **Doğrudan olmayan Koentefrasyon Testleri: Fiyat Köpüğü Olgusu üzerine Bir Uygulama**, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü), İstanbul, 2020.
- Zinnbauer, D. vd. : **Global Corruption Report 2008, Corruption in the Water Sector**, New York, Cambridge University Press, 2008.

ELEKTRONİK KAYNAKÇA

- Aqua Europa : “The Association” (Çevrimiçi) <http://aqua-europa.eu/the-association/> 14/12/19
- Aqua Publica Europea : “About Us” (Çevrimiçi) <https://www.aquapublica.eu/about> 12/12/19
- Baharumshah, Ahmad
- Zubaidi, v.d. : “Forecasting the Ringgit / Yen Rate Using Exponential Smooth Transition Autoregressive (ESTAR) Model” (Çevrimiçi) https://www.ums.edu.my/fpep/files/34_FIN_2003.pdf?utm_source=pocket_mylist 20/06/22

- BGR : “Groundwater resources in Germany” Çevrimiçi
https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/EN/Themen/Wasser/grundwasser_deutschland_en.html 20/02/21
- Blakemore, Erin : “When it Comes to Greenhouse Gases, CO2 Isn’t the Only Game in Town” Çevrimiçi
<https://www.smithsonianmag.com/science-nature/when-it-comes-greenhouse-gases-co2-isnt-only-game-town-180958772/> 10/12/18
- BMBF : “Alles im Fluss Eine Deutsche Wasserbilanz” (Çevrimiçi) <http://www.bmbf.wasserfluesse.de/#6> 12/02/21
- Britannica : “water resource” (Çevrimiçi)
<https://www.britannica.com/science/water-resource> 5/11/2022
- Cassano, Jay : “Dam Threatens Turkey’s Past and Future” (Çevrimiçi)
<http://www.ipsnews.net/2012/06/dam-threatens-turkeys-past-and-future/> 06/05/18
- DESTATIS : “Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung Wassergewinnung durch öffentliche Wasserversorgungsunternehmen 2016 nach Ländern und Quellen” (Çevrimiçi)
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18_451_322.html 27/02/21
- DSİ : “DSİ 2019 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri” (Çevrimiçi)
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> 20/12/20
- DSİ : “Hakkımızda” (Çevrimiçi)
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/692> 05/12/2020

- DWD : “Climatological maps of Germany” (Çevrimiçi)
<https://www.dwd.de/EN/ourservices/klimakartendeutschland/klimakartendeutschland.html?nn=519080> 17/02/21
- EEA : “Use of freshwater resources in Europe” (Çevrimiçi) https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-freshwater-resources-in-europe-1?utm_source=EEASubscriptions&utm_medium=RSSFeeds&utm_campaign=Generic 01/07/2022.
- EEA : “Chemical status of surface water bodies” (Çevrimiçi)
<https://www.eea.europa.eu/themes/water/europe-an-waters/water-quality-and-water-assessment/water-assessments/chemical-status-of-surface-water-bodies> 24/03/21
- Elkins, James W. : “Chlorofluorocarbons (CFCs)” (Çevrimiçi)
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/publicn/elkins/cfcs.html> 11/12/18
- EPA : “Greenhouse Gas Emissions” (Çevrimiçi)
<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Gas> 29/05/18
- EPA: “Protecting Victoria's waters” (Çevrimiçi)
<http://www.epa.vic.gov.au/your-environment/water/protecting-victorias-waters/point-and-nonpoint-sources-of-water-pollution> 21/05/18
- EurAqua : “What is EurAqua?” (Çevrimiçi)
<http://www.euraqua.org/content/whatiseuraqua.4.4a4d22a41128e56161b800012068.html> 14/12/19

EurEau	: “About Us” (Çevrimiçi) http://www.eureau.org/about 14/12/19
European Commission	: “Environnement: Germany RBMPs” (Çevrimiçi) https://ec.europa.eu/environment/water/participation/map_mc/countries/germany_en.htm 05/02/21
European Commission	: “Horizon 2020” (Çevrimiçi) https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/wihat-horizon-2020 12/12/19
European Commission	: “Science for Environment Policy” (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/307na6_en.pdf 15/05/18
European Commission	: “Water framework” (Çevrimiçi) https://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/info/timetable_en.htm 21/12/21
EWP	: “About Us” (Çevrimiçi) http://www.ewp.eu/ 12/12/19
EWA	: “Who we are?” (Çevrimiçi) http://www.ewa-online.eu/who-we-are.html 12/12/19
FAO	: “Forest and Water” Çevrimiçi http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-and-water/basic-knowledge/en/ 13/02/2020
Globaqua	: “First Policy Briefs” (Çevrimiçi) http://www.globaqua-project.eu/files/WP12_D12_2_First_Policy_Briefs.pdf 21/10/19
Greenreality	: “This is how much water is needed to make” (Çevrimiçi) http://greenreality.fi/en/people/did-you-know 18/04/18

Hacettepe Üniversitesi	: “Yeraltı Suyu” (Çevrimiçi) http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/FJ_12_yeral_tisuyu.pdf 20/05/18
Hidropolitik Akademi	: “İklim krizi ve küresel ısınma, Orhan Ayber” (Çevrimiçi) https://www.hidropolitikakademi.org/tr/search/211/09/22
İbank	: “Statü ve Amaç” (Çevrimiçi) https://www.ilbank.gov.tr/sayfa/statu-ve-amac 07/12/20
Live Scinece	: “Greenhouse Effect” (Çevrimiçi) https://www.livescience.com/37743-greenhouse-effect.html 24/05/18
NetwerCH ₂ O	: “Urban Water Atlas” (Çevrimiçi) http://www.netwerch2o.eu/ 12/12/19
Our World in Data	: “World Population Growth” (Çevrimiçi) https://ourworldindata.org/world-population-growth 20/03/19
Quartz	: “China Reportedly Just Bought 5% of Ukraine” (Çevrimiçi) https://qz.com/127258/why-china-just-bought-one-twentieth-of-ukraine/ 05/05/18
Resmi Gazete	: “Elektirik Piyasasında üretim faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar hakkında Yönetmelik” Çevrimiçi https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/06/20190615-5.htm 13/07/21
Safe Water	: “Water Consumption” Çevrimiçi https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/water-consumption 27/04/18

SUEN	: “Hakkımızda” (Çevrimiçi) https://suen.gov.tr/Suen/page.aspx?pg=hakkimizda 09/12/2020
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Görev ve Yetkiler” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Menu/27/Gorev-Ve-Yetkiler 05/12/20
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Havza Koruma Eylem Planları” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=6 14/12/2020
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Havza Yönetim Planları ve ulusal Su Planı Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu 5. Toplantısında Onaylanarak Yürürlüğe Girdi” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/638/Havza-Yonetim-Planlari-Ve-Ulusal-Su-Plani-Su-Yonetimi-Koordinasyon-Kurulu-5-Toplantisinda-Onaylanarak-Yururluge-Girdi 11/12/20
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Nehir Havza Yönetim Planları” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=49 14/12/2020
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Su Kalitesi Eylem Planları” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=7 14/12/2020
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Sektörel Su Tahsis Planları” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=10 14/12/2020
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü	: “Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu 6. Toplantısı ve Havza Yönetimi Merkez Kurulu (HYMK) 3. Toplantısı Gerçekleştirildi” (Çevrimiçi) https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/2019/Su-Yonetimi-Koordinasyon-Kurulu-6-Toplantisi-Ve-Havza-Yonetimi-Merkez-Kurulu-hymk-3-Toplantisi-Gerceklestirildi 11/12/20

T.C. Cumhurbaşkanlığı

Mevzuat Bilgi Sistemi : “Mevzuat Metni” (Çevrimiçi)
<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5302.pdf> 08/12/20

T.C. Çevre ve Şehircilik

Bakanlığı : “Avrupa Birliği Çevre Entegre Uyum Stratejisi
(2016-2023)” Çevrimiçi
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler//uc-es-belges--20180125144313.pdf> 06/03/2020

T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar

Bakanlığı : “Hakkımızda” (Çevrimiçi)
<https://enerji.gov.tr/tabii-kaynaklar-dairesi-baskanligi-hakkimizda> 08/12/20

The EU Water Alliance : “Background” (Çevrimiçi) <https://eu-wateralliance.eu/> 21/12/19

The Global Economy : “Agriculture productivity - Country rankings”
(Çevrimiçi)
https://www.theglobaleconomy.com/rankings/Agriculture_productivity/ 18/04/18

The Water Project : “Water Scarcity” Çevrimiçi
<https://thewaterproject.org/water-scarcity/water-scarcity-2> 08/01/2019

Tolunay, Doğanay : “İklim Değişikliğinin Kentlere Etkisi ve Kentlerde İklim Değişikliğine Uyum Çalışmaları” (Çevrimiçi)
<http://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/12/Prof.-Dr.-Doganay-Tolunay.pdf> 28/12/18

Tunç, Havva : “Küresel Isınmanın Günah Keçisi Tarımsal Üretimse,” (Çevrimiçi)
<http://www.havvatunc.com/2018/05/15/kuresel->

	isinmanin-gunah-kecisi-tarimsal-uretimse/14/03/19
TÜİK	: “2019 Çevre İstatistikleri” (Çevrimiçi) https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30673 03/01/21
TÜİK	: “2019 Çevre İstatistikleri” (Çevrimiçi) https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30668 03/01/21
Umweltbundesamt	: “Wasserressourcen und ihre Nutzung” (Çevrimiçi) https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage 23/02/21
University of California, Berkeley	: “Greenhouse Gas” (Çevrimiçi) http://beacon.berkeley.edu/GHGs.aspx 24/05/18
USGS	: “The distribution of water on, in, and above the Earth” (Çevrimiçi) https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth 05/11/22
Water Europe	: “Who we are?” (Çevrimiçi) https://watereurope.eu/who-are-we/ 18/12/19
WRI	: “Ranking the World’s Most Water-Stressed Countries in 2040” (Çevrimiçi) https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040 17/01/19
WWF	: “Küresel İklim Değişikliği Nedir?” (Çevrimiçi) https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/ 21/11/21

ÖZGEÇMİŞ

Erkin Cihangir Karataş 2009 yılında Atılım Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisansını İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Avrupa Birliği Anabilim dalında 2015 yılında tamamlamıştır. 2015 yılında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Avrupa Birliği Anabilim dalı Doktora programını kazanmıştır. Avrupa Birliği, ekonomi, su ve tarım ekonomisi ve su yönetimi alanlarında çalışmalarını yürütmektedir. İngilizce bilmektedir.

