



## Vestas Wind Systems A/S için Rapor

# Enerji Sorunu ve Su: – Elektrik üretimi için suyun sınırlarının ve rolünün incelenmesi



**Tarih: 28 Ekim 2007**

**Hazırlayan**

Gareth James Lyod (Proje Müdürü)  
Henrik Larsen (Kalite Güvenlik)

**Onaylayan**

Palle Rindgaard Jorgensen  
Torkil Jonch-Clausen

Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm, Denmark

Tel: +45 4516 9200, Fax:+45 4516 9292, e-mail:dhi@dhigroup.com, Web:www.dhigroup.com



Müşteri Vestas Wind Systems A/S	Müşteri Temsilcisi Peter C, Brun & Lise Backer
Proje	Proje Numarası 54862-01-001
Anahtar Sözcükler Enerji Üretimi, Su, İklim Değişikliği	Sınıflandırma Halka Açık Dahili <b>Firmaya ait</b>
Dağıtım Vestas: Peter C. Brun & Lise Backer  DHI: GJL, HEL, PLJ & TJC	Kopya Sayısı



## İçerik:

1. Giriş: Enerji, Su & İklim.....	5
2. Enerji Üretiminin Sudaki Ayakizleri.....	8
2.1 Enerji İşletmelerinde Su Tüketimi.....	9
2.1.1 Termoelektrik Enerji İşletmeleri.....	9
2.1.2 Hidroelektrik'te Su Ayakizleri:.....	10
2.2 Petrolün İşletilmesinde ve Çıkarılmasında Su Tüketimi.....	11
2.2.1 Maden Çıkartımı ve Madencilik.....	11
2.2.2 Farklı Yakıtların İşlenmesinde Su Ayak İzleri.....	12
2.3 Bio Yakıt Üretimi için Su Tüketimi.....	13
3. Enerji Sektöründe Su Kullanımı.....	19
3.1 ABD Enerji Sektöründe Su Tüketimi.....	19
3.2 ABD Enerji Sektöründe Su Çekimi.....	22
3.3 Avrupa Enerji Sektöründe Su Tüketimi.....	25
3.4 Avrupa Enerji Sektöründe Su Çekimi.....	26
4. Gelecekteki Su Sıkıntısı ve İklim Değişikliği.....	29
4.1 ABD'de Su sıkıntısı ve İklim Değişikliği.....	31
4.2 Avrupa'da Gelecekteki Su Sıkıntısı ve İklim Değişikliği.....	33
5. Sonuç.....	35
Ek 1: Enerji Sektöründeki Su Kullanım Örnekleri.....	37
Ek 2: İklim Değişikliği.....	40



### **Şemaların Listesi:**

- Şekil 1:** Geleneksel Enerji Tipleri ve su arasındaki karşılıklı ilişkiye dair örnek.  
**Şekil 2:** Her birim enerji için su tüketimi ve Petrol çıkarımı için şu andaki su tüketimi ve ABD'deki su süreci.  
**Şekil 3:** ABD'nin gelecekteki elektrik üretimi.  
**Şekil 4:** Termolektrik kapasitesindeki tahmini artışı karşılamak için gereken günlük temiz su tüketimi.  
**Şekil 5:** Petrolden elektrik üretimi: 1970-2025  
**Şekil 6:** ABD'de toplam su çekimi oranı  
**Şekil 7:** Su kaynakları rekabeti Elektrik üretimini kısıtlıyor  
**Şekil 8:** ABD'de Enerji-Su ihtilaflarına örnekler.  
**Şekil 9:** 2000'de AB-30'ülkelerinin sektör başına su çekimi.  
**Şekil 10:** 2000'de su çekim havzalarına göre su sıkıntısı  
**Şekil 11:** Global su kullanımının geleceğine bakış  
**Şekil 12:** Dünyanın temiz su arzı  
**Şekil 13:** 1995'de su çekimi ve ABD'de 2000-2025 arası tahmini nüfus artışı  
**Şekil 14:** Ortalama şartlarda 2016'ya kadar olası su kıtlığının tetkiki  
**Şekil 15:** İklim değişikliği ve nüfus artışı nedeni ile susuzluktaki değişiklik  
**Şekil 16:** 2030'daki havzalardan su çekimine bağlı olarak su sıkıntısı

### **Tabloların Listesi:**

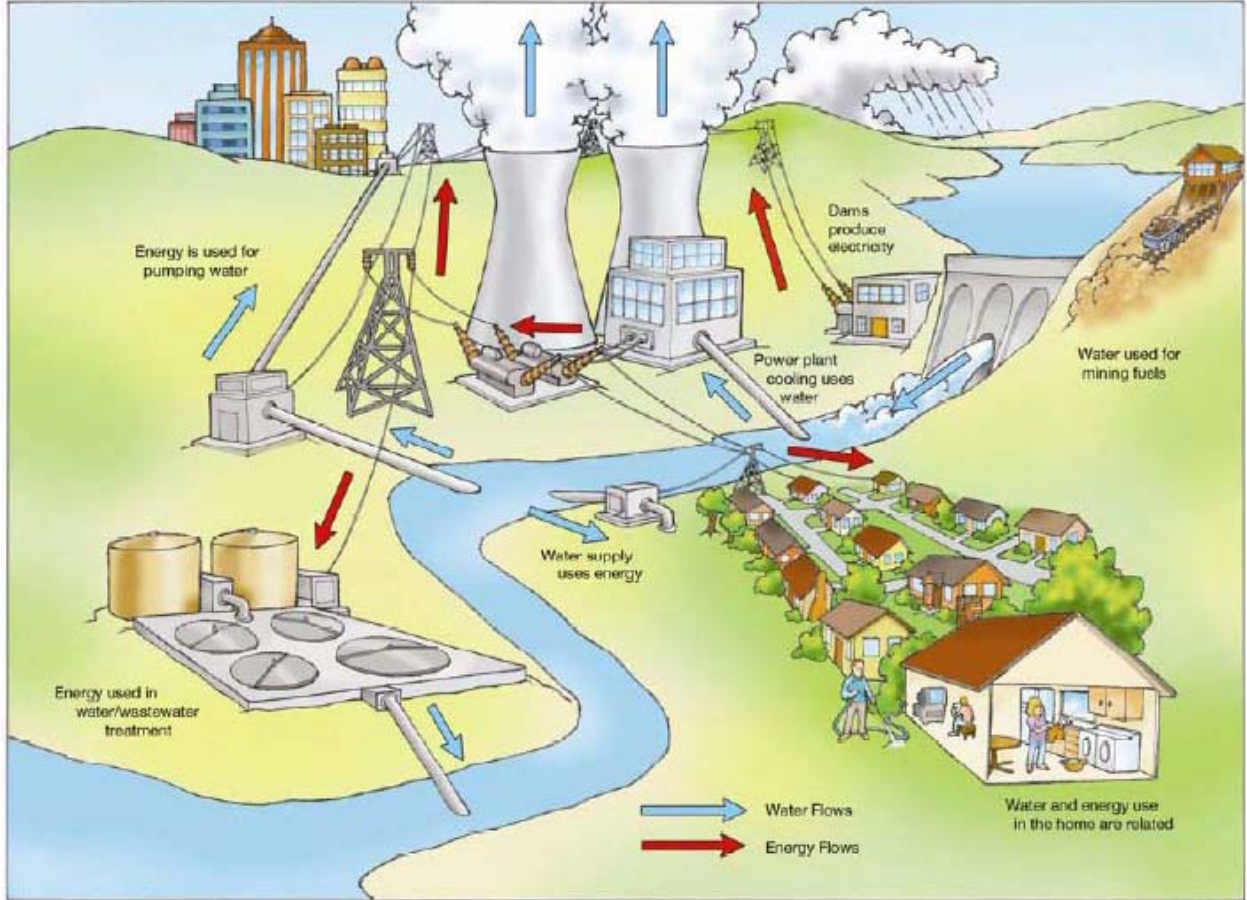
- Tablo 1:** Farklı Termoelektrik Enerji Santrallerinde Su Çekimi ve Tüketimi  
**Tablo 2:** Ham Yakıt Madenciliği ve Mineral Çıkarılmasında Tüketilen Su  
**Tablo 3a:** Mısır Kullanarak Etanol Üretimi ile Enerji Üretiminde Su Verimliliği  
**Tablo 3b:** Şeker Kamışı Kullanarak Etanol Üretimi ile Enerji Üretimi Su Verimliliği  
**Tablo 4a:** Elektrik Santral Tipine Göre 1MWh Üretmek için Tüketilen Su Litresi  
**Tablo 4b:** Enerji Tipine Göre Elektrik Üretimi için Tüketilen Su  
**Tablo 5:** Avrupa-30 Ülkeleri'nde Projelendirilen Termal Elektrik Üretimi



## 1. Giriş: Enerji, Su & İklim

Sosyal ve ekonomik gelişmemiz için, enerji üretimi ana bir gereksinimdir. ABD Enerji Bakanlığı tarafından kongreye sunulan en son rapordaki gibi, enerji üretimimiz ağırlıklı olarak suya bağımlıdır<sup>1&2</sup>. Aynı rapordan Şekil 1, bu ilişkiyi göstermektedir.

Şekil 1: Geleneksel enerji tipleri ve su arasındaki karşılıklı ilişkiye dair örnekler



Örneğin, hidroelektrik santrallerde elektrik üretimi için, akan suyun kinetik enerjisi elektriğe dönüştürülürken, termik enerji santrallerinde, su hem türbini çalıştırmak hem de ısıyı düşürmekte kullanılır. Su, ayrıca yakıtın çıkartılmasında, üretilmesinde ve prosesinde önemli bir rol oynar. Örneğin su, geleneksel petrol kuyularının iyileştirilmesini desteklemek için, enjeksiyonda kullanılır; ve biyoyakıt üretimi için biyokütle yetiştirmek için kullanılır; ayrıca yakıtın rafine ve üretim prosesinde de kullanılmaktadır.<sup>3</sup> ABD Enerji Bakanlığı'nın raporunda belirtildiği gibi, bu enerji üretimini, yalnızca artan taleple değil iklim değişikliklerinden önemli ölçüde etkilendiği tahmin edilen suyun yeterliliğine bağlanmaktadır.

<sup>1</sup> ABD Enerji Bakanlığı(2006); Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağımlılığı Hakkında Kongre'ye Rapor ör. s.45,

<http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>

<sup>2</sup> Ek 1 enerji ve suyun doğal ilişkisinin göstermeye yardım etmek için pek çok örnek içermektedir.

<sup>3</sup> Ecologic – Uluslararası ve Çevresel Politikalar Enstitüsü (2007) AB Su Tasarruf Potansiyeli (Bölüm 1- Rapor) s. 100



İklim ve su sistemleri ayrılmaz bir şekilde birbiri ile bağlantılıdır. Bu sistemlerin birindeki değişiklik, diğersinin de değişmesine sebep olur. Gerçekten de, bugün iklimde yaşadığımız değişikliklerin büyük bir kısmı, nüfus artışı ve ekonomik gelişme ile ilgili olarak insan kaynaklı olduğu açıktır. İklim değişikliklerinin önemli bir öncül etkeni, dünyayı küresel bir ısınmaya sevkeden sera gazı salınımıdır. Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi (elektrik, ısınma ve ulaşım için) bugün sera gazı salınımının en önemli sebebidir.

İklim, su ve enerji arasındaki ilişki karışıktır: Gelişme, sınırlı su kaynakları üzerinde güçlü bir baskı yaratmaktadır ve artan enerji arzına ihtiyaç duymaktadır; su kullanımı<sup>4</sup> ve enerji üretimi iklimi etkilerken: iklim değişikliği su varlığında değişikliğe neden olmakta ve suyun varlığı enerji üretim potansiyelini etkilemektedir. En son 2007'de Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panel (IPCC) raporu *küresel ısınmanın etkisini su vasıtası ile göstereceğini* ve adaptasyon karşısındaki ana tehditlerin bazılarının su kaynaklarının gelişimi ve yönetimi ile ilgili olduğunu açık bir şekilde belirtmiştir.<sup>5</sup>

Bu, örneğin pek çok ülkenin artan su kıtlığı yaşayacağına işaret etmektedir. Şu anda eriyen karlarla beslenen su havzalarında yaşayan dünya nüfusunun yüzde 6'sı kar azlığı ve devamındaki akışın azalması nedeni ile su kıtlığını yaşayacaklardır. Aynı zamanda korkunç olaylar artacak, örneğin, seller daha sık ve daha şiddetli olacak, kuraklık daha uzun sürecektir. IPCC, örneğin Afrika'da, ürün hâsılatının yağmurla beslenen alanlarda %50'ye kadar düşeceği konusunda uyarılmaktadır.<sup>6</sup> Kısaca: nemli olan daha da nemlenecek, kurak olan daha da kuruyacaktır.

Aynı zamanda, iklim değişikliği, mekân ve zaman açısından su mevcudiyetinde, enerji üretimini etkileyecektir. Dünyanın pek çok bölgesi mevcut sulara, yalnızca net artış veya net azalış yaşamayacaklar, onlar ayrıca suyun mevcut olduğu zamanlarda da değişiklik yaşayacaklardır, ki bu (hidroelektrik için su, santral soğutması ve petrol prosesi gibi) planlamayı zorlaştırabilir. Bu durum diğer sektörlerin su talebi arttığında (tarım, şehirlerin su ihtiyacı gündeme geldiğinde), daha büyük endişeye yol açacaktır.

Enerji üretiminin etkileri ve uzun dönemli gereksinimlerimiz açısından, enerji-su-iklim bağlantısı, enerji ve suyun gelecekteki kullanımının, iklim değişikliğine adaptasyon ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi ile birlikte düşünülmesini zorunlu kılmaktadır. Bu hususta Vestas Rüzgar Sistemleri, enerji üretimi ve su arasındaki ilişkiyi netleştirmede DHI Su Politikaları'nın desteğini istemiştir. Özel ilgi alanı ve istenilen bilgiler aşağıdaki görevlerle belirtilmektedir:

1. Elektrik üreten teknolojilerin, aynı miktarda elektrik üretimi için ne düzeyde su kullandıklarının değerlendirilmesi
2. Elektrik sektöründe toplam su miktarının değerlendirilmesi, örneğin ABD ve AB, %20 rüzgar enerjisi ile, 2025/2030'a kadar ne düzeyde su kullanılacağına dair mevcut senaryonun değerlendirmesi
3. Susuzluk tehlikesinin ne kadar ciddi olduğuna ve iklim değişikliğinin ABD ve AB'de su arzına etkisine bir bakış.
4. Yukarıdakilerle ilgili olarak sonuç.

<sup>4</sup> Örneğin bazı şartlarda su buharı güçlü bir sera gazı gibi hareket edebilir.

<sup>5</sup> Örneğin, IPCC (2007); Politika yapıcılar için özet(2007 İklim Değişikliği: Doğa Bilimleri Bölümü, Cambridge Üniversitesi Basımı, Cambridge, İngiltere.

<sup>6</sup> Ibid.



Bu çalışmanın amacı, Vestas'ın, politik kararların ve yerel sürdürülebilir şartlar ve gereksinimleri sağlayacak nitelikteki uygun teknolojilerin değerlendirilmesi ve planlamasında daha etkilişimli bir politikaya yönelik bir tartişma ortamı yaratmasına imkan vermektir. İçin bitiş tarihi 31 Ekim 2007'dir.

Bu çalışmanın sonuçlarının daha detaylı analizler ile güçlendirilmeye ihtiyaı olabileceği Vestas'ın ve DHI'nın ortak grşdrr.



## 2. Enerji Üretiminin Sudaki Ayakizleri

'Sudaki ayak izi'<sup>7</sup> bir yarar veya hizmet sağlamak için tüketilen toplam su miktarının ölçülmesidir. Bu rapor elektrik enerjisi üretimi için gereken su miktarı ile ilgilidir<sup>8</sup>. Temiz ve içilebilir su için hızla büyüyen talep – çevreyi geliştirme ve koruma ihtiyacı ile ikiye katlanmış olup- insanların su kullanımına yönelik, enerji üretimini içeren, pek çok konudaki su kıtlığı dünyanın birçok alanını su ihtiyacına karşı hassas hale getirmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi, biyoyakıtların biyokütlelerinin üretimi gibi, fosil yakıtların prosesi ve çıkartılması da ağırlıklı olarak suya bağlıdır. Konsept ilerideki seviyeleri göz önüne almak için gelecekte daha da genişletilebilir. (enerji santralleri kurmak için gerekli su miktarı, bu santrallerin çalışanlarının ücretleri, işe gelmek için kullandıkları arabaların üretimi gibi), ama o zaman biz birincil ilgi alanımıza olan dikkatimizi kaybetmeye başlarız ve tahminler daha az kesin olur. Sonuç olarak, bu rapor, enerji sektöründe sudaki ayak izi tanımını, anlayış ve karşılaştırmaları kolaylaştırmak için, "elektrik üretiminin prosesinde ve yakıt gelişimi için doğrudan tüketilen su miktarı olarak" sınırlamaktadır.

Devam etmeden önce *su çekimi* ve *su tüketimi* arasındaki farkı belirtmek önemlidir:

### Tanım

*Su Çekimi:* Herhangi bir kaynaktan ya geçici olarak ya da devamlı olarak çekilen brüt su miktarı.<sup>9</sup> Suyun ya hepsi ya da tamamı kullanımdan sonra tekrar kaynağa verilebilir ama alınan veya yönü değiştirilen brüt miktar, su çekimi olarak tanımlanır.

*Su Tüketimi:* Sızma veya buharlaşma, ürün veya mahsul tarafından emilme, insanlar veya hayvanlar tarafından tüketilme, doğrudan denize atılma veya diğer herhangi bir yolla temiz su kaynaklarından alınma nedeni ile artık kullanılması mümkün olmayan su miktarı olarak tanımlanır<sup>10</sup>.

Suyun, yukarıdaki bilgiler ve yaygın olarak benimsenen tanımına göre, bilinen bir sürece göre tüketildiği olgusu, suyun daha sonraki aşamalarda kullanılmayacağı anlamına gelmez, -fakat çoğunlukla farklı lokasyonlarda (belki başka bir ülkede) farklı zamanlarda, farklı kullanıcılar tarafından kullanılacaktır. Örneğin: su termik enerji santrallerinde buharlaşır. Buharlaşan su bulutların oluşumuna katkıda bulunabilir ve kar veya yağmur olarak yağar ve böylece hidrolojik döngüye tekrar girer. Ama bu, bizim buharlaşan suyu kullanılmaz olarak kabul etmemiz anlamına gelmez. Kritik olan konu şudur, su kontrol edilebilen bir sistemden (genellikle yeraltı ve yerüstü suyundan) alınıp, kontrol edilemeyen bir sisteme ( atmosfere )verilmektedir. Eğer biz buharlaşan su miktarının kullanım için kayıp olarak düşünülmemesi gerektiğini kabul edersek –çünkü o yağmur veya kar olarak yeniden yağacaktır- bu bizi suyun asla kullanılmayacağı gibi anlamsız sonuçlara götürür –bütün sular hidrolojik döngünün bir parçasıdır. Bunun ise nerede ne zaman suyun mevcut olduğunu bilmeye bağımlı olan toplumlara ve su kaynakları planlayıcılarına bir faydası dokunmaz.

<sup>7</sup> Sudaki Ayakizi Örgütü., (2007) Sudaki ayak izi konsepti

[http://www.waterfootprint.org/?page=files/Concept\\_WaterFootprint](http://www.waterfootprint.org/?page=files/Concept_WaterFootprint)

<sup>8</sup> İdeal olarak, su kaynaklarının niteliğindeki etkiler (kirlenme) de dikkate alınmalıdır. Bir yaklaşım; sorunlu bir yarar veya hizmetten dolayı suyun kalitesindeki herhangi bir etkiyi dengelemek (ör.seyreltmek) için gereken temiz su miktarını içerebilir. Bununla beraber, bu yaklaşım bu raporun konusu dışındadır.

<sup>9</sup> Avrupa Çevre Ajansı Tanımı: <http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/W>

<sup>10</sup> Ibid





Bir üretim prosesi çok az su tüketebilir ama çok su çekebilir. Yukarıdaki bilgilere göre, elektrik üretimdeki suyun az tüketimine bakarak bu tür su kaynaklarına bağımlılığı küçümsemek hatalı olabilir, az tüketilse dahi üretimin yapılması suya bağlı olabilir.

Su temininde yetersizlik ve düzensizlik ve dolayısı ile oluşan enerji yetersizliği, bölgesel ve ulusal ekonomilerde düzensizlikler birbiri ile bağlantılı olarak aniden ortaya çıkabilir. Basit şekilde söylemek gerekirse, eğer çekecek yeterli su olmaz ise, enerji santralleri normal kapasitede çalışamazlar, hatta tüketici kullanımı bile karşılanamayabilir.

## **2.1 Enerji İşletmelerinde Su Tüketimi**

### **2.1.1 Termoelektrik Enerji İşletmeleri**

Tablo 1 (aşağıda) farklı termoelektrik santrallerinin su çekim ve tüketim miktarına dikkati çekmektedir<sup>11</sup>. Aşağıdaki rakamlar yalnızca gerçek yaşamdan bir kesit için verilmektedir: ABD'de 2000'de termoelektrik enerji üretimi için çekilen toplam su miktarının 738 milyon m<sup>3</sup>/gün olduğu ve bunun toplam kullanılan suyun %48 olduğu tahmin edilmektedir, Dünyanın neresinde olur ise olsun, normal bir 500/MW kömür santrali, çalışması için 0.023 milyon m<sup>3</sup>/g su çeker. Bu 250.000 nüfuslu bir ABD kasabasında yaşayanların günlük ihtiyacını karşılamaya yeterlidir<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Uluslararası ve Avrupa Çevre Politikaları Ekolojik Enstitüsün'den alınmıştır. (2007) Avrupa Su Tasarrufu Potansiyeli (Bölüm1-Rapor) s. 101: alındığı yer: Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü (EPRI) (2002); Su ve sürdürülebilirlik (Bölüm3): Enerji üretimi için ABD Su Tüketimi – Sonraki yarım yüzyıl S.VIII

<sup>12</sup> Bilimadamları Birliği (2005), [http://www.ucsus.org/clean\\_energy/coalvswind/c02b.html](http://www.ucsus.org/clean_energy/coalvswind/c02b.html)



**Tablo 1: Farklı Termoelektrik Enerji Santrallerinin Su Çekimi ve Tüketimi:**

Santral ve Soğutma Sistemi Tipi	Çekilen Su Miktarı** (m3/MWh)	Tüketilen Su Miktarı*** (m3/MWh)	Su Tüketiminin Çekilen içindeki Yüzdesi (ortalama değer)
Fosil/biyokütle ile elde edilen buhar, tek geçişli soğutma	76 – 190	~1	%1
Fosil/biyokütle yakıtlı buhar, havuz soğutması	1 – 2	1 - 2	%87
Fosil/biyokütle ile elde edilen buhar, soğutma kuleleri	~2	~2	%87
Nükleer buhar, tek geçişli soğutma	95 – 227	~1.5	%1
Nükleer buhar, havuz soğutmalı	2 – 4	1.5 - 3	%71
Nükleer buhar, soğutma kuleleri	3 – 4	~3	%76
Doğal gaz/yağ kombine çevrim, tek geçişli soğutma	3 – 8	~0.4	%1
Doğal gaz/yağ kombine çevrim, soğutma kuleleri	~1	~0.7	%78
Doğal gaz/yağ kombine çevrim, kur soğutmalı	~0	~0	~%0
Kömür/petrol tortusu ile elde edilen buhar, soğutma kuleleri*	~1.5*	~0.8	53%

\* Gazlaştırma süreci suyunu içerir

\*\* Su Çekimi: Su Çekimi bir kısmı tüketilen, kalanı ise kaynağa geri verilen bir süreci anlatmak için kullanıldı.

\*\*\* Su Tüketimi: Genellikle buharlaşma nedeni ile kaynağa geri verilemeyen su tüketimi için kullanılmıştır.

## 2.1.2 Hidroelektrik'te Su Ayakizleri:

Hidroelektrik santrallerinin türbinlerinden akan su tüketilmiş olarak düşünülmez, çünkü akıntının altındaki diğer kullanıcılar tarafından hemen kullanılmaya hazır hale gelir. Bununla beraber, hidroelektrik barajlar, rezervuarı olmayan bir nehrin alanından daha fazla yüzeye sahip olan suni göller oluştururlar<sup>13</sup>. Bu bir nehirle karşılaştırıldığında, rezervuarın yüzeyinde ek bir buharlaşma anlamına gelmektedir. Ortalama yıllık buharlaşma yalnızca yüzeye bağlı değil, aynı zamanda rezervuarın derinliğine ve iklim şartlarına da bağlıdır.

<sup>13</sup> Hidroelektrik barajlar önemli miktarda karbondioksit ve metangazı üretirler ve bazı durumlarda fosil yakıt ile çalışan enerji işletmelerinden daha fazla sera gazı üretirler. Kaynak: New Scientist (2005): "Hidroelektrik barajların kirli yüzü ortaya çıktı."  
<http://www.newscientist.com/article/dn7046.html>



Ekologic'e göre<sup>14</sup>, "Ortalama yıllık buharlaşma, Alplerde 2000 metre yükseliğin üzerindeki göller için 200mm'nin altı, Almanya, Polonya ve İsviçre'deki göller için 600-700mm, Güney Fransa ve İspanya'daki göller için 1500mm olabilir. En aşırı değer 2400mm olarak Ölü Deniz'de olduğu bildirildi!"

"Avrupa'nın en büyük ikinci hidroelektrik barajı olan Serre Ponçon için basit bir hesaplama yapıldı. Serre Ponçon rezervuarının bulunduğu bölgedeki Geneva Gölünün (yıllık 650 mm) muhtemel buharlaşma seviyesini dikkate alarak, yıllık 18milyon m<sup>3</sup> buharlaşma oranına ulaştık ki bu toplam baraj (1272 milyon m<sup>3</sup>) kapasitesinin %1.4'üne eşit olup onun etkin kapasitesinin (1030 milyon m<sup>3</sup>) %1.7'sine denk gelmektedir."

Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL)<sup>15</sup>'nin 2003'teki bir çalışmasından alınan istatistikleri kullanarak, **ABD'deki hidroelektrik santrallerin buharlaşma sonucunda yaklaşık 68m<sup>3</sup>/MWh<sup>16</sup> su tüketimi olduğu** tahmin edilebilir.<sup>16</sup>

ABD'deki hidroelektrik santrallerin su çekimi açısından istatistiklerini edinmek zordur. Bununla beraber, ABD Jeolojik Araştırmalar'ın bir çalışmasına göre üretilen MW saatlik enerjinin 38600m<sup>3</sup>/MWh çekmektedir, yani tüketim yaklaşık olarak çekimin %1'ine eşittir.<sup>17</sup>

Küresel ısınma, sıcaklık verilerinin uzun dönemde yukarı doğru olması şeklinde karakterize edilmektedir. Sonuç olarak, biz, nehirdeki akışların büyüklüğünü ve zamanını değiştirebilen buharlaşmada, yağmur yağışında ve kaçışta değişiklik beklemeliyiz. Bu, su kaynaklarını kullanmak için hidroelektrik santrallerin etkinliğini etkileyebilir ve daha az gelir ve finansal getiriye yol açacak olan enerji üretiminde azalmaya neden olabilir<sup>18</sup>

## **2.2 Petrolün İşletilmesinde ve Çıkarılmasında Su Tüketimi**

### **2.2.1 Maden Çıkartımı ve Madencilik**

Enerji üretiminin tahminlerinde, su ayak izlerine tam bir bakış açısına sahip olmak için, yakıtların madenciliğinde ve çıkartılmasında gereken su miktarının önemli miktarlarda olabileceği konusuna dikkat edilmelidir.

Aşağıda, Şekil 2, ABD'de yakıt çıkartılması ve işlenmesi için gerekli mevcut su kullanımı ve birim başına enerji tüketimini göstermektedir. Bu istatistikler, her MW saatlik enerji üretimi için kullanılan suyun genel görünümünü belirtici niteliktedir.

Çekilen ve tüketilen su miktarı ağırlıklı olarak, pek çok değişkene sahip olan çeşitli şartlara ve kullanılan süreçlere bağlıdır. Bu değişkenler verili olarak, aşağıda, Tablo 2'deki sonuçlar, basit ortalamalara dayanarak hesaplanmıştır.

<sup>14</sup> Ekolojik – Uluslararası ve Avrupa Çevresel Politikalar Entitüsü (2007), AB Su Tasarrufu Potansiyeli (Bölüm1- Rapor) S.102

<sup>15</sup> NREL (Aralık 2003), Teknik Rapor: ABD'de enerji üretimi için tüketici su kullanımı, s 4-5

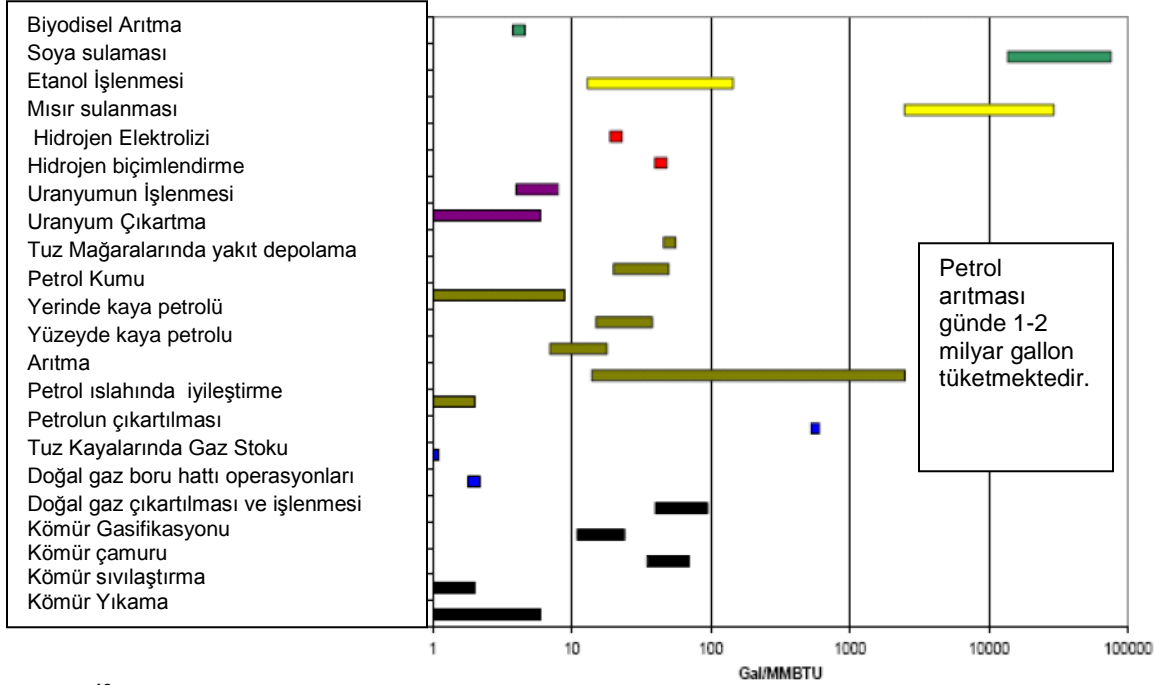
<sup>16</sup> Danimarkalı tüketicilerin suya ödedikleri fiyatlar, 2 DKK/kWs- elektrik için Danimarkalı tüketicilerin ödediklerinden daha fazladır; vergisi ve KDV dahil! ABD ile bir karşılaştırma ilginç olabilir.

<sup>17</sup> ABD Jeolojik Araştırma (1995), Sirküler 1200: 1995'de ABD'de su kullanımını tahmini yaptı, ABD İçişleri Bakanlığı, s. 54-57

<sup>18</sup> Ekolojik – Uluslararası ve Avrupa Çevresel Politikalar (2007), AB Su Tasarrufu Potansiyeli (Bölüm 1- Rapor) s, 102-103



**Şekil 2: Birim başına enerji tüketimi ve ABD’de yakıt çıkartma ve prosesi için şu andaki su tüketimi**



19

**Tablo 2: Maden Çıkartma ve Ham Yakıt Madenciliğinde Tüketilen Su**

Yakıt	Su (l/MWh)
Petrol	1292
Kömür	71
Gaz	45
Uranyum	52

### 2.2.2 Farklı Yakıtların İşlenmesinde Su Ayak İzleri

Tarım ve Ticaret Politikaları Enstitüsüne göre, ABD’de Orta Batıda, ortalama bir etanol işletmesi, 1 litre etanol üretmek için yaklaşık 4.2 litre suya gereksinim duymaktadır. Etanolün enerji eşdeğeri verili kabul edilirse (Tablo 3a/3b’ye bakınız) 1MWh enerji üretimi için 154 litre etanol gerekecektir. **Demektir ki, 1MWh üretim için yetecek miktardaki etanol, yaklaşık 0.7m3 su gerekecektir.**

<sup>19</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağımlılığı Hakkında Kongre’ye Rapor Örneğinin Syf.44, <http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>



10 yıllık bir sürede, etanolün işlenmesinde kullanılan su miktarında bazı bölgelerde %30'un üzerinde bir düşüş olmasına rağmen<sup>20</sup>, su arzı, su talebinin etanol işletmelerinin hızla artması ile ilgili olarak, büyüyen bir sorun olmaktadır. Örneğin yeni başlayan tüm santraller aynı 10 yıllık sürede, su kullanımında %30'a kadar etkinlik sağlasa da toplam su kullanım miktarı %254 artıyor olacaktır. Kesin olan şu ki Ortabatı'da su ihtilafı artıyor, çünkü çok fazla çiftlik hayvanı bakımı, hububat sulaması, ve etanol işletmesi aynı su için rekabet etmektedirler.<sup>21</sup>

Enerji endüstrisi yazarı Robert Rapier'e göre, 1 litre işlenmiş petrol için 0.52 litre suya gereksinim duyan Montana/Billings'teki Conoco Phillips rafinerisi, bir ham petrol rafinerisinin su tüketimine iyi bir örnek oluşturuyor.<sup>22</sup>

1 varil (159 litre) petrol 600kWh kullanılabilir elektrik üretir<sup>23</sup>, yani yaklaşık, 1MWh elektrik üretimi için gerekli petrolü rafine etmek için 3770 litre su gerekmektedir. **Sonuç olarak, 1MWh elektrik üretmek için gereken yakıtı üretmek için 2m3 litre su gereklidir.**

Uranyuma gelince, her 1MMBTU için gereken 8 galon su için biz 2.2.1 bölümdeki şekil 2'ye dönebiliriz. Madencilikte su tüketimini hesaplamak için aynı yöntemi kullanarak, **uranyumun işlenmesi için gerekli su tüketimi yaklaşık 0.1m3/MWh olduğu tahmin edilebilir.**

### **2.3 Bio Yakıt Üretimi için Su Tüketimi**

Birinci nesil biyoyakıtlar, özellikle yakıt için etanol üretmek amacı ile yetiştirilen genellikle gıda mahsullerinden üretilirler. İkinci nesil biyoyakıtlar genellikle tarımsal ve ormansal atıklardan veya hızlı büyüyen otlar ve ağaçlardan üretilir. Bununla beraber, aşmaları gereken teknoloji, sürdürülebilirlik ve maliyet engelleri ile ikinci nesil biyoyakıtlar hala ticari hayata geçebilmek için yılları beklemeleri gerekmektedir.

2005'te dünyanın en büyük 5 etanol üreticisi Brezilya (16.47 milyon m3/yıl), ABD (16.28 milyon m3/yıl), Çin Halk Cumhuriyeti (2 milyon m3/yıl), AB (946000 m3/yıl) ve Hindistan (302800 m3/yıl) olmuştur. Brezilya ve ABD tüm etanol üretiminin %90'ını karşılamaktadır. Hatta, ABD – şu anda yaklaşık 17.4 milyon m3/yıl miktarında üretim oranı ile- Dünyanın en büyük etanol üreticisi olarak kabul görmektedir.<sup>24</sup>

2006'da, küresel etanol üretimi %22 artmıştır. Büyük bir bölümü ABD tarafından karşılanan etanol arzı 2000'den beri yılda %15 arttı. ABD ve Brezilya'nın geçen yıl %93 olan etanol üretim payı, 2006'da %89 olarak gerçekleşti. Dünyanın geri kalanın üretimi %91 arttı, bu artışın üçte biri Çin Halk Cumhuriyeti'nden, diğer üçte biri AB'den kaynaklandı.<sup>25</sup>

<sup>20</sup> Tarım ve Ticaret Politikaları Enstitüsü (2006), Etanol İşletmelerinde Su Kullanımı, s, 3-7  
[http://www.ef.org/documents/IATP\\_water.pdf](http://www.ef.org/documents/IATP_water.pdf)

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Rapier R., (Mart 2007); Bir Yakıt Rafinerisinde Su Kullanımı, R-Squared, <http://i-rsquared.blogspot.com/2007/03/water-usage-in-oil-refinery.html>

<sup>23</sup> Alternatif Enerji Hareketi ; Enerji Bölümü,  
[http://www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=9](http://www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=9)

<sup>24</sup> Etanol Üreticileri Dergisi (Ağustos 2006),O Küresel Bir Şey,  
[http://www.ethanolproducer.com/article.jsp?article\\_id=2222](http://www.ethanolproducer.com/article.jsp?article_id=2222)

<sup>25</sup> BP Küresel (2007) Dünya Enerji İstatistiksel Dergisi 2007,  
<http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9017929&contentId=7033479>



Malezya, Endonezya ve Avrupa'da çiftçiler kolza, soya, ayçiçeği ve hurma ağacı sebze yağları için şimdiye kadar aldıklarından çok daha iyi fiyatlar alıyorlar: Bu yakıtlar kimyasal olarak süreçten geçirilerek, geleneksel dizel ile karıştırılmak için biyodizel üretiminde kullanılabilirler. Fakat dünyanın büyük bir bölümü, şeker kamışı veya mısırdan yapılan etanolü biyoyakıt olarak tercih etmektedir. Şeker Kamışı geleneksel olarak etanol kaynağının en çok arananı iken, mısır (ürün) ılımlı iklimlerde büyüme yeteneğinden dolayı, hızla şeker kamışını yakalamaktadır.

Amerika'nın en eski tohum borsası olan Chicago Ticaret Kurulunun, Mısır Ticareti alanında, fiyatlar son zamanlarda rekor seviyelere çıkmıştır. Bu yıl (2007) ekilebilir arazilerinin 36 milyon hektarı mısıra (veya maize) bırakılacak olup bu 60 yıldan beri mısıra ayrılan en büyük arazidir. Üretilen mısırın üçte biri, petrol ve benzin ile karıştırılabilen ve gittikçe yaygınlaşan etanol yapımı için kullanılacaktır.<sup>26</sup> Şeker kamışı, Brezilya gibi tropikal veya subtropikal iklimlerde üretilen pek çok etanol için tercih edilmekte olan bir ham maddedir.

Tablo 3a & 3b, sırasıyla ABD Mısırından ve Brezilya şeker kamışından etanol üretmek için gereken su ihtiyacını; her iki biyoyakıt için su verimliliğini göstermektedir.

**Tablo 3a: Mısır Kullanılarak Etanol Üretimi ile Enerji Üretiminde Su Verimliliği**

ABD Mısırı	Tahmini Toplam	Kaynak
ABD'de Mısır üretimi için gereken su	489000l/t	UNESCO-IHE (2004) Ulusların sudaki ayak izleri. Cilt 1, Asıl Rapor, s.41 (ABD için veri) (ç.n.2) <a href="http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf">http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf</a>
ABD'de Mısır üretimi için gereken su	489000l/t	UNESCO-IHE (2004) Ulusların su ayak izleri. Cilt 1, Asıl Rapor, s.41 (ABD için veri) (ç.n.2) <a href="http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf">http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf</a>
Etanol üretimi için su gereksinimi	489000 l/t/ 409l/t= <b>1196 l/l</b>	Yukarıdaki bilgiye dayanılmaktadır.
Etanole Eşdeğer Enerji	23.4 MJ/l (3600MJ = 1MWh) 154 l =1 MWh	Tees Forest (2007); "Biomass Energy Conversion Factors", <a href="http://www.teesforest.org.uk/R&amp;Renergy_conv.htm">http://www.teesforest.org.uk/R&amp;Renergy_conv.htm</a>
Enerji Üretimindeki Mısır için su Verimliliği (Tüketim Kullanımı)	1196 x 154 = <b>184 m3/MWh</b>	Yukarıdaki bilgiye dayanılmaktadır.

<sup>26</sup> Shell Dünyası (Temmuz 2007), Daha Yeşile Doğru: Biyoyakıtın sonraki jenerasyonu



**Tablo 3b: Şeker kamışı kullanılarak etanol üretimi ile enerji üretimi su verimliliği**

Brezilya Şeker kamışı	Tahmini toplam	Kaynak
Şeker kamışının ton başına net etanol getirisi	81.4 l/t	ABD Tarım Bakanlığı (2006): ABD'de Şekerden Etanol Üretiminin Ekonomik Fizibilitesi, s.17 <a href="http://www.usda.gov/oce/EthanolSugarFeasibilityReport3.pdf">http://www.usda.gov/oce/EthanolSugarFeasibilityReport3.pdf</a>
Brezilya'da Şeker Üretimi için Su gereksinimi	155000 l/t	Ulusların Sudaki Ayak İzleri. Volum1, Asıl Rapor, s.41 (Brezilya için bilgi) (ç.n.2) <a href="http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf">http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf</a>
Etanol Üretimi için Su Gereksinimi	155000 l/t / 81.4 l/t = <b>1904 l/l</b>	Yukarıdaki bilgiye dayanılmaktadır.
Etanolün Enerji Eşdeğeri	23.4 MJ/l (3600MJ = 1MWh) 154l =1 MWh	Biyokütle Enerjisi Dönüşüm Faktörleri <a href="http://www.teesforest.org/R&amp;REnergy_conv.htm">http://www.teesforest.org/R&amp;REnergy_conv.htm</a>
Enerji Üretimindeki Şeker kamışı için Su Verimliliği (Tüketim Kullanımı)	1904 x 154 = <b>293 m3/MWh</b>	Yukarıdaki bilgiye dayanılmaktadır.

## 2.4 Elektrik Üretiminde Toplam Su Ayak İzleri

Bundan sonraki bölüm, 1MWh elektrik üretimi için tüketilen su miktarını göstermek için kullanılan, önceki bölümlerde toplanan verilerin bir özeti.

Aşağıda Tablo 4a'da, enerji santral çeşitlerine göre 1MWh elektrik üretimi için *tüketilen* suyun litresini göstermektedir (su tüketimi sıralamasına göre). Tablodaki renklendirmeler, sistem çeşitleri arasındaki farkı ayırtmak içindir, örneğin. Tek geçişli soğutma ve soğutma kuleleri. Tablo 4b, enerji tiplerine göre elektrik üretmek için su tüketimini göstermektedir.



**Tablo 4a: 1MWh Elektrik Üretmek için Enerji Santral Tipine göre Su Tüketimi\* (Su tüketimine göre sıralanmıştır)**

Enerji Santral Tipi	Ham maddelerin çıkartılması ve üretilmesi için su tüketimi (m3/MWh)	Ham yakıtların rafinesi için tüketilen su (m3/MWh)	Enerji üretim santrallerinde tüketilen su (m3/MWh)	Yaklaşık Toplam Su Tüketimi (m3/MWh)
Rüzgar türbinleri	0	0	0	0.001 <sup>27</sup>
Doğal gaz kombine çevrim, kuru soğutma	0.05	0	0	0.05
Doğal gaz kombine çevrim, tek geçişli soğutma	0.05	0	0.4	40.5
Doğal gaz kombine çevrim, soğutma kuleleri	0.05	0	0.6	0.7
Kömür tortusu yakıtı kombine çevrim, soğutma kuleleri	0.07	0	0.8	0.9
Gaz kaynaklı buhar, tek girişli soğutma	0.05	0	1.1	1.2
Kömür kaynaklı buhar, tek girişli soğutma	0.07	0	1.1	1.2
Gaz kaynaklı buhar, havuz soğutma	0.05	0	1.5	1.6
Kömürle elde edilen buhar, havuz soğutma	0.07	0	1.5	1.6
Nükleer ile elde edilen buhar, tek girişli soğutma	0.05	0.1	1.5	1.7
Gaz kaynaklı buhar, soğutma kuleleri	0.05	0	1.8	1.9
Kömürle elde edilen buhar, soğutma kuleleri	0.07	0	1.8	1.9
Nükleer kaynaklı buhar, havuzla soğutma	0.05	0.1	2.1	2.3
Nükleer kaynaklı buhar, soğutma kuleleri	0.05	0.1	2.7	3.1
Doğal yakıt kombine çevrim, kuru soğutma	1.3	2	0	3.3

<sup>27</sup> AWEA (2007); "Geleneksel Enerji Santralleri ile Karşılaştırıldığında Rüzgar Türbini Ne Kadar Su Kullanır?", <http://www.awea.org/faq/water.html>





Enerji Santral Tipi	Ham maddelerin çıkartılması ve üretilmesi için su tüketimi (m3/MWh)	Ham yakıtların rafinesi için tüketilen su (m3/MWh)	Enerji üretim santrallerinde tüketilen su (m3/MWh)	Yaklaşık Toplam Su Tüketimi (m3/MWh)
Doğalgaz kombine çevrim, tek geçişli soğutma	1.3	2	0.4	3.7
Doğalgaz kombine çevrim, soğutma kuleleri	1.3	2	0.6	3.9
Petrol torusu yakıtlı combine çevrim, soğutma kuleleri	1.3	2	0.8	4.1
Yağ yakılarak elde edilen buhar, tek geçişli soğutma	1.3	2	1.1	4.4
Yağ yakılarak elde edilen buhar, havuz soğutma	1.3	2	1.5	4.8
Yağ yakılarak elde edilen buhar, soğutma kuleleri	1.3	2	1.8	5.1
Hidro elektrik**	68	0	0	68
Biyokütle ile elde edilen buhar,(mısır etanolü), tek geçişli soğutma	184	0.6	1.1	186
Biyokütle ile elde edilen buhar,(mısır etanolü) soğutma havuzu	184	0.6	1.5	186
Biyokütle ile elde edilen buhar, (mısır etanolü), soğutma kuleleri	184	0.6	1.8	186
Biyokütle elde edilen buhar (şeker etanolü), tek geçişli soğutma	293	0.6	1.1	295
Biyokütle ile elde edilen buhar (şeker etanolü) soğutma havuzu	293	0.6	1.5	295
Biyokütle ile elde edilen buhar (şeker etanolü) soğutma kuleleri	293	0.6	1.8	295

\*Tablodaki renklendirmeler sistem tipleri arasındaki farkı ayırd etmek içindir, örneğin tek geçişli soğutma ve soğutma kuleleri

\*\*Hidroelektrik için su tüketimi, arz gölü gibi bir su kaynağındaki buharlaşma sonucudur. Oranlar yüzeyin büyüklüğü, akış hızı, ısı, yükseklik ve derinlik gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişebilir. Rakamlar ABD ortalamasına göredir.



**Tablo 4b: Enerji Tipine göre Elektrik Üretiminde Tüketilen Su\* (ABD örneği ile)**

Tablo 4b'nin ikinci sütunundaki rakamlara bir örnek olması açısından üçüncü sütun, ABD'de, enerji üretimi sadece tek çeşit üretim tipine bağlı olsaydı, su kullanımının ne olacağını göstermektedir. Dördüncü sütun ise, üçüncü sütunda belirtilen su miktarının kaç kişinin tüketimine denk geleceğini göstermektedir.

<b>Enerji Tipi</b>	<b>Tahmini toplam Su Tüketimi (m<sup>3</sup>/MWh)</b>	<b>ABD'de Günlük Enerji Üretimi için Su Tüketimi**</b>	<b>ABD'de Kişisel Günlük Tüketime Eşdeğer (kişi) ***</b>
<b>Rüzgar****</b>	0.001	0.011	44 Bin
Gaz	1	11	44 milyon
Kömür	2	22	88 milyon
Nükleer	2.5	27.5	110 milyon
Yağ/Petrol	4	44	176 milyon
Hidroelektrik	68	748	3 milyar
Biyoyakıt ***** (1.nesil)	241	2650	10.6 milyar

\* Ham maddelerin çıkartılması ve üretimi için su tüketimi; yakıtı rafine etmek için su tüketimi: enerji santralindeki su tüketimi ve santral çeşidinde göre ortalamaların toplamına dayanmaktadır.

\*\*Eğer ABD'deki bütün enerji üretimi yalnızca tek bir enerji tipine bağlı olsa idi, bu sütun, bu üretim için suyun tüketime yönelik kullanımının ne olabileceğini gösterirdi (Şu andaki ABD'de ortalama 11 milyon MWh/gün üretimi bazı alınmıştır.)

\*\*\* Belirtilen insan sayısının yıllık ortalama su tüketimine ve ABD'de ortalama tüketim oranı 250lt/gün/kişi ) tekabül etmektedir. Örneğin eğer ABD, %100 rüzgar enerjisine geçerse, günlük su tüketimi 44.000 Amerikalının günde kullandığına eşit olacaktır.

\*\*\*\* Su tüketimi, temizlik şeklinde bakım içindir. Gereken su miktarı, büyük miktarda, yerel şartlara bağlı iken; diğer enerji tipleri ile karşılaştırıldığında su tüketimi asgariştir.

\*\*\*\*\*Brezilya'da Şeker kamışı ve ABD'de mısır üretimi temel alınmıştır.



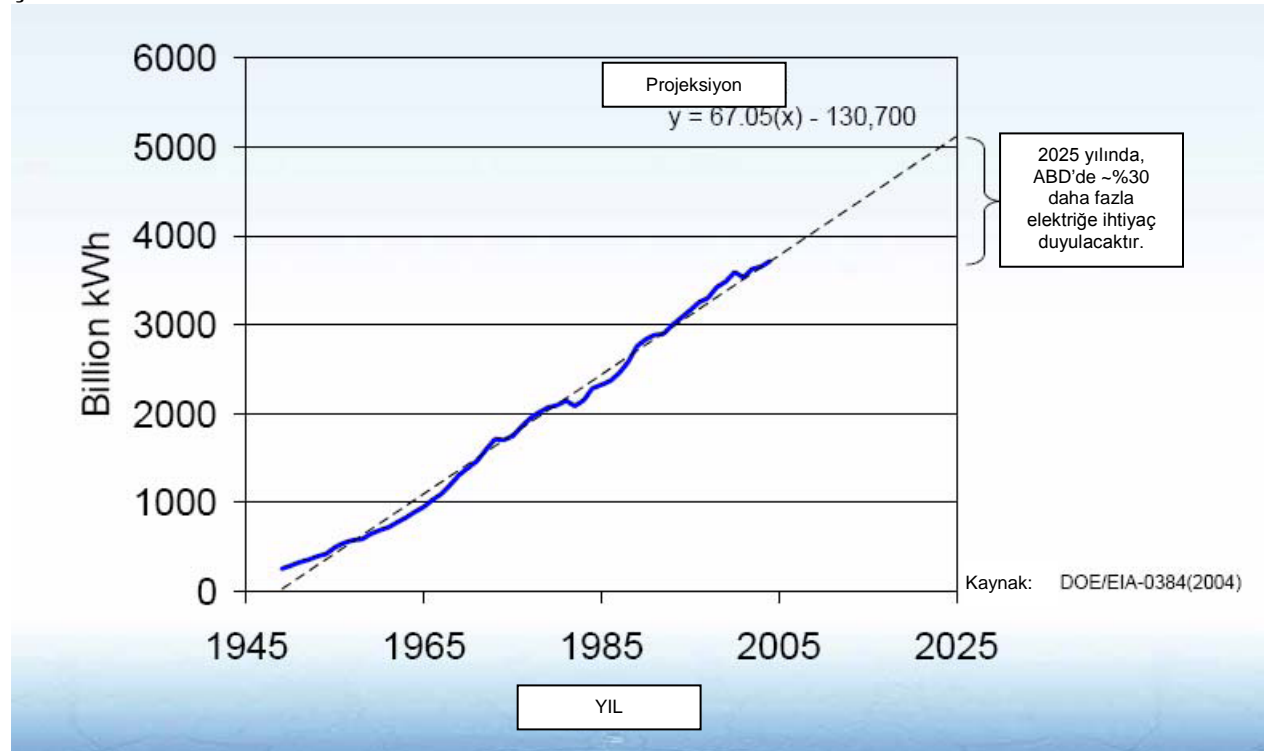
### 3. Enerji Sektöründe Su Kullanımı

Bu bölümde şu anda ve gelecekteki enerji üretimi ve ABD ile AB'de su çekimi ve tüketimindeki etkileri incelenecektir.

#### 3.1 ABD Enerji Sektöründe Su Tüketimi

Aşağıda Şekil 3'de gösterildiği gibi, ABD Enerji Bakanlığı (DoE), önümüzdeki yıllarda ABD'deki enerji üretiminin artacağını, 2025'te 2005'deki seviyesinden %30 daha fazlasına erişeceğini tahmin etmektedir.

Şekil 3: Gelecekte ABD'de Elektrik Üretimi<sup>28</sup>



Enerji üretiminin gelecekteki su talebine etkisi, kurulacak olan üretim santrali çeşidine ve mevcut santrallerden hangilerinin tasfiye edileceğine bağlıdır. Her zamanki durumun devam edeceğinin varsayıldığı ve yeni enerjinin büyük bir kısmının su soğutmalı termoelektrik santrallerden sağlanacağı senaryoya göre, en dramatik sonuçlar, tasfiye edilecek santraller yerine yapılacaklar ve diğer yeni kapasite ilavelerinin buharlaşan kapalı döngü soğutma sistemi kullanması durumunda ortaya çıkacaktır. Kapalı döngü buhar ile soğutma için gereken su çekimi açık sistem

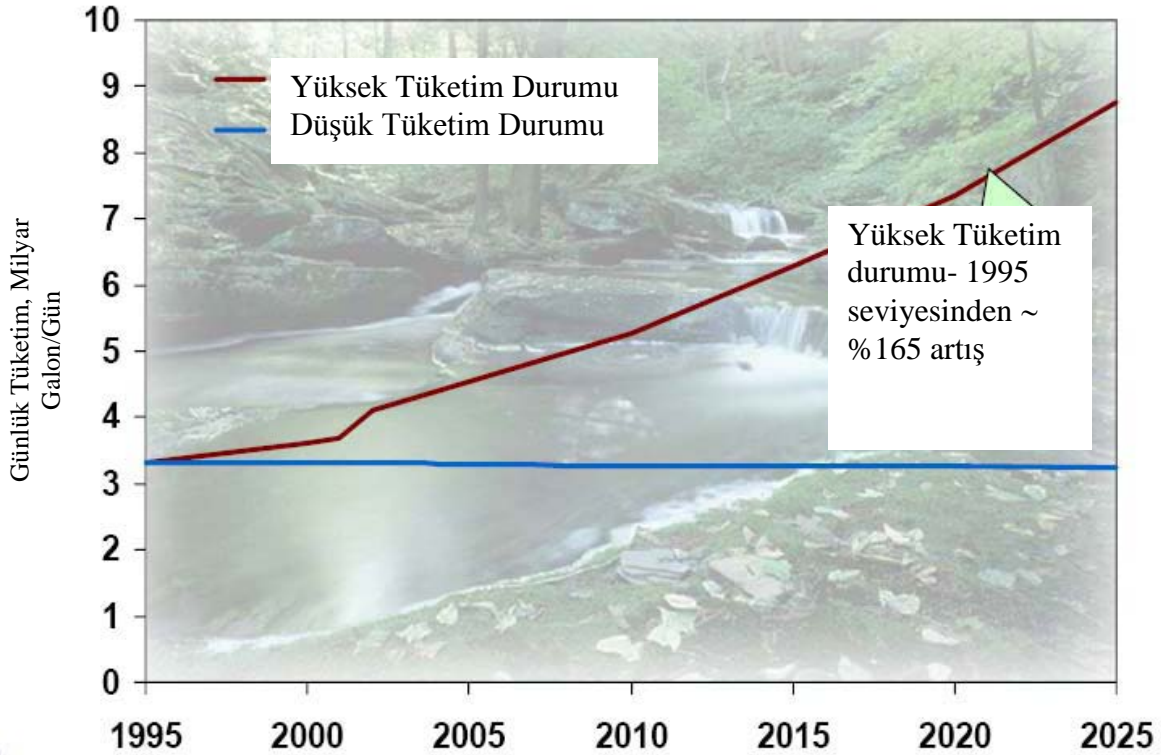
<sup>28</sup> Gasper, J. (2005); Enerji & Su: Bilim ve Teknoloji Araştırma Yol Haritası, <http://www.solar2006.org/presentations/forums/f23-hightower.pdf>



soğutma için gerekenin yalnızca %1-2'sidir, ama bunlar açık sistem soğutmanın 2 katı kadar su tüketebilirler.<sup>29</sup>

ABD Enerji Bakanlığı tarafından yaptırılan bir araştırmaya göre, termoelektrik kapasitesindeki tahmin edilen artışı karşılamak için, çekilmesi gereken temiz suyun az veya çok aynı kalacağı beklenmektedir.<sup>30</sup> Bununla beraber, Şekil 4'te gösterildiği gibi, her zamanki durumun devam edeceğinin varsayıldığı senaryoda kullanılan, yeni ve değiştirilecek üretim kapasitelerinde (yüksek tüketim durumunda) buharlaşan kapalı döngü soğutma kullanılırsa, enerji sektörü tarafından kullanılan içme suyu tüketimi iki kattan daha fazla artabilir. Yalnızca farklı stratejiler ve teknolojileri kullanılarak az tüketim durumu başarılabilir.

**Şekil 4: Termoelektrik kapasitesindeki artışı karşılamak için gereken günlük içme suyu tüketimi<sup>31</sup>**



<sup>29</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Enerji ve Su Dayanışmasında Kongre'ye Rapor s.33-35, <http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>

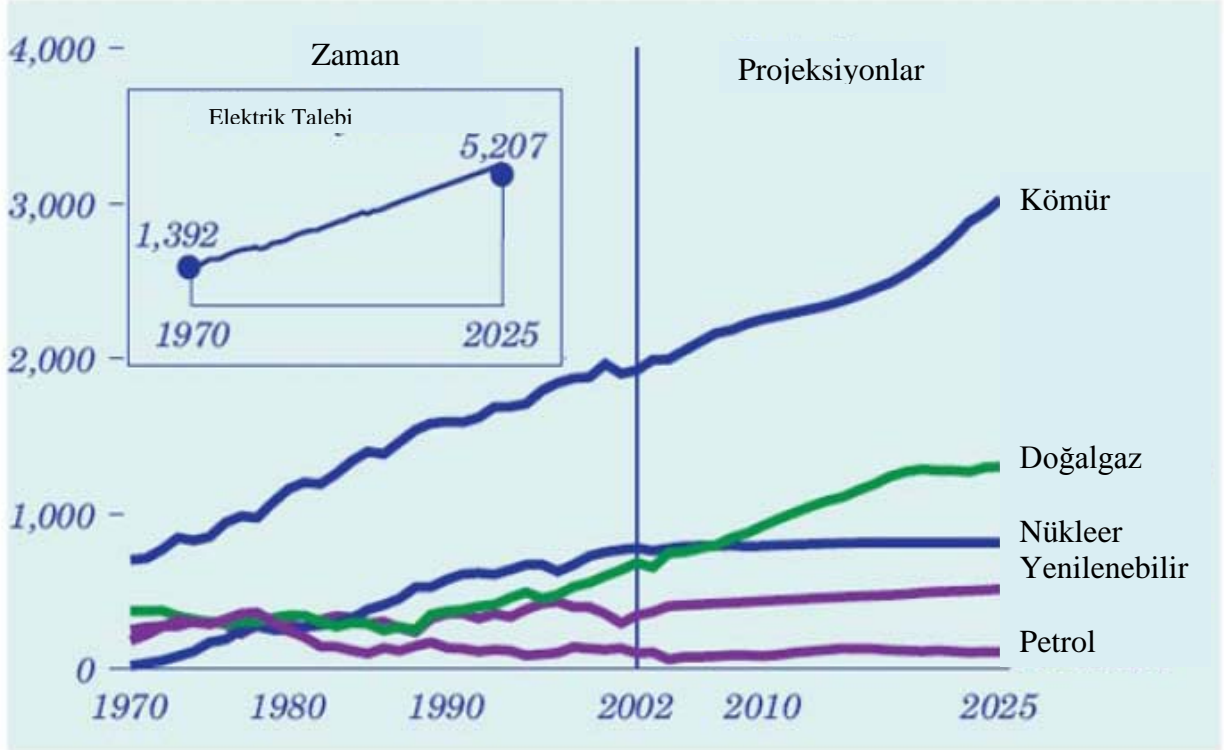
<sup>30</sup> Hoffmann *et al* (2004); 2025'teki Elektrik Üretim Kapasitesi Tahminini Yakalamak için İçilebilir Su gereksinimi. (NETL), <http://204.154.137.14/technologies/coalpower/ewr/pubs/Estimating%20Freshwater%20Needs%20to%202025.pdf>

<sup>31</sup> ABD Enerji Bakanlığı/Ülusal Enerji Teknolojileri Laboratuvarı. (2005); "DOE/NETL'nin Enerji İşletmesi Su Yönetimi AR-GE Programı", [http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/05\\_EUEC\\_Hoffmann\\_1.pdf](http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/05_EUEC_Hoffmann_1.pdf)



Bununla beraber, aşağıda şekil 5'te gösterildiği gibi, bu gereksinimlerin çoğu kömür ile çalışan santraller tarafından karşılanacaktır.

**Şekil 5: Kullanılan Kaynağa Göre Elektrik Üretimi: 1970-2025 (milyar kilowat saat)<sup>32</sup>**



Kaynak: Enerji Bilgi Ajansı, AEO, 2004

ABD yaklaşık 5700 milyon m<sup>3</sup>/gün mevcut temiz suya sahiptir<sup>33</sup>, bunun yaklaşık 513 milyon m<sup>3</sup>'ü termoelektrik enerji üretimi tarafından çekilmektedir ve bunun:

- 15 milyon m<sup>3</sup>/günü (toplam su çekiminin yaklaşık %3'ü) tüketilmektedir.
- Bu ise, toplam mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.26'sidir.

2025'e kadar, yaklaşık:

- 33 milyon m<sup>3</sup>'ün yüksek tüketim senaryosunda tüketileceği tahmin edilmektedir.
- Bu toplam mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.58'ine eşittir

Eğer, rüzgar enerjisi üretimi 2025'te enerji üretiminin %20'sini oluşturabilseydi, yaklaşık

- 7 milyon m<sup>3</sup>/gün su, yüksek tüketim senaryosunda tasarruf edilebilirdi.
- Bu toplam mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.12'sine eşit olacaktı.

<sup>32</sup> A.B.D Enerji/Ulusal Enerji Teknoloji Laboratuvarı Birimi (2005); "DOE/NETL'nin Enerji Santrali Su Yönetimi Ar-Ge Programı" [http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/05\\_EUEC\\_Hoffmann\\_1.pdf](http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/05_EUEC_Hoffmann_1.pdf)

<sup>33</sup> Aquastat(2007); <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>

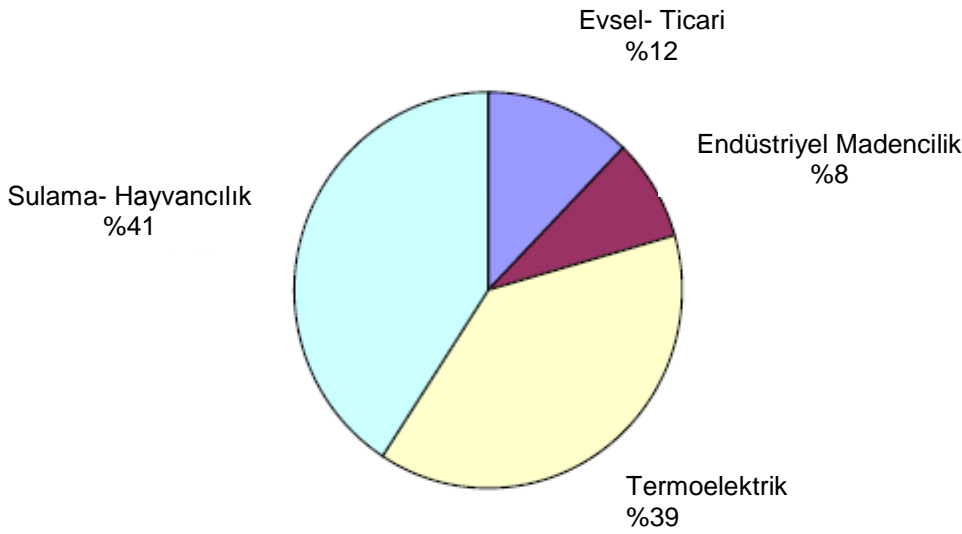


Bu rakamların enerji santrallerinde doğrudan tüketilen su için olduğunu belirtmek gereklidir. Kesin hesaplamalar yapmak bu raporun kapsamı içine girmediğinden; eğer daha ayrıntılı su tüketim oranları (ham madde prosesi ve çıkartılması/üretimi dahil ederek) Tablo4 Bölüm 2.4'deki gibi dikkate alınmış olsa idi, su tasarrufu çok daha önemli olacaktı. Su kaynaklarının [ mekansal ve geçici] mevcudiyetinde öngörülen değişiklikler ve diğer sektörlerden kaynaklanan artan talep dikkate alındığında, enerji sektöründeki su tüketiminin bugünkü seviyelerini korumanın mümkün olmayacağını söylemek gereklidir. Bu husular daha sonra ele alınacaktır.

### 3.2 ABD Enerji Sektöründe Su Çekimi

2000'de, her gün çekilen 1300 milyon m<sup>3</sup> suyun, tam %39'u, enerji işletmelerinin kullanımı için çekildi (Şekil6'ya bakınız).

Şekil 6: ABD'de Toplam Su Çekimi Oranı<sup>34 & 35</sup>



ABD Enerji Bakanlığı'nın "2025'te Elektrik Üretim Tahminini Karşılama İçin Gerekli Temiz su Çekimi İhtiyacını Tahmin Edilmesi" (2004) raporuna göre, bu, toplam yaklaşık günlük 500 milyon m<sup>3</sup> günlük su tüketimi, 2025'e yani tahminlerin sonuna kadar sabit kalacaktır. Bu, önceki bölümde tartışılan enerji üretimindeki beklenen artışa rağmen olacaktır. Bu başlangıçta çok da dikkat çekmeyecek bir konu olarak gözükürken, gerçekte ise bir ülkenin ciddi su bağlantılı enerji üretim konuları ile karşılaşmasının endişe verici bir örneğidir.

Bugünün ABD'sinin enerji yatırımları ağırlıklı olarak mevcut suya bağlıdır ve muhtemelen mevcudiyet ile ilgili sorunlar ve suyun değeri konuları, çatışan taleplerdeki artış nedeni ile daha da artacaktır. Pek çok eyaletin su yöneticileri gelecek on yıl içerisinde su kıtlığı beklemektedirler<sup>36</sup>. Bununla beraber, aşağıda Şekil 7'de gösterildiği gibi, sınırlı su kaynakları için rekabet gibi sorunlar şu anda bile ortaya çıkmaya başlamıştır.

<sup>34</sup> NREL (2003); ABD Enerji Üretimi için Tüketici Nitelikte Su Kullanımı Ek 1

<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/33905.pdf>

<sup>35</sup> Bu rakamlar hidro elektrik enerjisi içermemektedir.

<sup>36</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Su Kaynaklarında Enerji Talepleri: Su ve Enerji Arasındaki Karşılıklı Bağımlılık hakkında Kongre'ye raporu.s.29,

<http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>



### Şekil 7: Su Kaynakları üzerindeki Rekabet Elektriği Sınırlandırıyor<sup>37</sup>

- Georgia Enerji Chattahooche'den Su Çekim İhalesini Kaybetti
  - o (Miami Herald, Şubat 2002)
- EPA Mass. Enerji Santraline Su Çekimini Azaltmasını Emrediyor.
  - o (Providence Dergisi, RI, 2002)
- Idaho Enerji Santralleri İçin Su Hakkı Talebini Reddetti.
  - o (ABD Online Su Haberleri, Ağustos 2002)
- Duke Enerji, Charlotte, N.C. Bölgesindeki Kasabaları Su Kesintisi için Uyardı.
  - o (The Charlotte Oserver, NC, Ağustos 2002)
- Şirket, NJ-NY Sınırındaki Enerji Üretimi için kavgayı bitirdi.
  - o (The record, NJ, Eylül 2002)
- Yeni Meksika Şirketi Daha Fazla Su Kullanmadan Elektrik Üretimini Arttırmayı Planlıyor.
  - o (Albuquerque (NM) Haber, Haziran 2003)
- Pennsylvania Nükleer Enerji İşletmesi Kömür Madeninin Atık Suyunu Kullanacak.
  - o (The Philadelphia Inquirer, Temmuz 2003)
- Enerji Şirketleri, Akıntının Durması Halinde Oluşacak Enerji Darlığı İçin Uyardı.
  - o (Greenwire, Temmuz 2003)

Aynı zamanda, aşağıda, Şekil 8'in gösterdiği gibi, rekabetle beraber çatışmalar da ortaya çıkabilir.

---

<sup>37</sup> Hoffman, A. (2006); Su, Enerji ve Güvenlik, EESI Kongre Brifinginde Sunum  
<http://www.eesi.org/briefings/2006/Energy&Climate/9.13.06-Energy-Water-Climate/Hoffman%209.13.06.pdf>



Şekil 8: Amerika'da Enerji-Su Çatışmaları Örnekleri<sup>38</sup>



- 1.) 1999 kuraklığının bir sonucu olarak, Susuquehanna boyundaki suya bağımlı endüstriler, santral gereksinimlerini karşılamak için yeterli su temininde zorlandıklarını bildirdiler (GAO 2003).
- 2.) TVA kompleksinin Tennessee Nehri'ndeki bir parçası olan, Browns Ferry Nükleer Enerji İşletmesi, sık sık ılık su akıntısı ile karşılaşmaktadır, santralin soğuk su alımı sırasında çektiği suyun ısı derecesi, Alabama su kalitesi kriterleri olan 86 °F'a yaklaşmakta hatta aşmakta olup, hemen hemen santralin su verme limiti olan 90 °F'a yakındır (Curlee ve Sale 2003; Gibson 2006).
- 3.) Missouri Nehri'ndeki düşük su seviyesi, yüksek pompalama enerjisine, bloke olmuş ekranlara, düşük verimliliğe, yük azalmasına veya enerji santrallerinin kapanmasına neden olmaktadır (Kruse ve Womack 2004).
- 4.) 2002'de Tennessee Valisi, soğutma kısıtları nedeni ile ticari enerji santrallerinin kurulmasına karşı bir moratoryum hazırladı (Curlee ve Sale 2003).
- 5.) Georgia Enerji, enerji santralının soğutması için Chattahoochee Nehri'nden su çekimi ihalesini kaybetti (Hoffman 2004).
- 6.) Arizona, bölgesel akifere potansiyel etkisi nedeni ile, planlanmakta olan bir enerji santralının iznini reddetti. (Tuscon Citizen, 2002).
- 7.) Bir New York Entegry santralinden, tek taraflı soğutma su sisteminden kaynaklanan balık ölümlerini engellemek için kapalı döngü soğutma su sistemi kurması istendi (Clean Air Task Force 2004a).
- 8.) Güney Eyaletler Enerji Kurulu üye eyaletleri, yeni ticari enerji santrallerinin santral izinleri için, su mevcudiyetini anahtar faktör olarak belirlediler (Feldman ve Routh 2003).
- 9.) Güney Dakota valisi, Missouri nehrindeki kuraklık nedeni ile ortaya çıkan düşük akışın sulamadaki, içme suyu sistemindeki ve enerji santrallerindeki etkilerini tartışmak üzere bir zirveye çağırdı (ABD Online Su Haberleri 2003).
- 10.) Washoe vilayeti, Nevada sakinleri, planlanmakta olan kömüre dayalı enerji santralının planlanan su kullanımına itiraz ettiler. (Reno-Gazette Journal 2003)
- 11.) Lake Michigan (Wisconsin Sahili)'nda yapılması planlanan kömüre dayalı enerji santraline, soğutma suyunun çekilmesindeki yapısının, göldeki akuatik yaşama potansiyel etkileri nedeni ile çevreci gruplar tarafından şiddetle karşı çıktı (Milwaukee Journal Sentinel 2005).
- 12.) Massachusetts/Road Island sınırındaki Brayton Point Kömür İşletmesinden sıcak su atımının, MT Hope Körfezi'ndeki fin balığının %87 oranında azalmasına yol açtığı EPA tarafından belirlendi. EPA, deniz suyu soğutması yerine, içme suyu soğutma kulelerinin kullanılarak, su çekiminde %94'e kadar azaltmayı zorunlu kıldı (Clean Air Task Force 2004b).
- 13.) Teksas Üniversitesi araştırmacıları, eğer 20. yy kuraklık şartları yeniden meydana çıkarsa, enerji santrallerinin üretimlerini kısıtlanmasının gerekeceğini söylediler (Clean Air Task force 2004a).
- 14.) Idaho, Akifer'deki etkileri nedeni ile iki enerji santraline itiraz etti (ABD online Su Haberleri 2002).

<sup>38</sup> ABD Enerji Bakanlığı DoE (2006); Su Kaynaklarındaki Enerji talepleri: Enerji ve Su'daki Karşılıklı Bağımlılık Hakkında Kongreye Rapor., s.30, <http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>





Eğer rüzgar enerjisi üretimi 2025'deki enerji üretiminin %20'sine yükseltilebilseydi, yaklaşık;

- Su Çekiminden 100 milyon m3 su/gün, tasarruf edilebilirdi.
- Bu toplam mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %1.8'ine ve toplam temiz su çekiminin %7.7'sine denk gelecekti.

### 3.3 Avrupa Enerji Sektöründe Su Tüketimi

Bu bölümün amacına yönelik olarak "Avrupa-30" ülkeleri incelenecektir: Bunlar AB ülkeleri, Norveç, İsviçre ve Türkiye'dir.

Flörke & Alcamo'ya göre (2004), olağan senaryoda, Avrupa-30 ülkelerinde 2000 ve 2030 arasında termik elektrik üretiminin %54'e kadar artırılması öngörülmektedir <sup>39</sup>(aşağıdaki tablo 5'e bakınız).

**Tablo 5: Avrupa'nın 30 ülkesi için planlanan termik elektrik üretimi<sup>40</sup>**

	Termal elektrik üretimi [TWh]*					Yıllık Artış Oranı %				
	1990	2000	2010	2020	2030	90/00	00/10	10/20	20/30	00/30
<b>Kuzey Avrupa</b>	1183	1297	1437	1615	1771	0.93	1.03	1.18	0.92	1.04
<b>Güney Avrupa</b>	722	963	1156	1341	1492	2.92	1.85	1.50	1.07	1.47
<b>AB'nin yeni üyeleri</b>	304	308	362	452	488	0.14	1.62	2.24	0.78	1.55
<b>AB'ye aday ülkeler</b>	121	169	213	306	496	3.40	2.33	3.69	4.36	3.46
<b>AB-30</b>	2329	2737	3168	3714	4220	1.63	1.47	1.60	1.28	1.45

\* Termik elektrik üretimi (biyokütle dahil) ve nükleer elektrik üretimi

Flörke, M& Alcamo, J. (2004) tarafından yapılan araştırmanın verisi, 2000-2030 arasında Avrupa-30 ülkelerindeki termik santrallerin, temiz su çekiminin %65 civarına düşeceğini göstermektedir: 2000'de günlük 260 milyon m3'ten 2030'da günlük 90 milyon m3.<sup>41</sup>Bu resmin tamamını göstermemektedir. Termo elektrik enerji için su çekimi düşerken, tüketim önemli ölçüde artacaktır. Bu açık tezdin sebebi, düşük çekimli ama yüksek tüketimli enerji santral çeşitlerinin artmasıdır.

Enerji santrallerinde su tüketimi, esasen sistemin çeşidine bağlıdır; tek geçişli soğutma sistemi ve soğutma kulesi sistemi olmak üzere iki çeşit bulunmaktadır. Yukarıdaki olağan senaryonun içinde dikkate alınan önemli bir senaryo; şu andaki AB Stratejisi<sup>42</sup> ile uyumlu olarak, tek geçişli soğutma sistemleri kademeli olarak soğutma kulesi sistemine geçilmesini içermektedir. Soğutma kulesi sistemi daha az su çekmektedir, ama gerçekte tek geçişli soğutma sistemine göre iki kat fazla su tüketmektedirler.<sup>43</sup> Flörke, M & Alcamo, J. (2004)'ya göre Avrupa'da her iki soğutma sisteminin su tüketim yoğunluğu şu şekildedir:

<sup>39</sup> Flörke, M. & Alcamo, J. (2004); Su Kullanımında Avrupa'ya Bakış, Çevresel Sistemler Araştırma Merkezi, Kassel Üniversitesi, s.26

<sup>40</sup> Ibid p.35

<sup>41</sup> Ibid p.46

<sup>42</sup> Ibid p.27

<sup>43</sup> Ibid p.17 (Flörke, M. & Alcamo, J. (2004)'e göre her iki soğutma sisteminin su tüketimi yoğunlukları şu şekildedir: tek geçişli sistem kullanan enerji santraller için 0.65 m3 veya 650 litres/MWh ile soğutma kulesi kullanan enerji santralleri için: 1.33 m3 veya 1330 litre/MWh )



Tek geçişli soğutma sistemli enerji santralleri için 0.65 m<sup>3</sup>/MWh veya 650 l/MWh, ve Soğutma kulesi sistemli enerji santralleri için 1.33 m<sup>3</sup>/MWh veya 1330 l/MWh<sup>44</sup>

2000'de Avrupa'da 10469 enerji işletmesinin, %34'ü soğutma kulesi kullanırken yaklaşık %66'sı, tek geçişli soğutma sistemi kullanmaktadır. Eğer aşağıdaki varsayımları yaparsak, su tüketimi konusunda fikir sahibi olmaya başlayabiliriz:

Varsayımlar:

- 1) Tek geçişli ve soğutma kulesi, enerji santrallerinin kullanımı için sırasıyla %60 ve %34 oranında su çekmektedir.
- 2) Tablo1, bölüm 2.1'deki bilgiye göre, nükleer enerji santralleri yaklaşık aynı tüketim oranlarına sahiptir.

Yukarıdaki tablodaki elektrik üretim rakamlarını kullanarak, 2000'de 6.6 milyon m<sup>3</sup>/gün sonucuna ulaşılabilir.

AB-30 ülkeleri yaklaşık, günlük 7000 milyon m<sup>3</sup> temiz suya sahiptirler.<sup>45</sup> Bu demektir ki, tüketim, mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.1'ine denk gelmektedir.

Eğer biz termal enerji işletmelerinin 40 yıllık bir yaşam süreleri olduğunu varsayarsak<sup>46</sup> ve basitleştirerek de 2030'a kadar bütün termal işletmelerinin soğutma kulesi sistemine sahip olacağını farz edersek, tablo 5'teki verileri kullanarak (Avrupa-30 için planlanmış termik elektrik üretimi), su tüketiminin (TWh4220/yıl üretimin 1.33m<sup>3</sup>/MWh ihtiyacı olacağına dayanarak), 2000'deki 6.6 milyon m<sup>3</sup>/gün rakamından, 2030'da yaklaşık 15 milyon m<sup>3</sup>/güne çıkacağını tahmin edebiliriz. Bu yaklaşık olarak mevcut temiz su kaynaklarının %0.2'sine eşittir.

Eğer rüzgar enerjisi, 2030'daki enerji üretiminin %20'sine yükseltilebilseydi, yaklaşık olarak:

- Her gün için 3 milyon m<sup>3</sup>/gün su tasarruf edilebilirdi.<sup>47</sup>
- Bu toplam yenilenebilir temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.04'üne eşit olacaktı.

ABD'de olduğu gibi, bu rakamların enerji santrallerinde doğrudan kullanılan su için kullanılmış olduğunu belirtmek son derece önemlidir. Eğer (ham maddelerin prosesi ve üretim/çıkartma dahil) daha ayrıntılı su tüketim oranları tablo 4, bölüm 2.4'te ki gibi hesaplanmış olsa idi, su tasarrufu çok daha ciddi miktarda olabilirdi.

### **3.4 Avrupa Enerji Sektöründe Su Çekimi**

2000'de, Avrupa-30 ülkelerinde, toplam günlük su çekimi, yaklaşık 820 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır<sup>48</sup>. Aşağıda, şekil 9'da gösterildiği gibi, enerji gereksinimi bunun yaklaşık %31'ini oluşturmaktadır.

<sup>44</sup> Ibid p.17

<sup>45</sup> Aquastat (2007); <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>

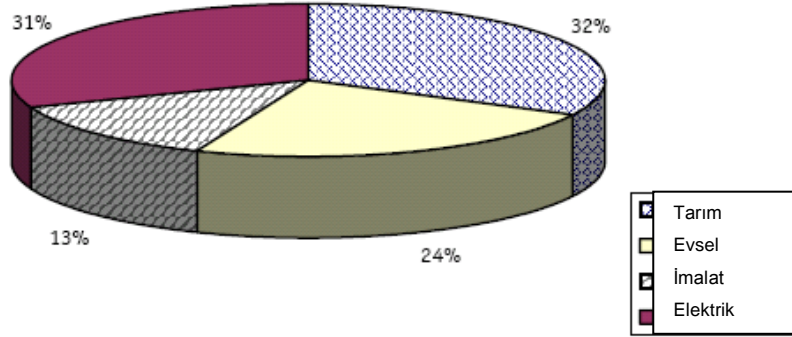
<sup>46</sup> Flörke, M. & Alcamo, J. (2004); Su Kullanımında Avrupa'ya Bakış, Çevresel Sistemler Araştırma Merkezi, Kassel Üniversitesi s.27

<sup>47</sup> Bu hesaplama, 1) Bütün enerji santrallerinin, 1.33m<sup>3</sup>/MWh tüketime sahip soğutma kulesi sistemine sahip olduklarına (Flörke, M & Alcamo, J (2004) ,'ye dayanarak s.17,) 2) Tablo 5'teki tahmini elektrik üretimi rakamlarına dayanmaktadır.

<sup>48</sup> Kaynaklar: Aquastat: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html> & Ekolojik-Uluslararası ve Avrupa Çevre Politikaları Enstitüsü (2007) AB Su Tassarrufu Potansiyeli (Bölüm1-Rapor) s.15



Şekil 9: AB – 30'un 2000'de sektör başına su çekimi<sup>49</sup>



Daha önceki bölümde belirtildiği gibi, enerji işletmelerinin su çekimi 2000'deki 260 milyon m<sup>3</sup>/gün'den 2030'da 90 milyon m<sup>3</sup>/gün'e düşeceği beklenmektedir.<sup>50</sup> Bu önceki bölümde de tartışılan, enerji üretimindeki beklenen artışa rağmen oluşacaktır. Bununla beraber, su mevcudiyeti konuları, ABD'deki kadar vahim değilse de, her şeye rağmen önemlidir.

2007 Temmuz ayında, Uluslararası ve Avrupa Çevresel Politikalar Enstitüsü tarafından hazırlanan AB raporuna göre, "Artan sayıda AB Üye ülkeleri için, mevsimsel ve uzun dönemli kuraklıklar ve su sıkıntısı, artık geleneksel olarak Güney Avrupa ile sınırlı olmayacak şekilde, son yıllarda dikkati çeken bir gerçek olmaktadır."<sup>51</sup>

Aşağıdaki şekil 10, 2000 civarında, su çekim havzalarına göre, mevcut suya karşılık çekilen su oranını göstermektedir.

Birim alan başına su kullanımının çok yüksek olduğu çekim havzaları (Belçika'da, Hollanda'da, ve Güney İngiltere'de), kuru iklime sahip ülkeler ile birlikte, ve su mevcudunun su kullanımına oranla düşük olduğu yerlerle birlikte (Yunanistan, Güney İtalya, Portekiz, İspanya ve Türkiye) yüksek baskı altındadırlar.

2006'nın başında, İspanya'da, hidroelektrik üretimi ve sulama için barajlar, su akımı eksikliğinden dolayı kapasitelerinin %40'ına kadar gerilediler. Hidroelektrik enerji üretimi, 2005 kuraklığında, 48 yılın en düşük seviyesini gördü. Hidroelektrik enerji üretiminin düşmesi ile diğer, karbona dayanan kaynaklara başvurulmalıdır. Sonuçta ortaya çıkacak daha yüksek enerji fiyatları ve AB seragazı ticareti çerçevesi altında karbon emisyon ödemeleri, elektrik sektörünü ve enerji-yoğun endüstrileri ciddi şekilde etkileyebilir.<sup>52</sup>

2006 Temmuz'undaki, yaygın sıcak hava dalgası, pek çok nükleer işletmenin reaktörlerini soğutmak için bağımlı olduğu nehirler ve göllerde su seviyesi düşerek bütün Avrupa'daki kuraklık şartlarını ağırlaştırdı. Sonuç olarak, Fransa, İspanya ve Almanya'daki enerji firmaları, bazı santrallerini kapatmak zorunda kaldılar ve diğerlerinde de üretimi kısıtılar. Batı Avrupa'da, nükleer

<sup>49</sup> Flörke, M. & Alcamo, J. (2004); Su Kullanımına Avrupa Bakışı, Çevresel Sistemler Araştırması Merkezi, Kassel Üniversitesi, s.4

<sup>50</sup> Ibid p.46

<sup>51</sup> Ekolojik – Uluslar arası ve Avrupa Çevresel Politika Enstitüsü (2007) AB Su Tasarruf Potansiyeli (Bölüm 1- Rapor) s. 6, [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf)

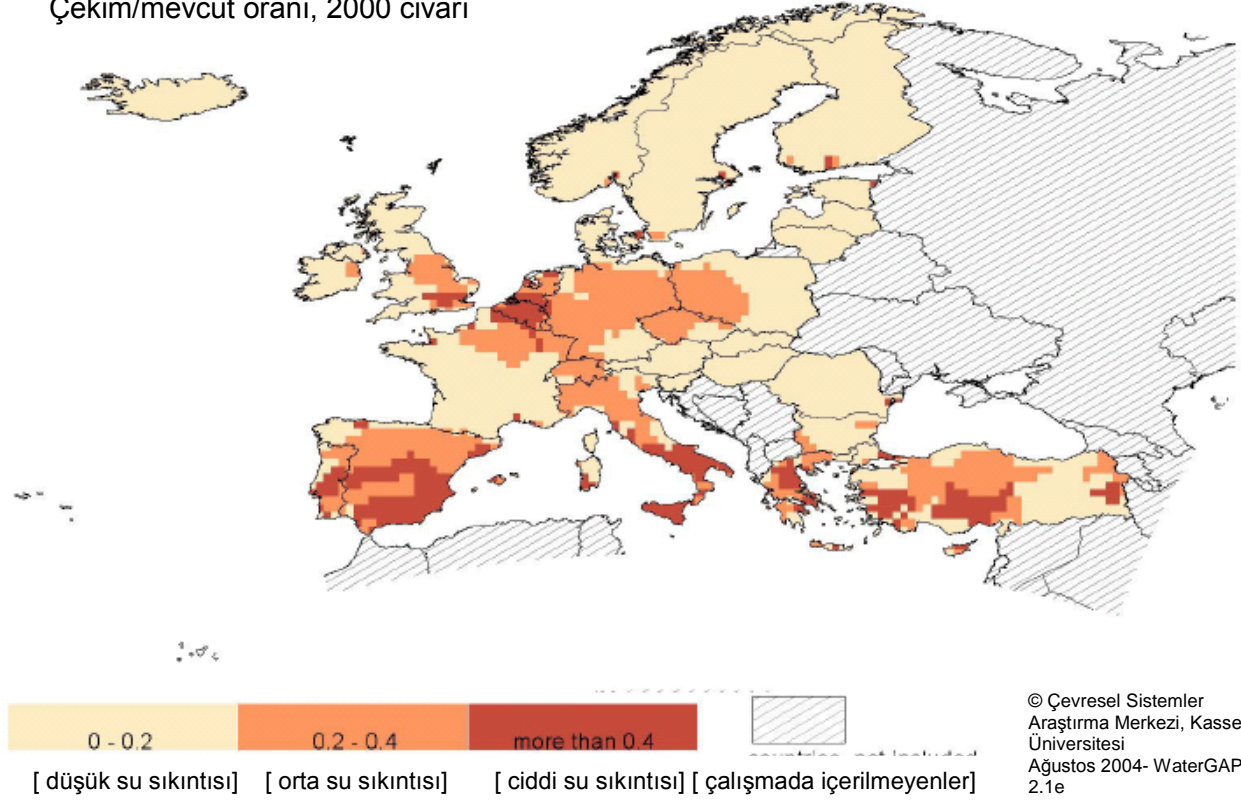
<sup>52</sup> EUMETSTAT (2006); Avrupa'da kuraklık, <http://www.eumetsat.int/Home/Main/Media/News/005280?l=en>



işletmeler sıcak suyu çevreye boşaltmak için regülasyonlarda muafiyetler elde etmeye çalıştılar. Bu yaz, çevresel kurallardaki muafiyete rağmen, normalde bir enerji ihracatçısı olan Fransız elektrik şirketi, Electricité de France (EDF), elektrik talebini karşılamak için Avrupa Spot Piyasasından elektrik almak zorunda kaldı.<sup>53</sup>

<sup>54</sup>Şekil 10:

Çekim havzalarına göre su sıkıntısı  
Çekim/mevcut oranı, 2000 civarı



Rüzgar enerjisi üretimi, 2030'daki enerji üretiminin %20'sine çıkarılabileseydi, yaklaşık olarak;

- Su çekiminde, 18 milyon m<sup>3</sup> su/gün tasarruf edilebilirdi.
- Bu mevcut temiz su kaynaklarının yaklaşık %0.3'üne ve toplam temiz su çekiminin %2.2'sine eşit olacaktı.

Avrupa düzeyinde, ortalamalar toplamı çok önemli gözüküyor gibi dursa da, ulusal ve bölgesel etkileri oldukça önemli olabilir. Bundan başka, gelecekteki su mevcudiyeti açısından da değerlendirilmesi gereklidir. Bu aşağıdaki bölümde incelenecektir.

<sup>53</sup> Christian Science Monitor (2006); "Nükleer Gücün Yeşil Sözü Artan Sıcaklıklarla Beraber Söndü"  
<http://www.csmonitor.com/2006/0810/p04s01-woeu.html>

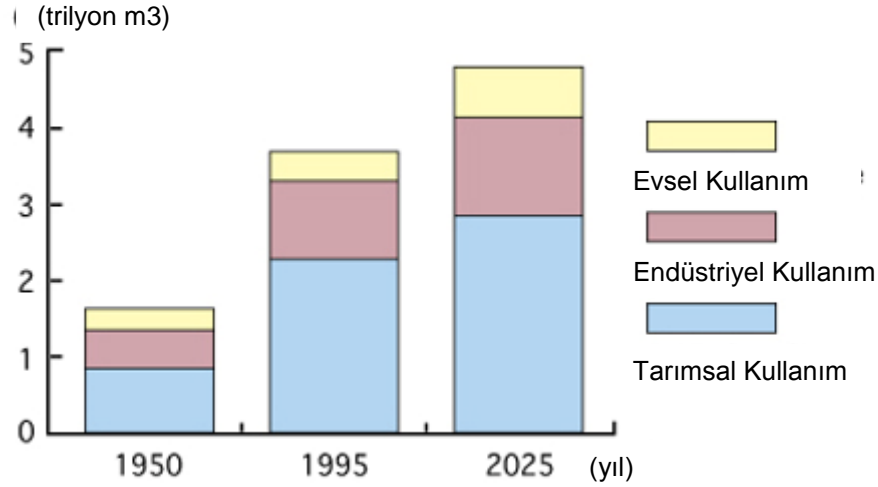
<sup>54</sup> Flörke, M. & Alcamo, J. (2004); Su Kullanımında Avrupa Bakışı, Çevresel Sistemler Araştırması Merkezi, Kassel Üniversitesi s.50



#### 4. Gelecekteki Su Sıkıntısı ve İklim Değişikliği

Önceki bölümde, ABD’de ve AB’deki enerji sektöründe su tüketiminin artmakta olduğunu tespit etmiştik. Bu bölümde, genel olarak, beklenen su mevcudiyetine bakacağız. Aşağıda, şekil 11’de gösterildiği üzere, küresel su kullanımı, önümüzdeki 10 yıllarda artacağı beklenmektedir.

Şekil 11: Küresel Su Kullanımının Geleceğine Bakış<sup>55</sup>



En büyük endişe, büyük ölçekli su kıtlığının olacağı değil, temiz suya talebin artarak, "su sıkıntısı" ve devamlı su yokluğu çeken ülke ve bölgelerin sayısını artıracığıdır. Birleşmiş Milletler’in tanımına göre, kişi başına düşen, yıllık su miktarının 1.700m<sup>3</sup>’ün altına düştüğünde bir bölge su sıkıntısı yaşıyor demektir. Kişi başına düşen yıllık su miktarı 1000m<sup>3</sup>’ün altına düştüğü zaman, nüfus su kıtlığı ile karşılaşır.<sup>56</sup> Su sıkıntısının sonucu, akuatik ekosistemlerin belediyeler, endüstriler, enerji santralleri ve tarımsal kullanıcılar tarafından bozulmasıdır.

20.yy’da küresel nüfus 3 katına çıktı, ama su kullanımı 6 kat arttı. 2025 yılına kadar nüfusun 6 milyardan 8 milyara çıktığını varsayarsak, 4 milyar kişi –veya 2025’deki dünya nüfusunun yarısı- küresel su sıkıntısı ile karşılaşabilir demektir. Özellikle sıkıntı altında olanlar, Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Ortadoğu, Avrupa, Avustralya ve ABD’nin batı kısmını da kapsayacak şekilde Kuzey Amerika’daki kilit bölgelerdir.<sup>57</sup> Aşağıdaki Şekil 12, dünya genelinde su sıkıntısı yaşayan mevcut bölgeleri göstermektedir.

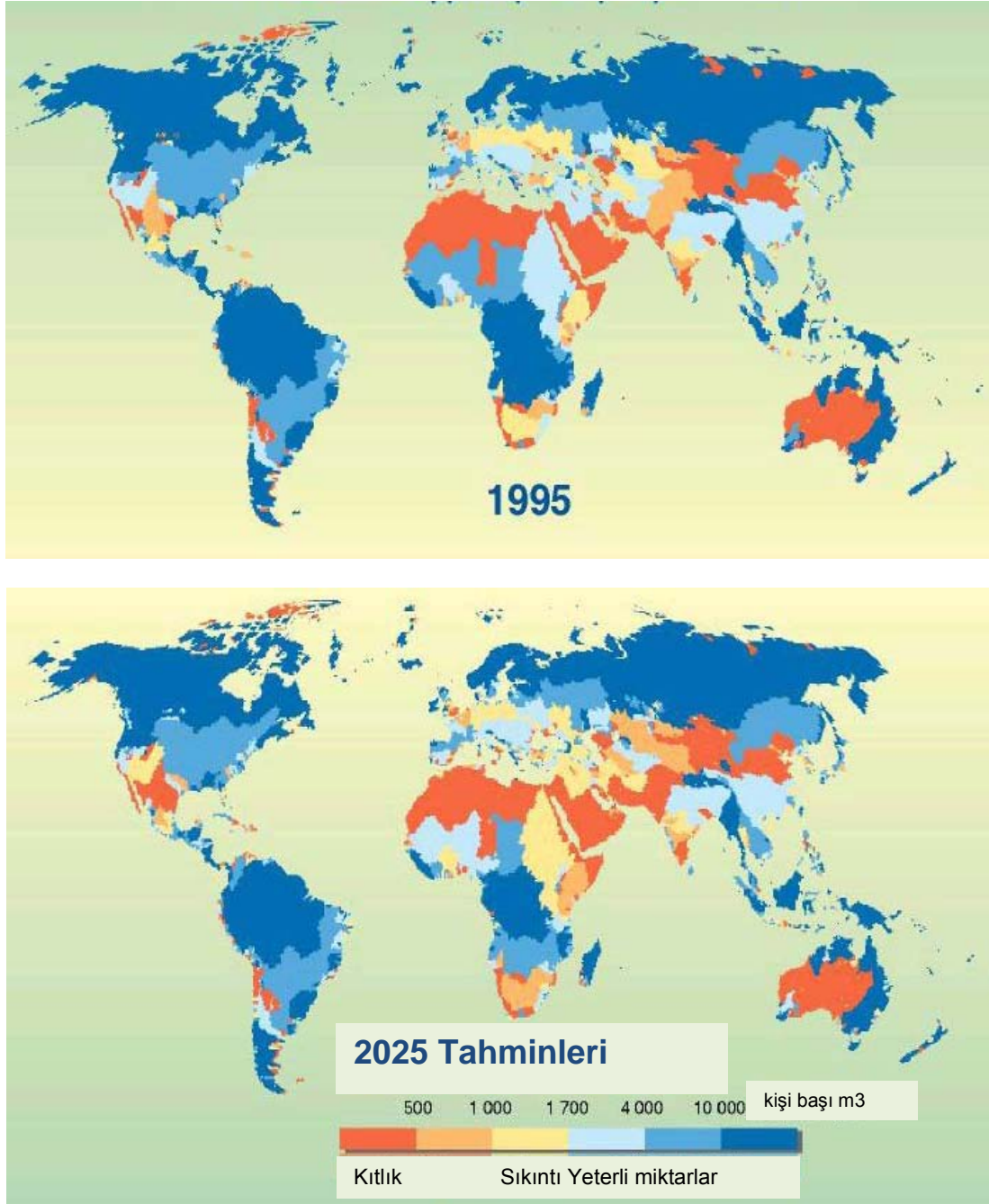
<sup>55</sup> Sürdürülebilirliğin Bilimsel Temeli Üzerine Araştırma (2007); Gıda & Su, [http://www.sos2006.jp/english/rsbs\\_summary\\_e/2-4-food-and-water.html](http://www.sos2006.jp/english/rsbs_summary_e/2-4-food-and-water.html)

<sup>56</sup> Ibid.

<sup>57</sup> Ibid.



**Şekil 12: Dünyadaki Temiz Su Kaynakları  
(Nehir Havzaları ve kişi başına yıllık yenilenebilir kaynaklar)<sup>58</sup>**



Gelecekteki su sıkıntısını tahmin etmek için, yalnızca iklim değişikliği etkilerini değil, pek çok değişken göz önüne alınmalıdır. İklim değişikliği ve iklim değişkenliği, su kaynakları üzerinde, en barizi kuraklık olmak üzere, önemli etkilere sahip olabilirler. Ama fazla yağış bile, eğer yağış

<sup>58</sup> Revenga ve diğ<sup>er</sup>leri (2000); Ekosistemlerin Pilot Küresel Analizi, 9 &10 nolu haritalar  
[http://www.wri.org/biodiv/pubs\\_description.cfm?pid=3056](http://www.wri.org/biodiv/pubs_description.cfm?pid=3056)

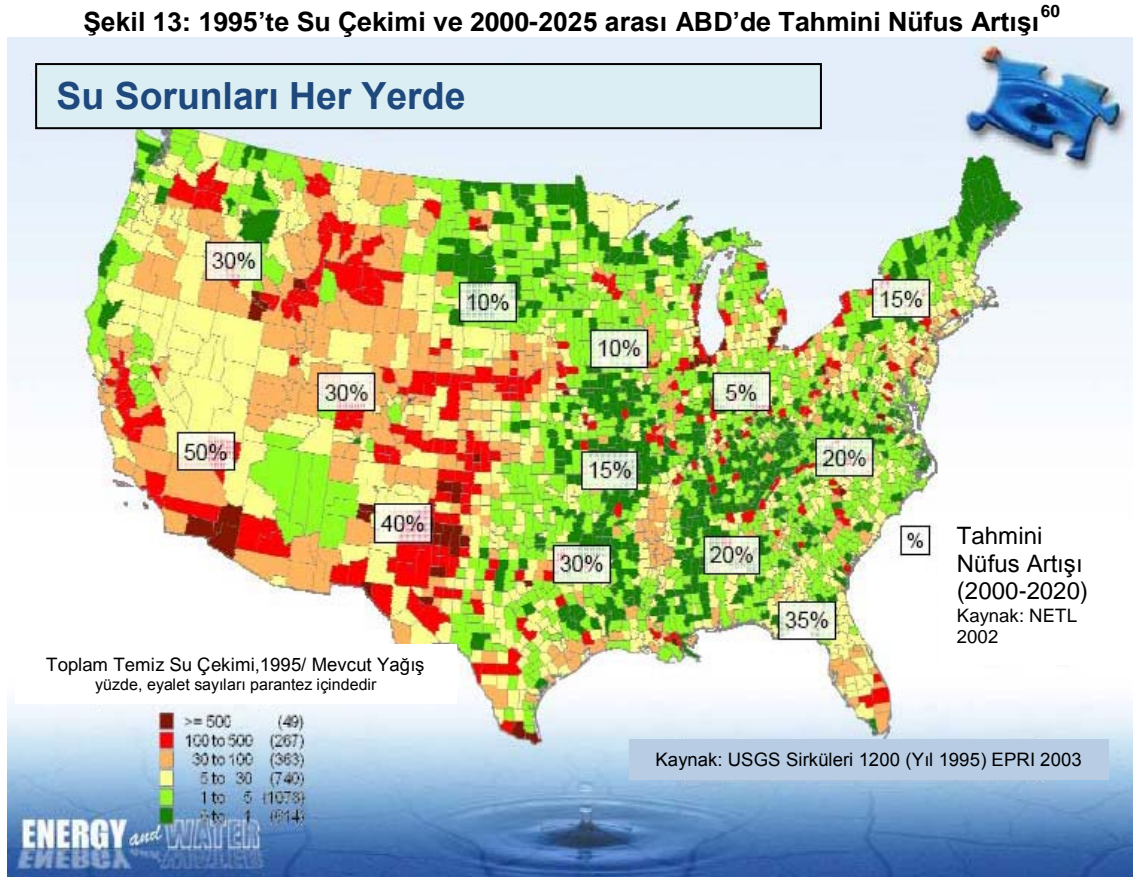


akımı doğru zamanda gelmezse, yeterli su için bir garanti oluşturmaz. Ek 2, sırasıyla, geçen yüzyıldaki iklim değişikliğini ve bu yüzyıl sonu itibarıyla ısı değişiklikleri ve tahmini etkilerini göstermektedir.

#### 4.1 ABD’de Su sıkıntısı ve İklim Değişikliği

Yukarıda belirtildiği gibi, kuraklık ve kullanım rekabeti sonucu oluşan, düşük su seviyeleri, ABD’de enerji üretimi için enerji işletmelerinin emre amadeliklerini azalttı. Aynı zamanda, enerji üretimi ve su için talep büyümeye devam ediyor. Aşağıda, Şekil 13’te gösterildiği gibi, ne yazık ki, temiz su çekimi, ülkenin pek çok bölgesindeki yağışla gelen miktarı aştı.

Şekil, ABD’deki bütün eyaletlerdeki toplam temiz su çekiminin mevcut yağışa oranını (yağış eksi buharlaşma) yüzde olarak göstermektedir. Şekil, mevcut su taleplerinin önemli miktarda yeraltı suyu çıkarılarak ve diğer bölgelerden yüzey sularının nakli ile karşılandığı bölgelerin bir göstergesi niteliğindedir.<sup>59</sup>



<sup>59</sup> Gaspar, J. (2006); Enerji-Su Bilimi ve Teknoloji Araştırma Yol Haritası, Argonne Ulusal Laboratuvarı ve Enerji Su Bağı Takımı, [http://www.eesi.org/briefings/2006/Energy&Climate/9.13.06-Energy-WaterClimate/Gaspar\\_9.13.06.pdf](http://www.eesi.org/briefings/2006/Energy&Climate/9.13.06-Energy-WaterClimate/Gaspar_9.13.06.pdf)

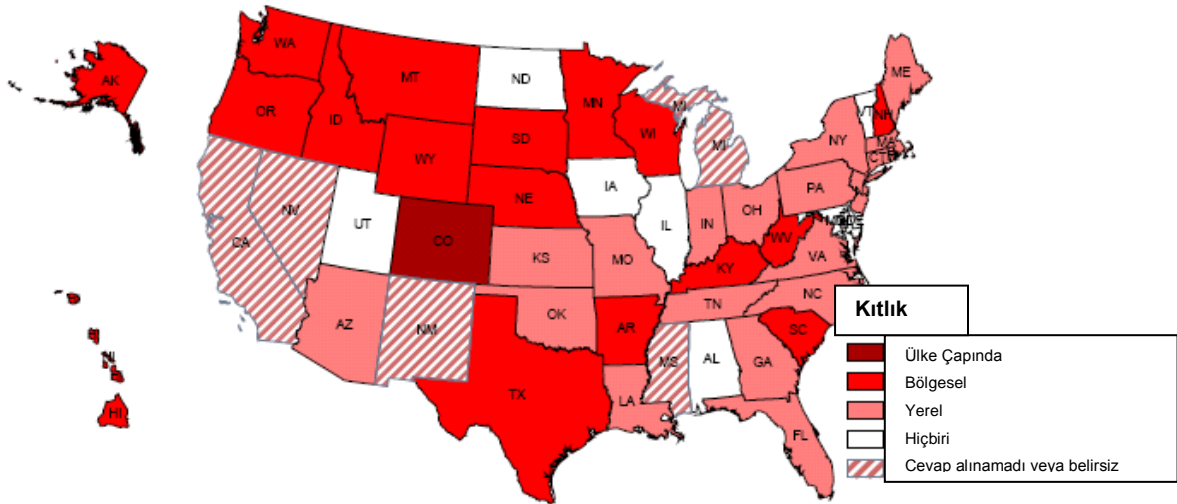
<sup>60</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Su ve Enerji'nin karşılıklı bağımlılığı hakkında Kongre'ye Rapor s.15, <http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf> Ibid



Güneybatıda, Kaliforniya ve Florida'da, yüksek düzlüklerde yağıştaki azalma oldukça vahimdir. Bu bölgelerde, 2000 ve 2025 arasındaki nüfus artışının %30-50 arasında olacağı tahmin edilmektedir. Bu ek nüfus, şu andaki enerji ve su kullanımı verimliliğindeki mevcut eğilimler verili olarak alınrsa, muhtemelen su ve enerji talebindeki önemli artışlardan sorumlu olacaktır.<sup>61</sup>

Yağıştaki dönemsel değişiklikler ve nehirlerin akışına etkisi ve rezervuar işletmesi, ABD enerji endüstrisinin ana sorunlarıdır. Örneğin, kar kütleleri ABD'nin batısındaki su arzının %75'ni sağlamakta olup bazı bölgelerde su stokunun ana unsurudurlar. İlık havalar, kar yerine yağmur getirdiğinden veya karlar daha erken eridiğinden, Columbia nehri rezervuarları erken akışı tutmak için gereken stok kapasitesine sahip olamamaktadırlar. Su, daha erken bırakılmak zorundadır ve böylece daha sonraki kullanım mümkün olmamaktadır. Son 50 yılda, yoğun akarsu akışı, gittikçe daha erken, yaklaşık 10-14 gün önce olmakta, ve bahardaki kar erimeleri %11'e kadar düşmektedir.<sup>62</sup> Aşağıdaki Şekil 14, önümüzdeki yıllardaki tahmini kıtlığı göstermektedir.

**Şekil 14: Ortalama Şartlar Altında 2016'ya kadar muhtemel Su Kıtlığı Araştırması<sup>63</sup>**



Özellikle batıda, 1980'lerden beri periyodik kuraklıklar, bazı rezervuarların seviyelerinin düşmesine ve su yöneticilerinin su çekimlerini sınırlamak zorunda kalmalarına neden oldu. Buna ilaveten, ülkenin pek çok bölgesinde yeraltı sularının seviyeleri de azaldı.<sup>64</sup>

Son IPCC raporu, tüm ABD'nin, muhtemelen de en çok güneybatının bu yüzyıl süresince (küresel ortalamanın da üzerinde) ısınacağını öngörmektedir. Yıllık yağışın, ABD'nin kuzeydoğusunda artacağı ve güneybatı kısmında muhtemelen azalacağı beklenmektedir. Kar yağışı, kar erimesi kaynaklı su oluşumuna doğrudan etkisi ile, muhtemelen ülke boyunca düşecektir.<sup>65</sup> Aşağıdaki şekil 15, ABD'nin güneyindeki ( Güneybatıda Teksas ve kuzeybatıda

<sup>61</sup> Ibid s

<sup>62</sup> Mote, P. (Mayıs 2004); Değişen bir İklimde Batı'nın Kar Kaynakları, ABD Senato Komitesi Önünde Bildiri

<sup>63</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Su Kaynaklarına Enerji Talebi: Enerji ve Suyun Karşılıklı bağımlılığı konusundaki Kongre'ye Rapor s.29,

<http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf>

<sup>64</sup> Ibid s.29

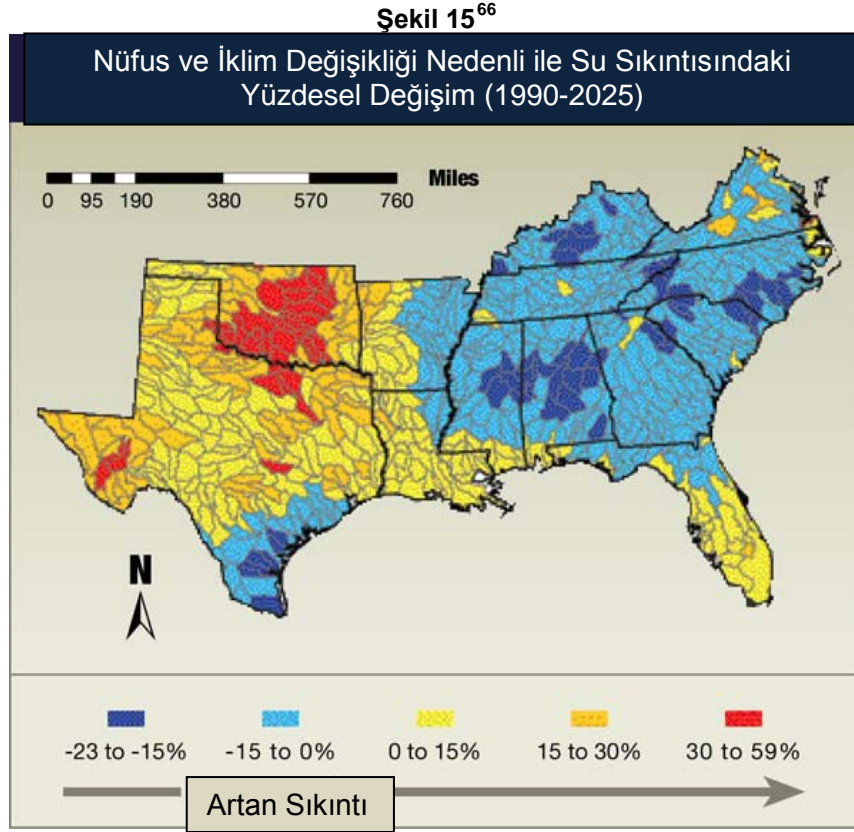
<sup>65</sup> Christensen ve diğerleri (2007); Bölgesel İklim Projeksiyonları s. 887 ( İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelli.

1. Çalışma Grubunun İklim Değişikliği hakkında Hükümetlerarası Paneli Değerlendirme Raporuna Katkısı İçerisinde) Cambridge Üniversitesi Yayını, İngiltere





Virginia), 1990 ve 2025 arasında su sıkıntısına, iklim ve nüfustaki değişikliğinin olası etkilerini göstermektedir.



Nüfus artışı ve elektrik talebindeki artış, şimdiden su tehdidi altında bulunan bölgelerde oluşacaktır. Enerji sektörü, su için, tarım ve ev gibi diğer sektörlerle, gittikçe artan düzeyde yarışacaktır. ABD’de kurulan ve çalışmakta olan enerji santralleri için, mevcut suların gittikçe azalmasının sonucu açıktır: Enerji altyapısının su yoğunluğunu azaltmakta önemli bir teşvik bulunmaktadır. Yüksek miktarda suya ihtiyaç duyan enerji santralleri uzun zamanda ekonomik bir opsiyon olmaktan çıkacaktır. Bu sistemler, özellikle öncelik hakları ve su paylaşımı zorunlu hale getirilirse, kuraklık karşısında ciddi olarak zorlanabilirler.<sup>67</sup>

## **4.2 Avrupa’da Gelecekteki Su Sıkıntısı ve İklim Değişikliği**

Son IPCC raporu, bu yüzyıl süresince bütün Avrupa’nın (küresel ortalamanın da üstünde) ısınacağını, kuzey Avrupa’daki en çok ısınmanın kışın, Akdeniz bölgesindeki ısınmanın da en fazla yazın olacağını öngörmektedir. Yıllık yağışlar, kuzey Avrupa’nın çoğunda artarken, Akdeniz bölgelerinin çoğunda da azalacaktır. Yaz kuraklık tehlikesinin Orta Avrupa’da ve Akdeniz

<sup>66</sup> ABD Küresel Değişim Araştırma Programı (2006); Su Sorunundaki Yüzdesele Değişiklikler, <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/ProgramElements/recent/landrecent.htm>

<sup>67</sup> ABD Enerji Bakanlığı (2006); Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağımlılığı üzerine Kongre’ye Rapor s.32, <http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/pubs/DOE%20energywater%water%20nexus%20Report%20to%20Congress%201206.pdf> 20nexus%20Report%

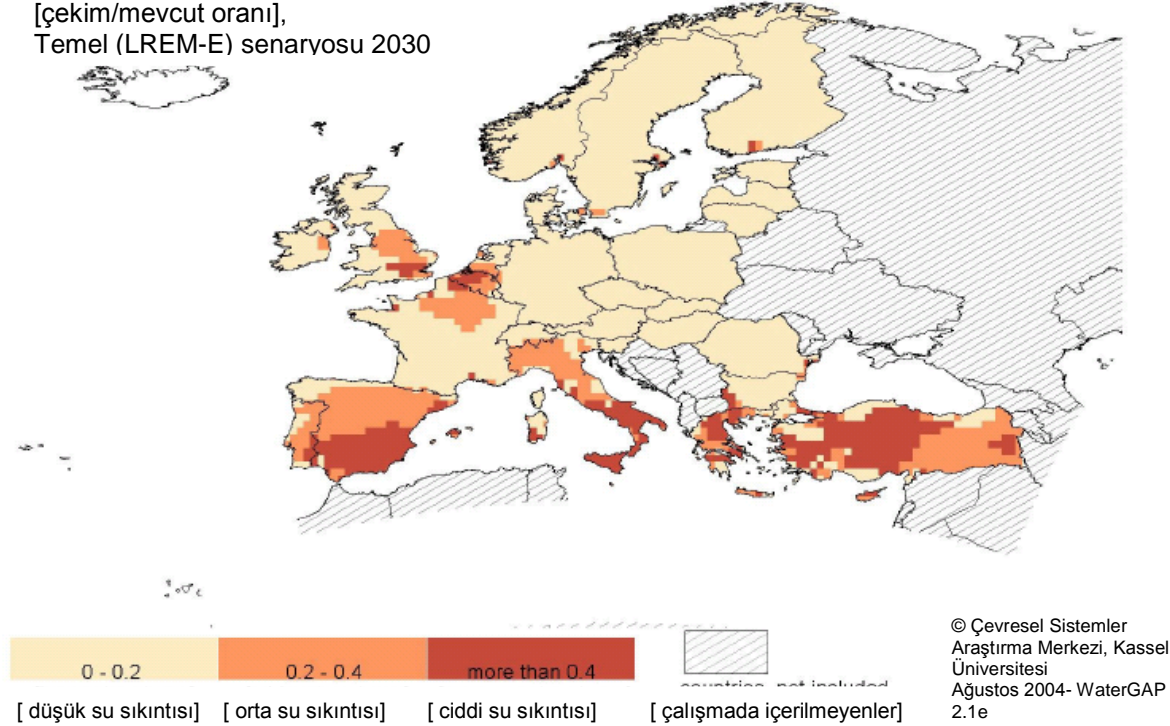


bölgesinde artacağı öngörülmektedir. ABD'de olduğu gibi, kar yağışı, kar erimelerini doğrudan etkileyecek şekilde muhtemelen azalacaktır.<sup>68</sup>

Aşağıdaki şekil 16, iklim değişiklikleri ve temiz su talebindeki dalgalanmaları içererek, 2030'daki su sıkıntısını, su çekiminin mevcuda oranı şeklinde göstermektedir.

<sup>69</sup>Şekil 16:

Çekim havzalarına göre su sıkıntısı  
[çekim/mevcut oranı],  
Temel (LREM-E) senaryosu 2030



Bölüm 3.3'teki harita ile karşılaştırıldığında, önceki haritada orta sorunlu kategorisinde bulunan Orta Avrupa, düşük su çekimi ve görece ıslak iklimi nedeni ile burada sıkıntısız gözükmekte, daha önce düşük sıkıntıda olan Türkiye'nin doğusunda bölgeler ise, su kullanımındaki artış nedeni ile burada orta dereceli su sorununa sahip gözükümler. 2000'de orta derecede su sıkıntısına sahip olan Türkiye'nin orta ve batısı, su kullanımındaki artış ve su mevcudundaki bir miktar azalış nedeni ile, 2030'da ciddi su sıkıntısına sahip olan kategoriye geçmektedir. Güneyde ciddi su sıkıntısına sahip diğer bölgeler, birbirini dengeleyen faktörler- hem su kullanımında hem de mevcudundaki bir miktar düşüş- nedeni ile aynı kategoride kalmaktadırlar.<sup>70</sup>

ABD'de olduğu gibi, gelecekte yapılacak araştırmalar için bir seçenek, iklim değişikliğinden ve kuraklıktan en çok etkilenen bölgeleri inceleyerek rüzgar enerjisinin daha çok yerel düzeyde negatif etkileri dengelemekte nasıl kullanılabileceğini görmek olabilir.

<sup>68</sup> Christensen ve diğ. (2007); Bölgesel İklim Projeksiyonları s. 872 ( İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelli. 1. Çalışma Grubunun İklim Değişikliği hakkında Hükümetlerarası Paneli Değerlendirme Raporuna Katkısı İçerisinde) Cambridge Üniversitesi Yayını, İngiltere

<sup>69</sup> Flörke, M. & Alcamo, J. (2004); Su Kullanımında Avrupa Bakışı, Çevresel Sistemler Araştırma Merkezi, Kassel Üniversitesi s.49-50

<sup>70</sup> Ibid s.50



## 5. Sonuç

Su ayakizleri, yakıt gelişimi için ve elektrik üretimi sürecinde doğrudan tüketilen toplam su miktarı olup, pek çok enerji üretim çeşidi için hesaplanmaktadır.

Bu ayak izleri enerji santralının tipine bağlı olarak oldukça değişmektedir; soğutma kulesi sistemli biyoyakıta dayalı buhar üretimi için yaklaşık, 200m<sup>3</sup>/MWh'den, rüzgar enerjisi için 0.001 m<sup>3</sup>/MWh'e kadar değişmektedir. Herhalde en şaşırtıcı olan, 28 farklı sistem içinde, 68m<sup>3</sup>/MWh'lik ayak izi ile en yüksek yedinci sırayı alan hidroelektriğin görece yüksek oranıdır.

Enerji üretiminin ABD'de, 2000 ve 2025 arasında %50, Avrupa-30 ülkelerinde (AB artı Norveç, İsviçre ve Türkiye), 2000-2030 arasında %50 artacağı tahmin edilmektedir. Aynı dönemler için enerji üretimi için su tüketimi, ABD'de %165 (33 milyon m<sup>3</sup>/gün) ve AB-30'da %130 (15 milyon m<sup>3</sup>/gün) artacağı tahmin edilmektedir.

Temiz su *tüketimi* bakımından, 2025'e kadar tüm enerji üretimlerinin %20'si rüzgar enerjisi tarafından karşılanırsa, ABD'de günde, 28 milyon Amerikalı'nın günlük su ihtiyacına eşit olan, 7 milyon m<sup>3</sup> su tasarruf edilebilir; 2030'a kadar Avrupa-30 ülkelerinde enerji üretimlerinin %20'si rüzgar enerjisi tarafından karşılanırsa, AB'de, günde 18 milyon Avrupalı'nın günlük su ihtiyacı olan 3 milyon m<sup>3</sup> su tasarruf edilebilecektir. Bu *tasarruf potansiyeli yalnızca toplam mevcut temiz su kaynaklarının* (sırasıyla, ABD'de günlük 5700 milyon m<sup>3</sup>'ün ve AB-30 ülkelerinde 7000 milyon m<sup>3</sup>) *yaklaşık %0.12 ve %0.04'üne eşitken*, yerel düzeyde düşünüldüğünde durumun daha da önemli olabileceği tahmin edilmektedir.

Avrupa, termoelektrik enerjinin rolünü göz ardı eden, su tüketimi hakkında verilen bazı raporlar dikkate alındığında oldukça ilginç hale gelmektedir. Bir örnek; Avrupa Çevre Politikaları Enstitüsü tarafından 2007 Temmuz ayında hazırlanan bir raporun "Enerji üretimi için çıkartılan suyun tüketici nitelikte kabul edilmediğinin..."<sup>71</sup> belirtilmesidir. Kesinlikle durum bu değildir. Buna karşı yalnızca birkaç bakış açısı koymak için şu eklenebilir; *2030'da enerji üretimi için gerekecek tahmini günlük su tüketimi, şu anda 90 milyon Avrupalının günlük su ihtiyacına eşittir.*<sup>72</sup>

*Tüketim yerine çekime* bakarsak durum değişmektedir. Yalnızca tüketilen su miktarı sistemden alınmasına rağmen (böylece aşağı akım kullanımını önlenmektedir), *enerji üretim santralleri (termik olduğu kadar hidrolik de) mevcut çekilebilir su miktarına tamamen bağımlıdır.*

ABD'de su çekiminin yaklaşık %39'u ve AB-30'da su çekiminin %31 enerji üretim amaçlı olmaktadır. Su kalitesinin bozulmasından yalnızca termik elektrik endüstri sorumlu değildir, kendisi de su tedarikindeki dalgalanmalara karşı son derece hassastır: her iki çalışma örneğinde de [ ABD ve AB] suyun sınırlı mevcudiyetinin, gittikçe daha çok artan olumsuz etkisi ile ilgili, rekabet sorunları ve su ihtilafını, enerji üretimi ve gelişme baskısı gibi çok sayıda örnek vardır. Önümüzdeki 10 yılda artması beklenen, su kıtlığı ile su sıkıntısıyla, bu problemlerin-özellikle öncelik hakları ve su paylaşımı zorunlu hale getirilirse, gelecekte de artacağı beklenmektedir.

ABD'de temiz su *çekimi* açısından, 2025'e kadar tüm enerji üretiminin %20'si rüzgar enerjisi tarafından karşılanmış olsa idi, yaklaşık 100 milyon m<sup>3</sup> su/gün (400 milyon Amerikalının günlük

<sup>71</sup> Ecologic – Uluslararası ve Avrupa Çevresel Politikaları Enstitüsü (2007) AB Su Tasarruf Potansiyeli (Bölüm 1- Rapor) s.100

<sup>72</sup> UNEP (2007) Avrupa'da Temiz Su Tüketimi;

[http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater\\_europe/consumption.php](http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/consumption.php)



ihtiyacına eşit) tasarruf edilebilirdi. Bu, ABD'de, mevcut temiz su kaynaklarının %1.8'ine ve günlük 500 milyon m<sup>3</sup> temiz su çekiminin %7.7'sine eşit miktarda bir tasarruf potansiyeli demektir.

AB-30 ülkelerindeki, temiz su çekimi açısından, 2030'a kadar enerji üretiminin %20'si rüzgar enerjisi tarafından karşılanabilseydi, yaklaşık 18 milyon m<sup>3</sup>/gün (100 milyon Avrupalının günlük su ihtiyacına eşit) su tasarrufu sağlanabilirdi. Bu, AB'de potansiyel tasarruf, mevcut temiz su kaynaklarının %0.3'üne ve toplam temiz su çekiminin %2.2'sine eşit bir tasarruf potansiyeli demektir.

Mutabık kalınan çerçevenin sınırlı olmasından dolayı, bu çalışma, rüzgar enerjisinin yerel düzeyde, su sıkıntısının, en önemlisi iklim değişikliği olmak üzere etkilerine karşı ne tip bir rol oynayacağını ele alamamaktadır. Ama böyle bir çalışmanın mümkün ve aydınlatıcı olacağına inanılmaktadır. Buna ilaveten, devlet seviyesinde ve nehir havzaları seviyesindeki değerlendirmeler (özellikle hidroenerji bakımından) ve kuzey Çin'deki durumun araştırılması da oldukça ilginç olabilir. Gerçekten de, Çin Halk Cumhuriyetinde, ABD'de ve Avrupa'da sosyal ve ekonomik gelişmelerin sonucu olarak yerel su sıkıntılarına işaret eden açık deliller bulunmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, iklim değişikliğinin, bu gelişme eğilimini şiddetlendirerek, gittikçe artacak önemli bir rol oynayacağı beklenmektedir.

Bu rapor, su ve enerji ilişkisinin önemi ve iklim değişikliğinin diğer sorunlarının potansiyeli ile ilgili hiç şüphe duyulmaması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, enerji üretimi, önemli miktarda su tüketmektedir, ve bu tüketimin önemi geniş ölçekte su mevcudiyetine bakıldığında maskelenebilecekken, daha yerel düzeyde son derece önemli olacaktır. Enerji üretimindeki su çekiminin yüzdesine bakıldığında, geniş ölçekte de çok yüksektirler. Daha yerel düzeyde bakıldığında ise toplamaları son derece kritik olabilecektir.

Su talebindeki artışı ve enerji kaynakları tercihindeki iklim değişikliğinin olumsuzluklarını yönetmeye açık bir ihtiyaç vardır. Bunu yapmanın en kesin yollarından biri, sınırlı miktarda suya ihtiyaç duyan ve kirlenmeyen daha çok sayıda enerji üretim şekli bulmaktır. Yeni teknolojiler dahil, enerji kaynak şekilleri, IPCC'nin 4. 2007 Değerlendirme Raporu'nda <sup>73</sup>kabul edildiği gibi, uyum sağlamada ve olumsuz etkileri azaltmada fırsat sağlayabilecek, ilerisi için geçerli bir yol olabilirler. Enerji üretiminin pek çok şekli içinden, rüzgar enerjisi, kirlenmeye en az neden olan ve suya hassasiyeti en az olanlarından biridir. Enerji altyapılarının uzun vadeli planlanması ve yatırımı düşünüldüğünde, geç olmadan alternatifler düşünmeye başlamak önemlidir.

(Ek 3 bu rapora dayalı bir sunumdur)

<sup>73</sup> IPCC (2007); IPCC 4. Değerlendirme Raporu Sentez Raporunun Politikacıları için Özeti s.15  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)



## Ek 1: Enerji Sektöründeki Su Kullanım Örnekleri

### Yoğun Su Çekimi & Tüketim Oranları

“Enerji üretimi, ABD’de temiz su çekiminin kabaca %40’ını [ve] ülkenin *su tüketiminin* yaklaşık %3’ünü oluşturmaktadır.

Bununla birlikte, tek geçişli santralin, çektiği suyun çok küçük bir miktarını tüketmesine rağmen, çalışmak için su çekmek zorunda olduğunu kabul etmek önemlidir. Sonuç olarak, kurak şartlarda, bir üretim santralının termal tahliye iznine uygun yeterli miktarda su çekemeyeceği için kapatılması veya ciddi şekilde üretiminin kısılması gerekebilir.

EPRI Dergisi (Yaz 2007), Enerji Santrallerinde Kuru Çalışma s.29-30

### Yerel Su Mevcudiyetine Enerji Santrallerinin Etkileri

“Soğutma sistemi uzmanı ve (EPRI) Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü Danışmanı John Maulbetsch’e göre, “ Enerji santrallerinin yerel su mevcudiyetine önemli bir etkisi olduğunu kabul etmemiz gereklidir. Bir su soğutmalı 1000-MW enerji santrali, buharlaşma ile dakikada 10.000 galon suyu tüketmektedir. Bu gereksinim, tarım ve belediyesel ihtiyaçlarını karşılamada kıtlık çeken bir bölgede ele alındığında, açıkça yıkıcıdır ve çatışma konusu olacaktır”

“Kuru soğutmalı teknolojiler, genellikle sermaye yoğun yatırımlar olup, işletme performansı üzerine yük olmaktadır, sonuç olarak da enerji üretim maliyetini artırmaktadır EPRI Dergisi (Yaz 2007), Enerji Santrallerinde Kuru Çalışma, s.30

### Enerji Santralleri Yetersiz Su Nedeni ile Üretimi Sınırlıyorlar

“Bugünün ABD’sinin enerji altyapısı ağırlıklı olarak su mevcuduna bağlıdır, çatışan taleplerin artışı sonucunda da, su mevcudiyeti ve suyun değeri ile ilgili konularda muhtemelen artış olacaktır. Pek çok eyaletin su yöneticisi, gelecek on yıl boyunca, su kıtlığı beklemektedirler.... Bazı bölgelerde, enerji santralleri yetersiz su arzı nedeni ile üretimlerini kısmak zorunda kaldılar.”

ABD Enerji Bakanlığı (Aralık 2006), Su Kaynaklarına Enerji Talebi: Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağlılığı Hakkında Kongre’ye Rapor s.29



### **Enerjinin Su Talebinin Artması Bekleniyor**

**“ABD ithal petrol ve doğal gaz yerine, biyoyakıt, kömürden alınan syntfuel, hidrojen ve muhtemelen kaya petrolü gibi iç kaynaklara yönelmeye çalıştığı için enerji yakıtları üretmek için su talebi ciddi ölçüde artabilir.”**

ABD Enerji Bakanlığı (Aralık 2006), Su Kaynaklarına Enerji Talebi: Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağımlılığı Hakkında Kongre’ye Rapor s.10

### **Enerji Santrallerinin Su Tüketimi İki Misli Artmakta**

**ABD’de elektrik enerjisi üretimi için su tüketimi 1995’te günlük 3.3 milyar galondan, 2025’te günlük 7.3 milyar galona çıkararak, 2030’a kadar iki katından daha fazla artabilir.**

Hoffman, J.ve diğerleri (2004), 2025’teki Elektrik Üretimi Kapasitesi Tahminini Karşılılamak için Gerekli Temiz Su İhtiyacı Hesaplaması, Ulusal Enerji Teknoloji Laboratuvarı, s.5

### **ABD Enerji Bakanlığı İklim Değişikliği için Endişeli**

**“İklim değişikliği ve iklim değişkenliğinin, su arzında, en açığı kuraklık olmak üzere, vahim etkileri olabilir. Yüksek yağışlar bile, eğer yağış kaynaklı akış doğru zamanda gelmezse, yeterli su için garanti sağlamamaktadır.”**

ABD Enerji Bakanlığı (Aralık 2006), Su Kaynaklarına Enerji Talebi: Enerji ve Suyun Karşılıklı Bağımlılığı Hakkında Kongre’ye Rapor s.31

### **Suya Bağımlılık Gelişmeyi Sınırlayabilir**

**“Elektrik arzı ve talebinin su mevcudiyetine bağımlılığı, toplumsal ve ekonomik sürdürülebilirliğe engel olabilir, elektrik talebinin gelecekteki büyümesini olumsuz olarak etkileyebilir, arzda daralmaya yol açabilir, ve elektrik şebekesi topoloji planlamasını etkileyebilir.”**

Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü (EPRI) (2002); Su ve Sürdürülebilirlik (Bölüm 3): ABD Enerji Üretimi için Su Tüketimi –Gelecek Yüzyılın ilk Yarısı



### “Bir Hidrojen Ekonomisinde” Büyük Miktarda Su Gereklidir

**“Gelecekte, eğer bir hidrojen ekonomisine doğru gideceksek, gerekli hidrojeni elektroliz yoluyla sağlamak için, büyük miktarlarda su gerekecektir. Buna ilaveten, biyokütle üretimi, yeterli mahsulün temininin garanti etmek için, çok büyük miktarlarda suya ihtiyaç duymaktadır.”**

Ecologic – Uluslararası Avrupa Çevresel Politikalar Enstitüsü (2007) AB Su Tasarruf Potansiyeli (Bölüm1- Rapor) s.100

### Avrupa’da Suyun %30’u Enerji Üretimine Gitmekte

**“Enerji Üretimi için çekilen su, Avrupa’daki tüm kullanımın yaklaşık %30’u olarak hesaplanmaktadır. Orta Batı ve Batılı yeni üye ülkeler, enerji üretimi için suyu en çok kullanan ülkelerdir; Özellikle, Belçika, Almanya, Estonya’da çekilen suyun yarısından fazlası elektrik üretimi için kullanılmaktadır.”**

Avrupa Çevre Ajansı (EEA) (2004); Göstergeler: (WQ2) Sektörler Tarafından Kullanılan Su

### Geleneksel Enerji Üretimi Su Sorununa Sahiptir

**“Termik enerji santrallerinin geleneksel soğutma metotları aşırı derecede su yoğundur. Tek geçişli soğutma, büyük miktarda doğal suya (Okyanus, deniz, büyük nehirler) ihtiyaç duymakta, atık ısıyı onların içine boşaltarak termal kirlenmeye neden olmaktadır. Buhar ile soğutma (ıslak) kuleleri, önemli miktarda ilave suya [ make-up water] ihtiyaç duyarlar, buhar bulutu oluştururlar ve çevreyi kirletebilen yoğun soğutma suyu atarlar.”**

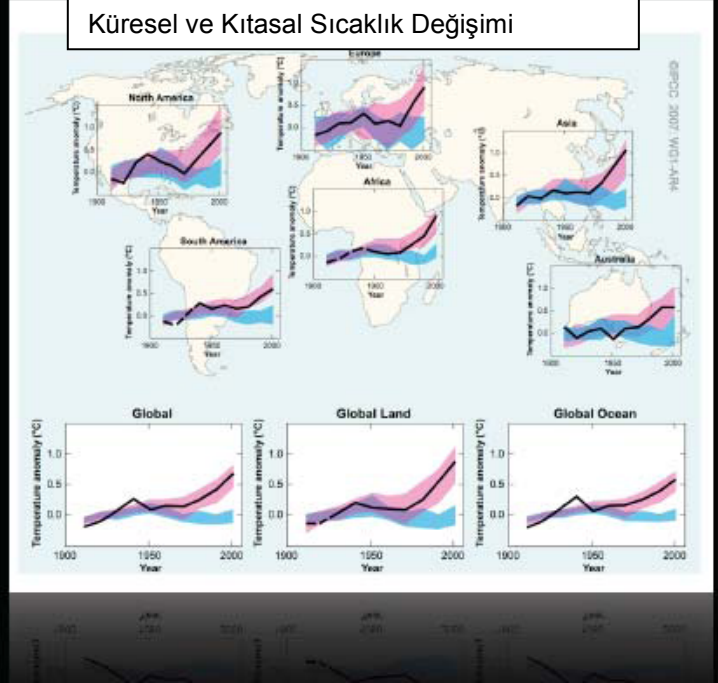
Ecologic – Uluslararası Avrupa Çevresel Politikalar Enstitüsü (2007) AB Su Tasarrufu Potansiyeli (Bölüm 1- Rapor) s.101



## Ek 2: İklim Değişikliği

### Günümüze Kadar İklim Değişikliği<sup>74</sup>

- CO<sub>2</sub> birikimi 381 ppm'ye ulaştı. Bu seviye, en az 650.000 yıldan beri görülen en yükseğidir.
- Dünyanın ortalama yüzey ısı 1900-2005 yılları arasında 8°C yükseldi.
- İklim değişikliğinin, insan faaliyetlerinden fosil yakıt yakımı, endüstriyel süreçler ve toprak kullanım değişiklikleri ile tetiklendiği hususunda bilim insanları "%90 eminler".
- Dünyanın birçok yerinde, ısınma oranı artıyor.



<sup>74</sup> Charles Ehrhart (2007); İklim Değişikliği Üzerine Sunum, Care International

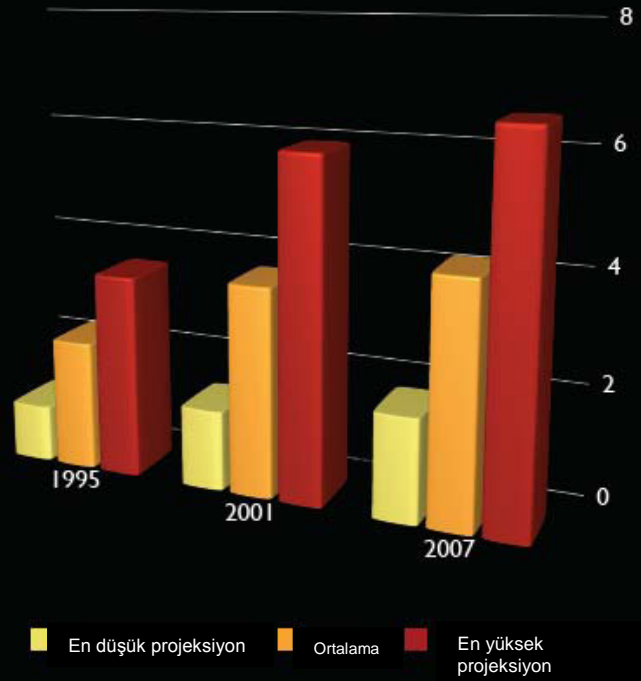




## 2099'a kadar ne kadar ısınacak?<sup>75</sup>

### Ne kadar ısınacak?

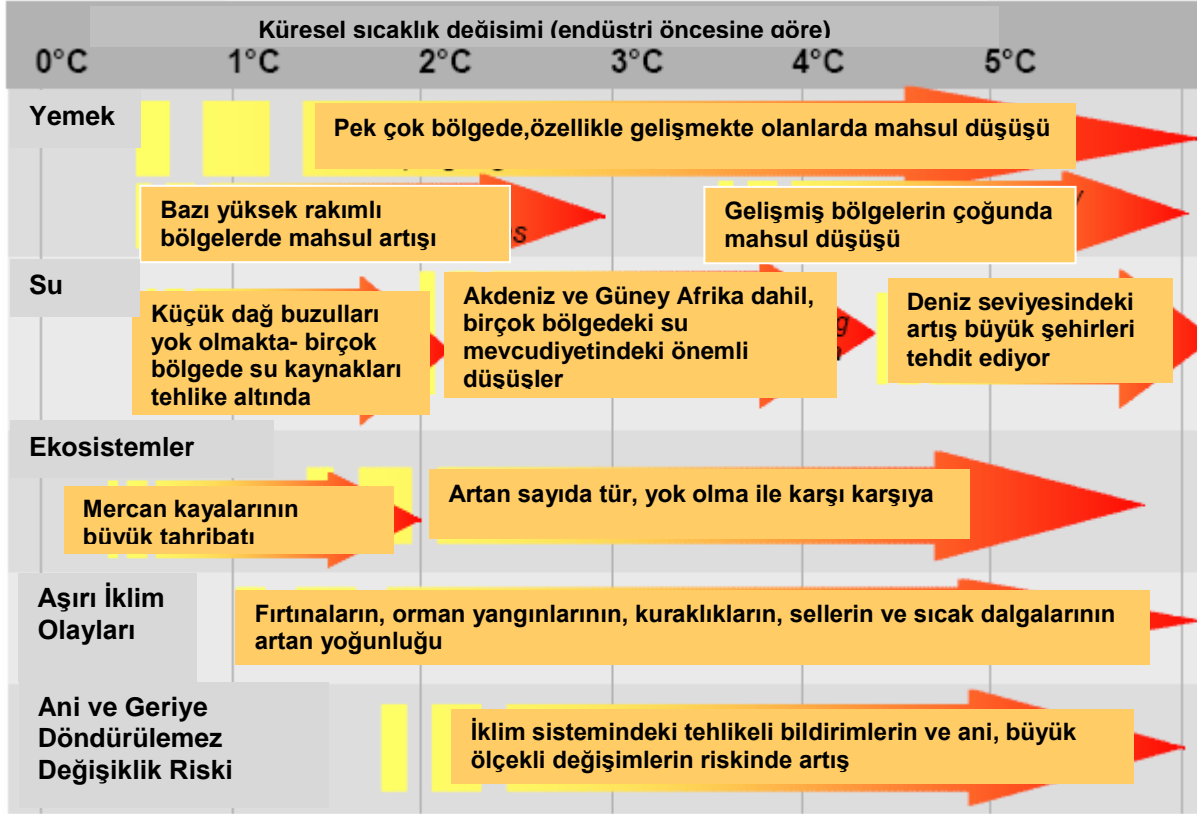
- 1995'deki 2. IPCC Projeksiyonu  
1.0-3.5° C
- 2001'deki 3. IPCC Projeksiyonu  
1.4-5.8° C
- 2007'deki 4. IPCC Projeksiyonu  
1.8-6.4° C



<sup>75</sup> Ibid.( endüstri öncesine göre)



## İklim Değişikliğinin Beklenen Etkileri



(Kaynak: Toulmin, C. (2007) "Alt Sahara/Afrika ya odaklı olarak, Yerel Topluluklar ve İklim Değişikliğine Adaptasyon üzerine Seminer", Sunumu IIED)

İklim değişikliğinin meydana geldiğine dair evrensel bir kabul bulunmaktadır. Şimdi tartışma, değişikliğin derecesi ve ortaya çıkan sonuçları etrafında dönmektedir. Şekil 12’te gösterilen etkiler, geleneksel enerji üretimi için hem doğrudan ve dolaylı sonuçlarına yol açmaktadır. Su sıkıntısının etkileri en kolay şekilde anlaşılabilir ama diğer faktörlerin de önemli rolü vardır. Örneğin, mahsullerin düşmesinin sonuçları; bu düşüş ile daha yoğun sulama yapılacak, bu da enerji için mevcut suyu azaltacaktır; veya geçici su mevcudiyetinin değişikliğinin sonuçları akla getirilebilir.