# SUYUN ÖNEMİ VE EKOLOJİK SORUNLARI

**Prof. Dr. Necmettin ÇEPEL ve Celâl ERGÜN**

**Ana Konu Başlıkları:**

1. Suyun Önemi
2. Su Kaynakları
3. Su Tüketimi
4. Su Gereksiniminin Karşılanması için Alınabilecek Önlemler
5. Özet ve Sonuç

## 1. SUYUN ÖNEMİ

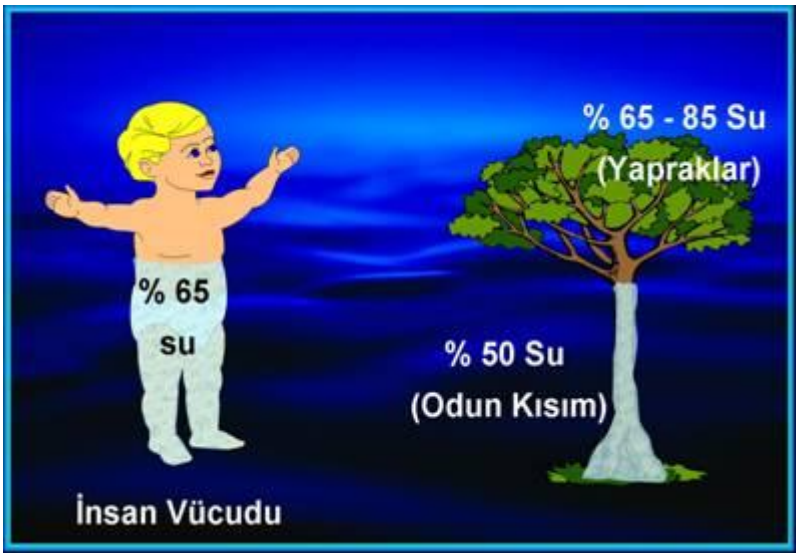
Bir canlının yaşayıp gelişebilmesi için su, hava, toprak, besin maddeleri ve güneş enerjisi mutlak suretle gerekli temel öğelerdir. Yaşamın bu temel öğelerinden su konusunda bilgi verilecektir.

Su çok eski tarihlerden beri, en değerli doğal kaynaklardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu değerlendirmenin gerekçeleri, çeşitli şekillerde ifade edilmektedir:

M.Ö IV. yüzyılda Empodekles, ***"Dünya su ve topraktan meydana gelmiştir."*** Diyordu. Daha sonraları bu tanımlamanın sınırları daha da genişletilerek ***"Dört Eleman Kuramı"*** ortaya atılmıştır. Buna göre: ***"Bütün cisimler su, toprak, hava ve ateşten oluşmaktadır."*** Şeklinde bir tanımlama yapılmıştır.

Modern bilim ışığı altında ise su için şu değerlendirmeler yapılmaktadır: ***"Yaşam suda başlamıştır."*** ***"Susuz yaşam olmaz."*** Bütün bu ifadeler, suyun dünyamızın yapısı ve canlıların yaşamı için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Daha açık bir anlatımla şu şekilde tanıtım ve değerlendirmeler yapılabilir:

- Su, çevremizde görünen veya görünmeyen şekilde daima bulunan gizemli bir doğal kaynaktır.
- Su, bütün canlı varlıklarda yüksek oranlarda bulunan temel yapı taşıdır (Şekil 1) Örneğin: İnsan vücudunun % 65'i, kanın % 80-90'ı, kaslarımızın % 75'i, bitkilere ait taze ağırlığın % 60-85'i sudan oluşmaktadır.




*Şekil 1. Su, canlı varlıkların yapı taşıdır.*

Buraya kadar verilen bu değerler canlıların yapısını oluşturması bakımından suyun taşıdığı önemi ortaya koymaktadır. Bunun dışında ayrıca suyun canlı ve cansız çevre üzerinde ekolojik ve fizyolojik bakımdan çok önemli işlevleri olduğu da bir gerçektir. Bunların başlıcaları şunlardır:

Dünyada **"Büyük Yaşam Kuşakları"** olarak adlandırılan ve belirli bitki ve hayvan topluluklarını barındıran yaşam dünyaları vardır. Bunların çeşitliliği, yeryüzü üzerindeki dağılımı ve şekillenmeleri de genellikle su faktörüne bağlıdır. Hatta su, bu yaşam dünyalarının bazılarının adına damgasını vurmaktadır: ***"Tropik Yağmur Ormanları" , "Kurak Bölge Ormanları"*** , vb. (Resim 1)



*Resim 1. Su, büyük yaşam kuşaklarının yaratıcısıdır. Şekilde bunlardan biri olan Tropik Yağmur Ormanları görülmektedir.*

- Su, dolaylı olarak da beslenme üzerinde etkilidir. Artan nüfusun ve azalan tarım alanlarının yarattığı beslenme sorunları, "***Sulu Tarım uygulaması"*** ile çözülmeye çalışılmaktadır.
- Tarımda olduğu gibi, endüstri alanında da üretim için vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.
- Ekolojik açıdan toprak oluşumu üzerinde de önemli rollere sahiptir. Böylece yalnız canlı çevre üzerinde değil cansız çevre üzerinde de önemli işlevlere sahip bulunmaktadır.

Gerçekten, katı yer kabuğunu oluşturan kayaların önce fiziksel olarak parçalanması, sonra da bu parçaların kimyasal ayrışma ile verimli toprağa dönüşmesinde rol oynayan temel faktörlerden biri de sudur. Toprak oluştuktan sonra, içindeki bitki besin maddelerinin çözündürülmesi, bunların bitki kökleri tarafından alınması ve buradan metrelerce yüksekte olan yapraklara taşınması da yine suyun varlığı ile gerçekleşir.

Yaprakların fotosentez denen gizemli ve son derece önemli süreci gerçekleştirerek tüm canlılar için besin maddeleri sağlayan ***"Fotosentez"*** olayının da mimarı sudur (şekil 2). Çünkü yapraklardaki klorofil ve güneş enerjisinin de yardımı ile havadan alınan karbondioksit su ile birleşerek, yaşamsal düzeyde önemli organik maddeler üretilir. Bu süreç, kimyasal reaksiyon formülü ile aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$6\,CO_2 + H_2O + 692.000\ cal \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$




*Şekil 2. Su fotosentezin temel öğesi, bitkisel besin üretiminin en önemli faktörlerinden biridir.*

Suyun önemi çeşitli yönleriyle özet olarak bu şekilde belirtildikten sonra su kaynakları üzerinde durulacaktır.

## 2. SU KAYNAKLARI

Bilindiği üzere suyun kaynakları hava, karalar, okyanuslar ve göllerdir. Havadaki su, buhar halinde olup hidrolojik döngü (çevrim) ile yeryüzü ve atmosfer arasında sürekli olarak hareket halindedir. Karalardaki sular ise toprak içindedir. Rus bilim insanlarının yaptığı tahminlere göre, dünya yüzündeki su varlığıyla ilgili olarak şu değerler verilmektedir (Mitscherlich 1995).

| **Suyun bulunduğu mekân** | **Miktar ($km^3$)** | **Toplam su miktarına oranı (%)** |
|---|---|---|
| Denizler | 1.340 milyon | 96.5 |
| Karalar | 48 milyon | 3.5 |
| **TOPLAM** | **1.388 milyon** | **100.0** |

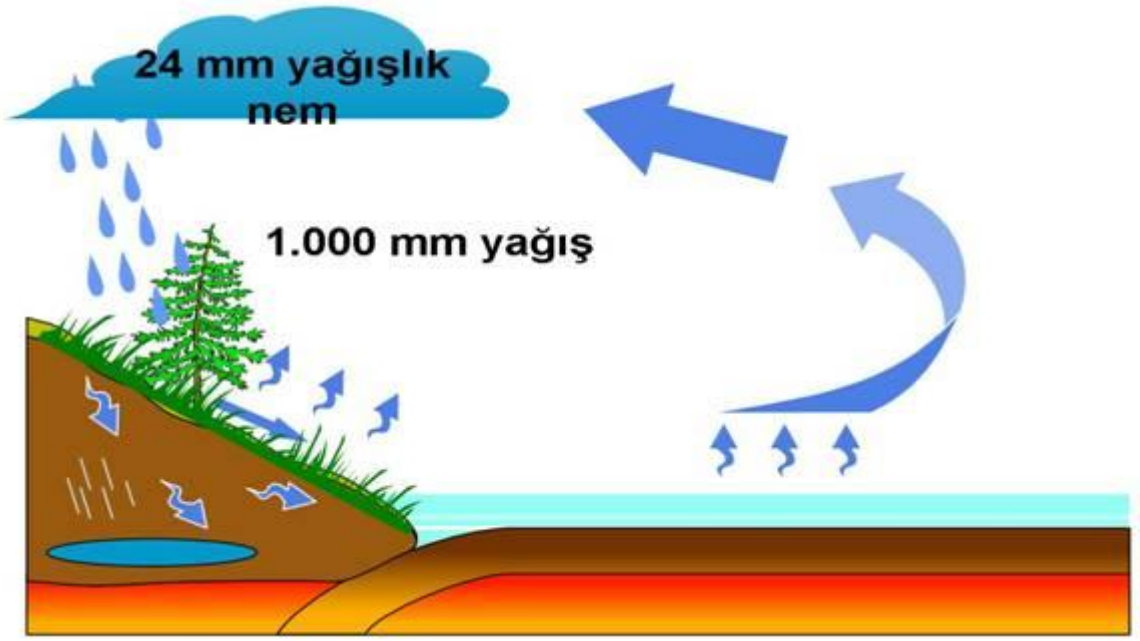
| **Karalardaki suyun bulunduğu mekân** | **Miktar (milyon $km^3$)** | **Toplam tatlı su miktarına oranı (%)** |
|---|---|---|
| Buzullar | 24 | 1.74 |
| Yer altı suları | 23 | 1.66 |
| Göller, Akarsular, atmosfer | 1 | 0.10 |
| **TOPLAM** | **48** | **3.50** |

Yukarıdaki sayısal değerlerden anlaşılacağı üzere, kullanılabilecek tatlı su miktarı, toplam suların ancak % 3.5'i kadardır. Bu miktarın da % 1.74'ü buzullarda katı halde bağlanmış bulunmaktadır. Geriye kalan sıvı haldeki suyun % 97'sini, ***"Aküfer"*** adı verilen yer altı boşluklarında depolanan sular oluşturmaktadır (UNEP 1996'ya göre Sampat 2001).

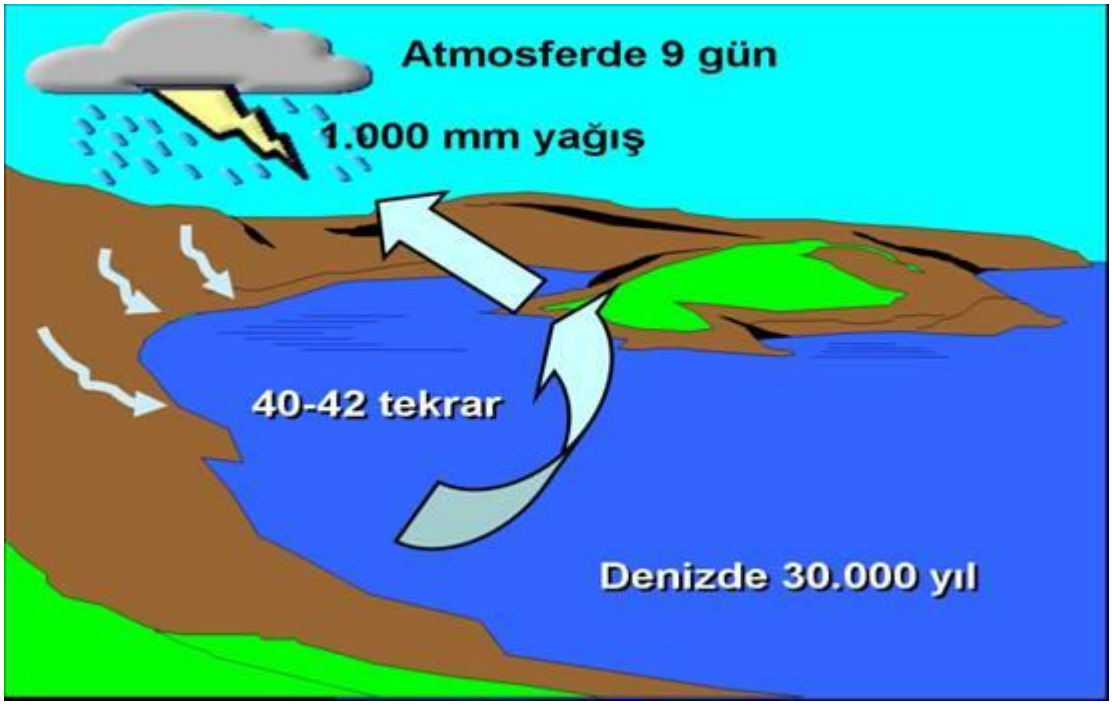
Başlıca su kaynaklarımız olan aküferler, her ana karada bulunmakta olup, bunlarda depolanan suyun bir bölümü yaklaşık 18 bin yıl önce yaşanan son buzul çağında yer altına inmiştir. O nedenle bunlara ***"Fosil Su Kaynakları"*** denmektedir. Dünyada yer altı sularının kapladığı alanın toplam olarak 135 milyon $m^3$ olduğu tahmin edilmektedir.bunların en büyüğünün ABD'de 5-6 eyaletin altını kaplayan fosil aküferler olduğu tahmin edilmektedir (Postel 2000).

Havada gaz halinde bulunan suyun, kullanılabilir sıvı şeklindeki su haline gelmesi, ***"Su Çevrimi"*** veya ***"Hidrolojik Çevrim"*** olarak anılan gizemli bir süreç ile gerçekleşir. Buna ***"Hidrolojik Döngü"*** de denmektedir.

Bu süreç, karalardaki ve denizlerdeki suyun güneş enerjisi ile buharlaşarak atmosfere karışması, buhar halindeki suyun yağmur damlacıkları haline dönüştükten sonra, yer çekimi etkisi ile yeniden yeryüzüne dönmesiyle gerçekleşir. Yeryüzündeki suların yeniden buharlaşmasıyla çevrim süreci yeniden başlar. Bu olayda ilginç olan husus, bir yağmur damlacığının bir yılda 40-42 kez buharlaşıp, yeniden yağış olarak yeryüzüne dönmesi ve böylece, yaklaşık 400.000 km³ suyun karalar ile atmosfer arasında hareket etmesidir (Klötzli 1980, ABD Tarım seksiyonu 1999 ile karşılaştırınız). Ancak bu olay sonucunda yer yüzü yılda ortalama olarak yaklaşık 1000 mm yağış alır. Bunun yaklaşık olarak 660 mm'si karalara, geri kalanı da okyanuslara düşer. Eğer hidrolojik çevrim olmasaydı ve atmosferdeki nem yılda bir kez yoğunlaşıp, yağış halinde yer yüzüne düşseydi bunun miktarı 24 mm/yıl olurdu (Şekil 3 ve 4). O nedenle, su ekonomisi bakımından hidrolojik çevrim son derece önemlidir. Onun için de bu doğal sürecin insanlar tarafından herhangi bir şekilde etkilenmemesi gerekir.




*Şekil 3. Hidrolojik çevrimin şematik görünümü.*




*Şekil 4. Hidrolojik çevrimdeki ekolojik gizemin şematik olarak açıklanması*

Bu süreçle ilgili olarak şu ilginç bilgiler verilmektedir (ABD Tarım Bakanlığı 1999)

- Okyanuslardan her yıl 333.000 km³ su buharlaşmaktadır.
- Karaların yüzeyinden buharlaşan su miktarı ise 63.000 km³'tür.
- Bu suların hepsi yer yüzü ile atmosfer arasında hareket etmektedir.
- Ancak, 100.000 km³ su yağış olarak yeryüzüne dönmektedir. Geriye kalan hareketli suyun bir kısmı ya yeryüzüne gelirken yeniden buharlaşmakta, ya da kutuplarda katı halde bağlanıp kalmakta, veya yüzlerce metre yer kabuğu derinliklerinde birikmektedir.
- Yağışlarla bir yılda karalara gelen miktar ortalama olarak 660 mm, denizlere düşen de 340 mm olmak üzere dünyamız toplam ve yaklaşık olarak yılda 1000 mm yağış almaktadır.
- Yağışların dünya üzerindeki dağılımı ekstrem derecede farklıdır. Örneğin, tropik yağmur ormanlarına yılda yaklaşık 10.000 mm üzerinde yağış düştüğü halde, çöllerin bir çoğu 25 mm'nin altında yağış almaktadır.

**Ülkemizin Su Kaynakları**

Türkiye'de yıllık yağış ortalaması yaklaşık 642.6 mm olup, bu yolla ülkemiz topraklarına düşen yıllık yağış, toplam olarak 501 milyar m³ su sağlamaktadır. Bunun tüketilebilecek miktarı 95 milyar m³/yıl olup, gerçekleşen tüketim yaklaşık 26 milyar metreküptür.

## 3. SU TÜKETİMİ

Tüketim şekli ve amacı bakımından birbirinden farklı 3 su kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar; tarım, endüstri, kent ve kırsal alan kesimleridir.

Bunlar hakkında özet bilgiler aşağıda verilmiştir:

### a. Tarımda Sulama

Birim alandan daha çok ürün alabilmek veya bir yılda 2-3 hasat elde edecek şekilde intensif tarım uygulaması için, tarımda sulama yapılmaktadır.

Tarım alanlarının sulanması olayı bundan binlerce yıl önce başlamıştır. Bundan 6.000 yıl önce Sümerler'in Mezopotamya'da ilk sulu tarım uygulamasını başlattıkları bildirilmektedir (Postel 2001).

Sulu tarım; altı bin yıl önce Mezopotamya'ya göç eden Sümerlerin, kuraklık nedeniyle hasat zamanı kuruyan ekinlerini kurtarmak için hendeklerle Fırat nehrinden tarlalarına su yönlendirmeleriyle başlamıştır (Dünyanın Durumu 2000).

Zamanımızda da sulama giderek yaygınlaşmaktadır. Dünya üzerinde tarım ürünlerinin %40'ından çoğu sulanan arazilerden elde edilmektedir. Bu araziler, toplam arazilerin % 17'sini oluşturmaktadır (FAO üretim yıllığı, Roma 1997).

Ancak son yıllarda sulu tarım alanlarının miktarı gittikçe azalmaktadır. 1978 yılında en yüksek miktarına ulaşmış sulu tarımın 2020 yılında % 17-20 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Bunun nedeni, diğer alanlarda su kullanımının ve nüfus sayısının artmasıdır. Halen kullanılan suyun % 65'i tarım kesiminde, % 25'i endüstride, % 10'u da kentsel ve kırsal alanlarda tüketilmektedir (Şekil 5). O nedenle tarımda sulama kıtlığı yaratmaktadır.




*Şekil 5. Su tüketim alanları*

Örneğin; ülkemizde Mardin'de pamuk tarım alanları hızla genişlemekte ve buna koşut olarak son 10-15 yıl içinde, bu bölgede yer altı su düzeyinin 10-18 metreden 280-300 metreye indiği, çiftçilerin ***"dalgıç pompalarını"*** her yıl metrelerce derine indirmelerinden anlaşılmaktadır. Ayrıca, özellikle sulama yöntemlerindeki hatadan dolayı inanılmaz derecede su israfı meydana gelmektedir. Bu da tuzlaşma, çoraklaşma gibi birçok ekolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Sulanabilen topraklar ve su kaynakları için rekabet, Militarizm'e ve bölgesel savaşlara yol açabilir (Dünyanın Durumu 2000).

**b. Sanayide Su Kullanımı**

Sanayide su kullanım oranı, endüstrileşmiş ülkelerde, genel su tüketiminin % 50-80'inine ulaşmıştır. Üçüncü dünya ülkelerinde bu oran % 10-30 arasında değişmektedir (Postel 1993). Ancak suyun kıt bir kaynak haline gelmesi sonucu, alınan teknik önlemlerle, sanayide kullanılan su miktarı önemli ölçüde düşürülmüştür. Örneğin ABD'de, 1 ton çeltik için tüketilen 280 ton su miktarı, geri kazanma tekniği ile 14 tona düşürülmüştür. Aynı şekilde Almanya'da yeni tekniklerle, kağıt üretiminde harcanan suda % 99 oranında tasarruf sağlanabilmiştir.

**c. Kentlerde ve Kırsal Alanda Su Kullanımı**

Kentlerde ve kırsal alanda içme ve kullanma suyu (temizlik, yemek pişirme, vb.) olarak tüketilen su miktarı genel su tüketiminde % 10 paya sahiptir (Postel 1993). Ancak bu miktar, ülkelere göre çok değişmektedir. Örneğin Avrupalı için günlük su tüketimi (kullanma, endüstri ve tarımsal üretimden payına düşen miktar, vb.) yılda kişi başına 620 litredir. Türkiye'de bu miktar 90-136 litredir (Şekil 6).




*Şekil 6. Kişi başına düşen günlük su miktarı değişmektedir. Örneğin bu miktar Almanya için 620 litre, bizde de 90-136 litre arasında değişmektedir.*

Afrika ve Orta doğu ülkelerinin bir çoğunda bu miktar, ancak 2-3 litredir. Dünyada 80 ülkede yaşayan yaklaşık 2 milyar insan, kurak mevsimde bu kadarını da bulamamaktadır (Şekil 7).

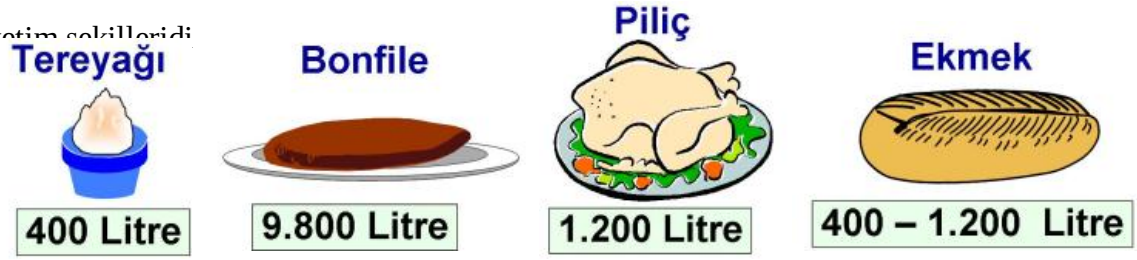



*Şekil 7. Dünyada 80 ülkede yaşayan yaklaşık 2 milyar insan, kurak mevsimde günde 2-3 litre suyu bile bulamıyor.*

Birleşmiş Milletler FAO Örgütüne göre, bir kişiye yılda 1.000 tondan (1.000 m³) az su düşüyorsa, o ülkede su kıtlığı var demektir. Bu miktarın içinde yalnız içme ve kullanma suyu değil, giysilerden bilgisayara, kağıttan plastik eşyalara ve tüm tarımsal üretimlere kadar, bir kişinin yararlandığı her maddenin üretimi için tüketilen su miktarı da dahildir.

Bizde kişi başına düşen yıllık su miktarının 1.500 ton (1.500 m³) olduğu DSİ'nin 1990 verilerinden anlaşılmaktadır. O nedenle de Türkiye su kıtlığı olan ülkeler arasına dahil edilmemektedir. Ancak su tüketiminin yörelere ve bölgelere göre ekstrem derecede farklı miktarlarda olduğu ve sulanabilir birçok tarım alanının henüz sulu tarıma açılmadığı düşünülürse, bu değerlendirmenin hatalı olduğu kolayca anlaşılır.

Su tüketimi, aslında çok karmaşık bir olaydır. Yapılan inceleme ve değerlendirmelere göre bir ton buğdayın elde edilebilmesi için 1000 ton gereklidir (Dünyanın Durumu 1996, s. 48). Bir porsiyon bonfilenin yenecek halde önümüze gelmesi için 9.800 litre, bir pilicin yenebilir hale gelmesi için 1.200 litre, bir kilo ekmek için 400-1.200 litre suya gereksinim bulunmaktadır (Borusan Oto A.Ş. 1991). (Şekil 8 ile karşılaştırınız). Bunlar akla gelmeyen su tüketim şekilleridir.




*Şekil 8. Bazı besin maddelerinin yenebilecek hale gelmesi için gerekli su*

*miktarları. (Borusan Oto A.Ş., 1991)*

## 4. SU GEREKSİNİMİN KARŞILANMASI İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Bunlar; hukuksal, sosyal ve teknik önlemler olarak çok kapsamlı önlemlerdir. Ayrıntıya girmeden genel olarak bu önlemlerin neler olabileceği aşağıda belirtilmiştir:

**a. Baraj yapımı ve akarsu yönlerinin değiştirilmesi (Resim 2)**



*Resim 2. Su gereksiniminin karşılanması için yapılan barajlardan bir örnek. (Atatürk Barajı)*

**b. Deniz suyundan arıtımla tatlı su üretme**

**c. Tasarruf önlemleri alma. Bunların başlıcaları:**

- Tarım teknolojisinde az su tüketen sulama yöntemlerinin (damla sulama ve püskürtme gibi) geliştirilmesi
- Sanayi sektöründe az su kullanan üretim teknolojisi geliştirilmesi, geri kazanımlı su yöntemlerinden yararlanma
- Ev idaresinde musluklara, duş başlıklarına havalı ek gereçler takılması, tuvalet rezervuarlarının hacimlerini 9 litreye kadar küçülten teknolojinin kullanılması. Böylece % 50-60 su tasarrufu sağlanabileceği hesaplanmıştır.
- Çok su isteyen çim alanlarının azaltılması, kurakçıl çim türlerinin geliştirilmesi
- Sıcak bölgelerdeki barajlarda buharlaşma ile su kaybını önlemek için barajların yüzeyine özel yağlar dökülmesi
- El yıkamadan önce sabunun ele alınması sonra musluğun açılması

- Toprakta suyun depolanmasını arttırmak için erozyona engel olunması amacıyla teraslama yapılmalı, bitki örtüsü tahrip edilmemeli, böylece toprak derinliğinin ve organik madde içeriğinin arttırılması gerekir (Resim 3). Çünkü suyun depolanan miktarı, toprağın derinliği ve organik madde oranı ile sıkı bir ilişkiye sahiptir (Çepel 1993 ile karşılaştırınız).
- Bitki ile örtülü bir toprak, toprağa giren yağış suyu miktarını çıplak toprağa kıyasla iki katına çıkarmaktadır.
- % 5- 10 oranında humusa sahip bir toprak, organik maddeleri az olan (% 1'e kadar) toprağa kıyasla, her 10 cm toprak derinliği için su tutma kapasitesini 15 kat arttırabilir.



*Resim 3. Suyun toprakta tutulma önlemleri de su gereksinimini karşılama için büyük önem taşır. Buna ait örnek:Teraslama.*

**d. Su Tasarrufu İçin Diğer Önlemler**

- § Hızlı nüfus artışını önleme
- § Suyun gerçek değerini anlayabilecek kadar bilinçlendirme için eğitim
- § Yer altı sularının kirlenmesini önleme
- § Aşırı derecede yer altı suyu kullanımına yasal önlemlerle kısıtlama getirme
- § Baraj, göl, gölet ve nehirlerden alınacak su miktarı, geride kalan suyun ekolojik işlevlerini yerine getirebilecek ölçüde olmalıdır.

## 5. ÖZET VE SONUÇ

Buraya kadar yapılan açıklamalardan kolayca anlaşılacağı üzere:

a. Su, canlıların vücut yapısında önemli oranlarda bulunan bir yapı taşıdır.
b. Canlı ve cansızı çevre üzerinde çok çeşitli etkileri bulunmaktadır.
c. Bilinen nedenlerle su gereksinimi gittikçe artmış ve gereksinim ile varolan su miktarı arasındaki uçurum gittikçe büyümüştür.
d. Su gereksiniminin % 97,2'sini karşılayan yer altı su kaynaklarının düzeyi hızla düştüğü gibi, kirlilik oranı da artmaktadır (Şekil 9).




*Şekil 9. Kirlenme yolu ile de kullanılabilecek su miktarı azalmaktadır. Bunun Ekstrem bir örneği şekilde görülmektedir.*

e. Geleceğin savaşlarının politik nedenlerden değil, su için çıkacağına inanılmaktadır.
f. Su kaynaklarının azalması tüm ekosistemlerin dengesini bozmakta, besin maddesi üretimini düşürmekte ve bunun sonucunda bir çok olumsuz sosyal olaylar meydana gelmektedir (Fakirlik, göç, ve kirlilik vb.).

**Sonuç:** su gereksinimini karşılayabilmek için su kaynaklarını arttırma olanağı bulunmadığından, su kullanımında teknik ve tasarruf önlemleriyle su tüketimini azaltmaktan, sudan geri dönüşümle yararlanma gibi çarelerden başka çıkar yol görülmemektedir.

Nüfus artış hızının düşmesi tatlı su üzerindeki baskıyı azaltacaktır. Aile planlaması hizmetlerine, kadınlar için eğitime ve onlara ekonomik olanaklar sağlamaya verilecek güçlü destekler, onların hayatlarını iyileştirecek ve doğum hızını düşürecektir. Nüfus artış hızındaki

yavaşlama, pahalı ürün tüketiminde azalışla birleştiği takdirde, doğal ekosistemleri bozmadan insanların yeterli derecede beslenmesini sağlamak daha ulaşılabilir bir hedef haline gelecektir.

Eski Mezopotamya hükümdarları gibi, bu günün siyasetçileri de sulu tarım medeniyetinin temelinin sarsılmasının tehlikelerinden habersiz görünüyorlar. Ancak tarih, tarım temelimizin sürdürülebilirliği konusunda aşırı rahat davranmamamız ve kendimizi beğenmememiz konusunda bizleri uyarıyor. Bu da, sulamaya dayanan toplumumuzun hâlâ önemsemesi gereken bir ders (Dünyanın Durumu 2000).

06.06.2003