

SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRME VE KULLANIMI

Belgin ÇAKMAK¹ Turhan AKÜZÜM¹ Nizamettin ÇİFTÇİ² Zeynep ZAIMOĞLU³
Bilal ACAR⁴ Mehmet ŞAHİN⁴ Zeki GÖKALP⁵

Özet

Türkiye bugün su sıkıntısı çeken ülkeler arasında değildir. Ancak gerekli önlemler alınmazsa çok kısa süre sonra su sıkıntısı çeken ülkeler arasına girebilecektir. Türkiye'de de kişi başına ortalama düşen su miktarı 1730 m³/yıl olmasına rağmen, aynı değer Irak'ta 2000 m³, Batı Avrupa'da ise 5000 m³tür. 2030 yılında Türkiye nüfusu 80 milyon olacağı öngörülmekte ve buna göre kişi başına düşen yıllık su miktarı 1100 m³ tahmin edilmektedir. Bu değer halen su sıkıntısı çeken ülkeler rakamıdır.

Sanayisi gelişmiş ülkelerde milyonlarca ton kirleticinin akarsulara ve denizlere boşaltıldığı, dolayısıyla dünyadaki bir çok akarsuyun kirlenme sonucu artık sadece taşıma amaçlı kullanılabilir hale geldiği bilinmektedir. Buna benzer sorunların Türkiye'de de görüldüğü belirtilmekte ve Gediz, Büyük Menderes, Ergene ve Sakarya gibi nehirlerde kirliliğin ciddi boyutlara ulaştığı vurgulanmaktadır.

Kullanılabilir su kaynaklarının giderek kısıtlı olduğu günümüzde, suyun etkin kullanımı sağlanmalı, su kirliliği önlenmeli, sulamada aşırı su kullanımından kaçınılmalı, bitki su tüketimi az olan ürünler yetiştirilmeli, sulama sistemlerinde işletme ve bakımda mevcut durum geliştirilmelidir. Kanalizasyon ve drenaj sularının iyileştirilerek sulamada kullanılması çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Bu amaçla kırsal alanlarda uygulanmaya başlayan doğal arıtma sistemleri ülke genelinde yaygınlaştırılmalıdır. Sulama sistemleri geliştirilmeli, sulamada sulama randımanı yüksek olan damla ve yağmurlama sulama yöntemlerinin kullanılması özendirilmelidir.

1. GİRİŞ

Yeryüzündeki suların yaklaşık %3'ü tatlı su kaynaklarıdır. Dünyadaki su kaynaklarının %97'sinden fazlası okyanus ve denizlerde ve üretim için çok tuzludur. (Seckler ve ark., 1998). Bu düşük orandaki tatlı suların %78'i kuzey ve güney kutuplardaki buzullarda bulunmaktadır. Geriye kalan %22'lik bölümü de tüm dünya ülkeleri arasında içme ve kullanma, sulama ve sanayi sektörleri tarafından paylaşılmaktadır (Aküzüm ve ark., 1999).

Su kaynaklarının ve nüfus yoğunluklarının dünya genelinde dengeli olmayan bir biçimde dağılması nedeniyle yaklaşık 80 ülkede olmak üzere nüfusun %40'ında su talepleri, arzlardan daha fazla olup ihtiyacı karşılayabilmekten uzak kalmaktadır (Bennett, 2000). Besin üretimi için kişi başına yıllık ortalama minimum su gereksinimi 0.4×10^6 litre (Postel, 1996) olup Amerika'da tüketilen miktardan (1.7×10^6 litre) yaklaşık dört kat daha azdır. 1960-1997 yılları arasında dünya genelinde kişi başına kullanılabilir tatlı su yaklaşık %60 azalmış olmakla birlikte

¹ Prof.Dr. A.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara

² Prof.Dr. S.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

³ Y.Doç.Dr. Ç.Ü., Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana

⁴ Y.Doç.Dr. S.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

⁵ Arş.Gör. S.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

⁶ Arş.Gör. G.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tokat

gelecekte 2025 yılına kadar kişi başına düşen su potansiyelinde %50 düşüş beklenmektedir (Hinrichsen, 1998). Tatlı su rezervinin mevcut durumda %65-75'nin sulamada kullanılmasıyla tarım, en fazla su kullanıcı sektör durumundadır (Bennett, 2000). Bazı bölgelerde tarım sektörü toplam kullanılan suyun %90'ını tüketebilmektedir (Allan, 1997).

Günümüzde dünya nüfusunun % 7'si suyun kıt olduğu bölgelerde yaşamaktadır. Bu oranın 2050 yılında % 67'ye yükseleceği tahmin edilmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından dünya nüfusunun 1950 yılından sonra % 125 oranında artış gösterdiği belirtilmektedir. Gelecek 50 yılda dünyada nüfusun % 67 oranında artacağı tahmin edilmekte ve bu artışın büyük bir bölümünün gelişmekte olan ülkelerde meydana geleceği öngörülmektedir (Fischer ve Heilig, 1997). Ülkemizde nüfus son 50 yılda % 324 oranında artmıştır ve gelecek 40 yılda % 144 oranında artacağı öngörülmektedir (Anonim 2003b). Ülkemizde nüfusun hızlı artışı dikkate alınarak su kaynaklarının etkin kullanımı için gerekli tedbirler alınmalıdır. Kullanılan suyun yaklaşık % 75'i tarımda tüketilmektedir. Wallace, (2000) gelecekteki gıda güvenliğinin, kişi başına gıda ihtiyacının sağlanması için gerekli su miktarı belirlenerek tahmin edilebileceğini ifade etmiştir.

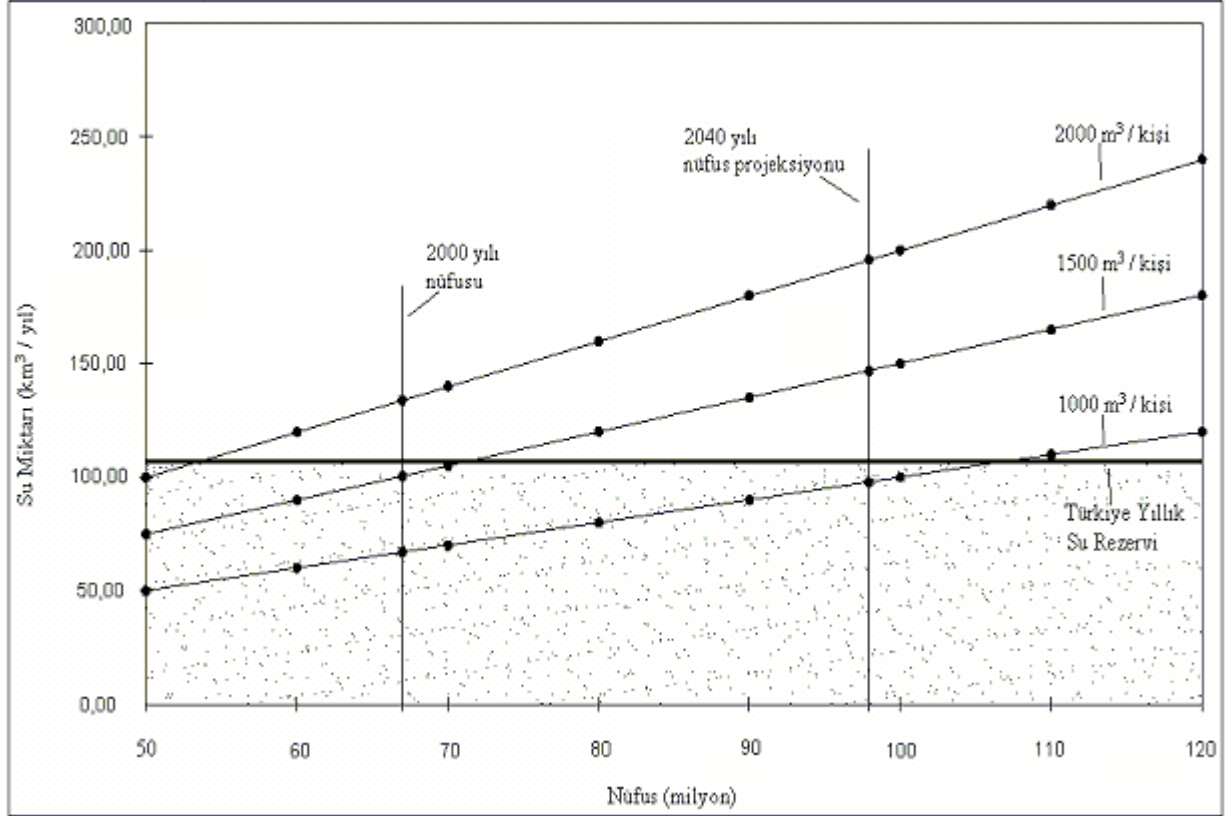
Falkenmark (1997) tarafından yapılan çalışmada bir kişinin yıllık gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için gerekli su miktarı Çizelge 1'deki gibi belirtilmektedir. Bu yaklaşıma göre bir kişinin günlük 2700 kcal olan gıda ihtiyacının %85'i bitkisel gıdalarla karşılanmaktadır. Her bir kcal gıda için ihtiyaç duyulan su miktarı dikkate alınarak bir kişinin ihtiyaç duyduğu yıllık su miktarı 1570 m³ olarak hesaplanmıştır. Yarı kurak bir iklim kuşağında gıda ihtiyacının yarısı sulu tarım ile karşılanmaktadır. Buna göre bir kişinin yıllık sulu tarım için su ihtiyacı 785 m³'tür. Falkenmark (1997)'a göre bir kişinin yıllık içme-kullanma ve sanayi su ihtiyaçları sırası ile 36 m³ ve 180 m³'tür. Kişi başına yıllık toplam su ihtiyacı ise en az 1000 m³ olarak öngörülmektedir. Temel ihtiyaçlar göz önünde tutulduğunda, yıllık kişi başına 1000-2000 m³ arasındaki su kaynağı varlığı, su stresinin bulunduğunu ifade etmektedir. Yıllık 2000 m³'ün üzerindeki su kaynağı varlığı durumunda ise su stresi çok az veya hiç yaşanmamaktadır.

DİE tarafından yapılan nüfus tahminleri ile bir kişinin yıllık su ihtiyacı aralığı olan 1000 m³, 1500 m³ ve 2000 m³ değerlerine (Postel, 1992; Falkenmark, 1997) karşılık Türkiye yıllık su potansiyeli Şekil 1'de verilmiştir. 2000 yılı Türkiye genel nüfus sayımı sonuçlarına göre ülke nüfusu 67 milyon, 2040 yılı nüfus projeksiyonu ise 97.92 milyondur (Anonymous, 2003). Bu nüfus değerleri için bir kişinin yıllık su ihtiyacı 1000 m³, 1500 m³ ve 2000 m³ olarak dikkate alınırsa, toplam yıllık su ihtiyaçları 2000 yılında sırası ile 67 km³, 97.92 km³, 100.5 km³, 2040'da ise sırasıyla 146.886 km³ ve 134 km³, 195.848 km³'tür. Bu rakamlara göre Türkiye nüfusu yaklaşık 100 milyon olduğunda su sıkıntısı çeken ülkelere birisi olacaktır. Bir başka ifade ile nüfusun gıda ihtiyacı ülke kaynakları ile karşılanamayacaktır. Türkiye'nin bu nüfusa yaklaşık 2050 yılında ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizde gelecek nesillerin gıda ihtiyacı ile tüm sektörlerin su ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için tarımda akılcı önlemlerin planlanması ve bunların uygulanması gerekmektedir (Köksal ve ark 2003).

Bu çalışmada ülkemizin mevcut su kaynakları potansiyeli ve kullanımı değerlendirilmiş, ülkemizde su kaynakları ile ilgili sorunlar ve çözüm önerileri verilmiştir.

Çizelge 1. Bir kişinin gıda ihtiyacının karşılanması için gerekli su miktarı (Falkenmark, 1997)

Gıda	Bitkisel	Hayvansal	Toplam
Günlük gıda ihtiyacı (kcal)	2300	400	2700
1000 kcal gıda için günlük su ihtiyacı (m ³)	1	5	-
Günlük su ihtiyacı (m ³)	2,3	2,0	4,3
Yıllık su ihtiyacı (m ³)	840	730	1570
Sulu tarım ile % 50' sinin karşılanması yaklaşımına göre su ihtiyacı (m ³)	-	-	785



Şekil 1. Türkiye'de nüfusa göre su ihtiyacı ve kıtlığı (Köksal ve ark 2003)

2. TÜRKİYE'NİN TOPRAK VE SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ

2.1. Türkiye'nin Coğrafi Konumu

Türkiye 26°-45° doğu boylamları ile 36°-42° kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Türkiye coğrafi konumu itibariyle değişik özelliklere sahip bir ülkedir. Kara sınırlarının uzunluğu 2753 km ve kıyı sınırlarının uzunluğu 5 769 km olan Türkiye'nin toplam sınır uzunluğu 8522 km dir.

Türkiye ortalama yükseltisi fazla olan bir ülkedir (1132 m). Bu yükseklik Asya'nın 1050 m olan ortalama yükseltisinden daha fazladır ve Avrupa'nın 330 m olan ortalama yükseltisinin 3.5 katıdır. Ülkede yükselti batıdan doğuya doğru artmaktadır. Türkiye'nin başkenti Ankara'nın rakımı 875 (Ulus) metredir. Doğu'da düzlüklerin rakımı 2000 m ye kadar çıkmaktadır. Türkiye'nin toplam yüzölçümü 78 milyon ha (780 000 km²) dir. Baraj ve doğal göller çıkıldığında kalan 769 600 km² dir. Tarım arazileri toplamı 280 000 km² yani 28 milyon ha civarındadır.

2.2. Akarsular ve Göller

Türkiye’de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120 den fazla doğal göl bulunmaktadır. En büyük ve en derin göl olan ve yükseltisi 1646 m olan Van Gölü’nün alanı 3712 km² dir. İkinci büyük göl, İç Anadolu’daki Tuz Gölü’dür. Derin bir göl olmayan Tuz Gölünün denizden yüksekliği 925 m ve alanı ise 1500 km²’dir. Türkiye’de Göller Yöresi (Eğirdir, Burdur, Beyşehir ve Acıgöl), Güney Marmara (Sapanca, İznik, Ulubat, Kuş Gölleleri), Van Gölü ve çevresi, Tuz Gölü ve çevresi olmak üzere göllerin toplandığı başlıca dört bölge vardır. Türkiye’deki göllerin bazılarının derinliği 30 m den fazladır, bazıları ise sadece birkaç metre derinliktedir. Van Gölü’nün derinliği 100 m den fazladır. Köyceğiz Gölü gibi denizle bağlantısı olan göller az tuzludur.

Türkiye göllerin yanı sıra akarsular açısından da zengin bir ülkedir. Kaynakları Türkiye topraklarında olan birçok akarsu değişik denizlere dökülür. Sakarya, Filyos, Kızılırmak, Yeşilirmak, Çoruh ırmakları Karadenize’e; Asi, Seyhan, Ceyhan, Tarsus, Dalaman ırmakları Akdeniz’e; Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz ve Meriç nehirleri Ege Denizi’ne; Susurluk / Simav Çayı, Biga Çayı, Gönen Çayı Marmara Denizi’ne dökülür. Ayrıca Fırat ve Dicle nehirleri ise Hazar Denizi’nde son bulur. Kızılırmak 1355 km, Ceyhan Irmağı 509 km, Büyük Menderes 307 km, Susurluk Irmağı 321 km, Suriye sınırına kadar Fırat Nehri 1263 km, Ermenistan sınırına kadar Aras nehri 548 km uzunluğundadır.

2.3. İklim

Türkiye’de yarı kurak iklim özellikleri görülür. Buna karşın Türkiye’nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, yüksek sıradağların kıyıları boyunca uzanışı, ani yükselti değişiklikleri ve kıyıya olan uzaklık iklim özelliklerinin kısa mesafelerde farklılaşmasına neden olmaktadır. Sıcaklık, yağış ve rüzgarlar da iklim özelliklerine bağlı olarak farklılıklar gösterir. Kuzey ile güney arasındaki 6° enlem farkı da sıcaklık değişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle güney bölgeleri, subtropikal iklimlere benzer Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Kuzeyde ise her mevsim yağışlı olan Karadeniz iklimi görülür. İç bölgeler step iklimi karakterindedir ve sıradağlarla çevrilmiş olduğundan az yağış alır. Yıllık ve günlük sıcaklık farkları çoktur. İç ve Doğu Anadolu’da kışlar uzun ve soğuk, kıyı bölgelerdeyse kısa ve ılıktır. Yağış bölgeye ve zamana göre büyük farklılık gösterir.

Türkiye’nin özellikle dağlık olan kıyı bölgelerinde yağış boldur (1000-2500 mm/yıl). Kıyılardan iç bölgelere gidildikçe yağış azalır. Marmara ve Ege bölgelerinde, Doğu Anadolu’nun yaylalarında ve dağlarında yağış 500-1000 mm/yıl dır. İç Anadolu’nun birçok yerinde ve Güneydoğu Anadolu’da yağış 350-500 mm/yıl dır. Tuz gölü çevresi Türkiye’nin en az yağış alan yerlerinden biridir (250-300 mm/yıl).

2.4. Toprak Kaynakları Potansiyeli ve Gelişme Durumu

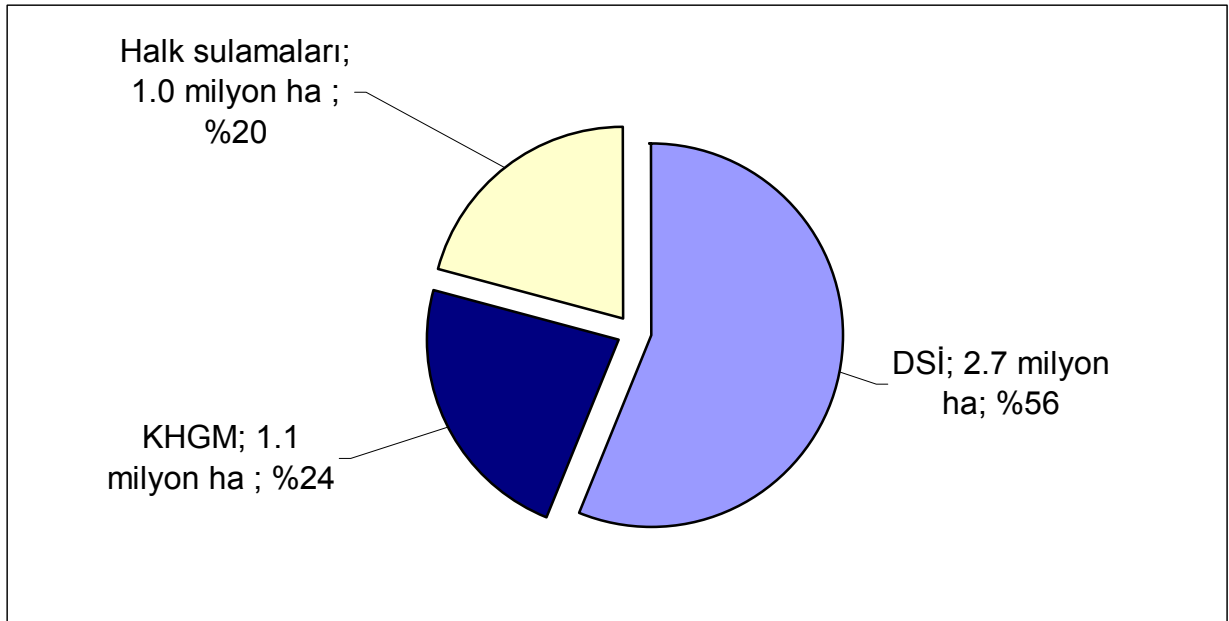
Türkiye’de 77.95 milyon hektar olan toprak kaynaklarının 28.05 milyon hektarı (%35.98) tarım arazisi olarak tanımlanmaktadır. Sulanabilir arazi 25.85 milyon hektar olmasına karşın, ekonomik olarak sulanabilecek arazi 8.5 milyon hektardır (Çizelge 2).

Ekonomik olarak sulanabilecek 8.5 milyon hektar alanın 7.9 milyon hektarının yerüstü, geri kalan 0.6 milyon hektar alanın da yer altı su kaynakları ile sulanabileceği dikkate alınmaktadır. Bununda 6.5 milyon hektarının DSİ, 1.5 milyon

hektarının KHGM ve 0.5 milyon hektarının da halk sulamaları kapsamında olması öngörülmektedir. 2004 yılı itibariyle sulanan alan 4.85 milyon hektara ulaşmıştır ve bu alanların kurum bazında dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. DSİ’ce inşa edilerek işletmeye açılan sulama alanları Çizelge 3’de, DSİ’ce işletmeye açılan sulama tesisleri Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4’de tarife içi alanlar işletilmesi DSİ’ce yapılan ve ücret tarifesi uygulanan alanlar, tarife dışı alanlar ise işletilmesi DSİ’ce yapılan ancak ücret tarifesi uygulanmayan alanlar ile işletilmesi yeraltı suyu sulama kooperatifleri ve diğer tüzel kişiliklerce yapılan alanları göstermektedir. DSİ tarafından işletmeye açılan sulamalar ile devredilen sulamalar (sulama kooperatifleri hariç) Çizelge 5’de verilmiştir. Sulama kooperatiflerince 1094 adet sulama şebekesinde açılmış olan 9275 adet kuyu ile sulanan net alan 382 880 ha’a ulaşmıştır (DSİ, 2004b)

Çizelge 2. Türkiye’nin toprak kaynakları (DSİ, 2004a)

Arazi varlığı	Alan (10 ⁶ ha)
Türkiye’nin izdüşüm alanı	77.95
Tarım alanı	28.05
Sulanabilir alan	25.75
Kuru tarım alanı	17.25
Ekonomik olarak sulanabilecek arazi	8.50
Sulanan alan	4.85
DSİ tarafından sulamaya açılan alan	2.70



Şekil 2. Ülkemizde sulamaya açılmış alanların dağılımı

Çizelge 3. DSİ'ce inşa edilerek işletmeye açılan sulama alanları (ha) (DSİ 2004b)

Yıllar	Büyük sulamalar			Küçük sulamalar			Toplam
	Yerüstü	Yeraltı	Toplam	Yerüstü	Yeraltı	Toplam	
1980	748 828	20 480	769 308	80 106	8 655	231 266	1 574 000
1981	764 575	27 350	791 925	101 496	8 775	259 431	1 051 356
1982	797 086	29 180	826 266	107 174	12 420	290 774	1 117 040
1983	843 300	36 750	880 050	107 080	12 680	301 935	1 181 985
1984	923 225	47 780	971 005	89 555	12 200	294 060	1 265 065
1985	1 014 025	49 930	1 063 955	93 335	12 950	306 915	1 370 870
1986	1 087 075	49 380	1 136 455	99 465	14 960	321 180	1 457 635
1987	1 124 585	51 510	1 176 095	105 805	13 580	331 340	1 507 435
1988	1 150 080	53 800	1 203 880	104 615	12 860	332 350	1 536 230
1989	1 196 974	53 900	1 250 874	110 344	13 140	346 299	1 597 173
1990	1 223 205	54 910	1 278 115	104 445	13 485	348 055	1 626 170
1991	1 270 225	56 810	1 327 035	105 564	13 635	360 859	1 687 894
1992	1 300 960	57 210	1 358 170	106 483	13 955	364 558	1 722 728
1993	1 345 050	58 185	1 403 235	109 799	14 205	387 744	1 790 979
1994	1 380 392	59 140	1 439 532	108 254	14 055	392 474	1 832 006
1995	1 440 561	62 290	1 502 851	101 964	14 255	394 999	1 897 850
1996	1 502 393	62 290	1 564 683	109 813	14 365	414 693	1 979 376
1997	1 540 685	63 060	1 603 745	122 889	13 589	454 403	2 058 148
1998	1 607 017	62 290	1 669 307	141 620	14 506	485 611	2 154 918
1999	1 637 021	62 290	1 699 311	144 835	14 506	503 251	2 202 562
2000	1 670 882	57 815	1 728 697	147 884	269	522 928	2 251 625
2001	1 703 772	57 245	1 761 017	149 414	14 269	535 333	2 296 350
2002	1 734 213	57 245	1 791 458	152 220	14 269	548 739	2 340 197
2003	1 747 254	55 482	1 802 736	153 475	14 269	550 624	2 353 360
2004	1 771 171	55 482	1 826 653	160 060	14 269	567 209	2 393 862

1. 2004 yılı değerleri program, diğerleri ise kesin değerlerdir.
2. Sulama alanları net alan olarak verilmiştir.

Çizelge 4. DSİ'ce işletmeye açılan sulama tesisleri (DSİ 2004b)

Sulamalar		2003 kesin			2004 program		
		Tarife içi (ha)	Tarife dışı (ha)	Toplam	Tarife içi (ha)	Tarife dışı (ha)	Toplam
Büyük	Yerüstü	90 151	1 657 103	1 747 254	90 490	1 680 681	1 771 171
	Yeraltı	3 363	52 119	55 482	3 363	52 119	55 482
Büyük Sulamalar Toplamı		93 514	1 709 222	1 802 736	93 853	1 732 800	1 826 653
Küçük	Yerüstü	8 151	145 324	153 475	7 651	152 409	160 060
	Yeraltı	600	13 669	14 269	600	13 669	14 269
	Yeraltı Suyu Sul. Koop.	-	382 880	382 880	-	392 880	392 880
Küçük Sulamalar Toplamı		8 751	541 873	550 624	8 251	558 958	567 209
Yerüstü Sulamaları	Büyük ve küçük	98 302	1 802 427	1 900 729	98 141	1 833 090	1 931 231
Yeraltı Sulamaları	Büyük ve küçük	3 963	448 668	452 631	3 963	458 668	462 631
Toplam		102 200 052	2 251 095	2 353 360	102 104	2 291 758	2 393 862

Çizelge 5. İşletmeye açılan DSİ sulamaları (sulama kooperatifleri hariç) (DSİ 2004b)

Sulama organizasyonu	Sulama adedi		Net sulama alanı (ha)	
	2003 kesin	2004 program	2003 kesin	2004 program
DSİ'ce işletilen	68	77	128 489	132 823
Devredilen	588	593	1 826 245	1 852 413
Sulama koop.	1 094	1133	382 880	392 880
Diğer*	27	27	15 746	15 476
Toplam	1 777	1 830	2 353 360	2 393 862

*Bedeli karşılığında işletilen sulamalardır.

2.5. Su Kaynakları Potansiyeli ve Gelişme Durumu

2.5.1. Yüzeysel su kaynakları

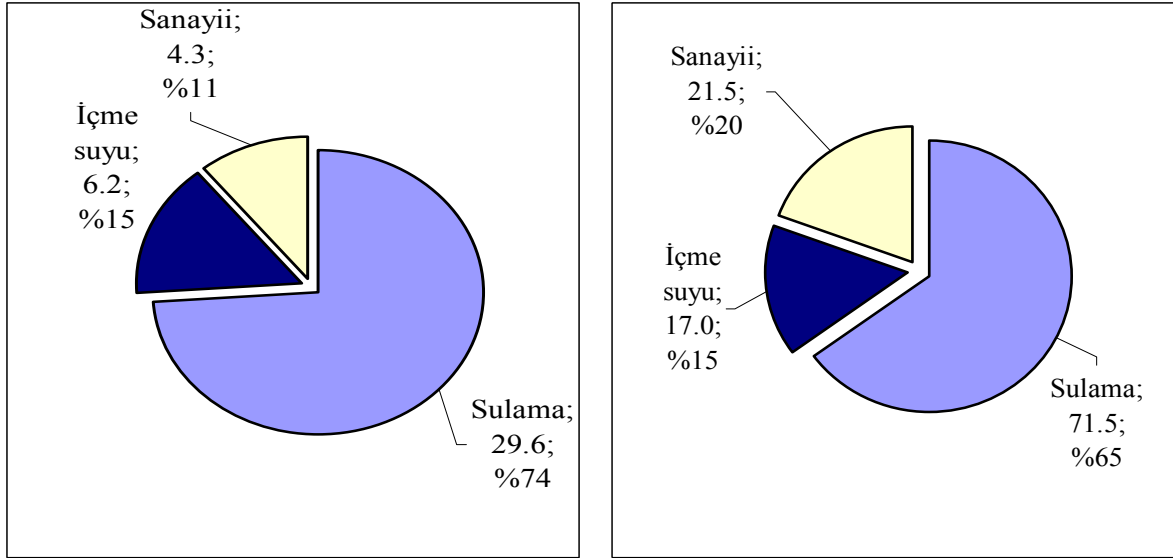
Türkiye'nin yağış rejimi mevsimlere ve bölgelere göre çok büyük farklılık göstermekte olup, yıllık ortalama yağış 643 mm'dir. Bu da yılda ortalama 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Bu miktarın 274 milyar m³'ünün toprak ve su yüzeylerinden ve bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri döndüğü; 41 milyar m³'ünün yüzeyden sızmalar suretiyle yeraltı suyu rezervlerini beslediği; 186 milyar m³'ünün ise çeşitli büyüklükteki akarsular aracılığı ile denizlere kapalı havzalardaki göllere boşalmak suretiyle akışa geçtiği kabul edilmektedir. Ayrıca, komşu ülkelerden doğan akarsular ile yılda 7 milyar m³ suyun ülkemiz su potansiyeline dahil olduğu göz önünde bulundurulduğunda, toplam yenilenebilir tatlı su potansiyelimiz brüt 234 milyar m³ olmaktadır (Çizelge 6).

2003 yılı rakamlarına göre, ülkemizde mevcut potansiyelin %36.5'ine karşılık gelen toplam 40.1 milyar m³ su tüketilmiştir. Yapılan çalışmalara göre 2030 yılında potansiyelin tamamından yararlanılacağı beklenmektedir ((DSİ 2004a) (Şekil 3).

Mevcut koşullarda ülkemizde teknik ve ekonomik anlamda tüketilebilecek yüzeysel ve yeraltı suyu miktarının 110 milyar m³ olduğu belirlenmiştir. Bu miktarın 95 milyar m³ 'ünün yurt içinden doğan akarsulardan; 3 milyar m³'ünün yurt dışından ülkemize ulaşan akarsulardan ve 12 milyar m³'ünün ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmiştir. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su 1735 m³, su potansiyeli ise 3690 m³ civarındadır. Türkiye kişi başına düşen kullanılabilir su açısından diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında, su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Türkiye'nin su kaynakları (DSİ, 2004a)

Yıllık ortalama yağış	: 643 mm	
Yıllık yağış miktarı	: 501.10 ⁹ m ³	
Buharlaşma	: 274.10 ⁹ m ³	
Yeraltına sızma	: 41.10 ⁹ m ³	
Yüzeysel su kaynakları	Yeraltı su kaynakları	
Yıllık yüzeysel akışı	: 186.10 ⁹ m ³	Çekilebilir yıllık su potansiyeli :12.10 ⁹ m ³
Kullanılabilir potansiyel	: 98.10 ⁹ m ³	Tahsis edilen : 11.18 10 ⁹ m ³
Toplam kullanılabilir su (net)	110.10 ⁹ m ³	



a) 2003 yılında

b) 2030 yılında

Şekil 3. Ülkemizde su kaynaklarının kullanımı

Çizelge 7. Bazı ülkeler ve kıtaların kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı

Ülke adı	Kullanılabilir su (m ³ /kişi)
Irak	2020
Lübnan	1300
Türkiye	1735
Suriye	1200
Asya ortalaması	3000
Batı Avrupa ortalaması	5000
Afrika ortalaması	7000
Güney Amerika ortalaması	23000
Dünya ortalaması	7600

Günümüzde bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10.000 m³ su potansiyeline sahip olması gerektiği kabul edilmektedir. Oysa Türkiye kişi başına düşen su potansiyeli açısından da (3690 m³) bu sayının oldukça gerisindedir. Bu rakamlar da göstermektedir ki ülkemiz sınırlı miktarda su varlığına sahiptir. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) nüfusumuzun 2025 yılında 80 milyon, 2030'da ise 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 2025'de 1300 m³'e, 2030'da ise 1000 m³'e düşeceği söylenebilir.

Türkiye 26 adet hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Akarsuların rejimleri genellikle düzensizdir. Havzaların verimleri son derece farklı olup, Fırat-Dicle havzalarının toplam ülke potansiyelinin yaklaşık %28'ne sahip bulunmaktadır (Çizelge 8).

Havzalarda, DSİ'nin 1140 nehir akım istasyonu, 115 göl seviye ölçüm istasyonu, 115 kar ölçüm istasyonu, 361 meteorolojik istasyon, yaklaşık 1000 adet su kalitesi ölçüm istasyonundan oluşan bir hidrometeorolojik gözlem sistemi bulunmaktadır. Bu istasyonlar ile nehir akım miktarları, yer altı ve göl suyu seviyeleri, sediment yükleri, su kalitesi vb. hidrolojik değişkenler ile yağış ve buharlaşma gibi meteorolojik değişkenler ölçülmektedir.

Çizelge 8. Türkiye’de Havzalara Göre Yıllık Ortalama Su Potansiyeli (KHGM, 2003)

Havza adı	Ortalama yıllık akış		Tarım alanı (x1000ha)	Sulanabilir alan (x1000ha)	Baraj sayısı	Sulanması planlanan alan (x1000ha)
	Miktarı (m ³)	Oran (%)				
Fırat	31.61	17.0	4294	4111	90	1741
Dicle	21.33	11.5	1148	1138	36	662
Doğu Karadeniz	14.90	8.0	713	351	42	2
Doğu Akdeniz	11.07	6.0	438	328	12	99
Antalya	11.06	5.9	451	448	15	149
Batı Karadeniz	9.93	5.3	855	841	24	101
Batı Akdeniz	8.93	4.8	437	407	25	136
Marmara	8.33	4.5	888	730	51	83
Seyhan	8.01	4.3	765	714	18	311
Ceyhan	7.18	3.9	780	714	27	510
Kızılırmak	6.48	3.5	4050	3761	79	626
Sakarya	6.40	3.4	2814	2681	44	374
Çoruh	6.30	3.4	326	303	20	30
Yeşilirmak	5.80	3.1	1617	1401	42	331
Susurluk	5.43	2.9	850	756	24	180
Aras	4.63	2.5	642	641	20	273
Konya	4.52	2.4	2183	3135	26	492
Büyük Menderes	3.03	1.5	1044	907	21	314
Van Gölü	2.39	1.3	437	433	7	92
Kuzey Ege	2.09	1.1	367	316	14	90
Gediz	1.95	1.1	667	623	13	179
Meriç	1.33	0.7	1095	1078	21	146
Küçük Menderes	1.19	0.6	223	195	11	29
Asi	1.17	0.6	378	332	8	97
Burdur Göller	0.50	0.3	251	250	10	43
Akarçay	0.49	0.3	385	380	3	33
Toplam	186.05	100.0	28054	25754	704	7123

ICOLD (Uluslar arası Büyük Barajlar Komisyonu) standardına göre, temelden yüksekliği 15 m ve rezervuar hacmi 3 hm³ e eşit veya daha fazla rezervuarlar ‘büyük baraj’ olarak nitelendirilmektedir. Bu standartlar dikkate alındığında, DSİ’ce inşa edilerek işletmeye alınmış büyük baraj adedi 536 olup, diğer kuruluşlarca yapılan 11 adet büyük baraj da ilave edilince, Türkiye’deki büyük baraj sayısı 547 adete ulaşmaktadır. DSİ’ce işletmeye alınan 536 adet büyük barajın 200 adedi Büyük Su İşleri programı kapsamında, 336 adedi de Küçük Su İşleri programı kapsamında inşa edilmiştir (Çizelge 9).

ICOLD standartlarına göre 2004 yılı başı itibariyle Türkiye’de işletme halinde 547 adet baraj mevcuttur. Bu barajların gövde tiplerine göre 529’u dolgu (Kaya veya Toprak) baraj, 14’ü beton (Beton ağırlık veya kemer) baraj ve 4’ü kompozit (RCC, Hardfill, CFRD) barajdır.

Çizelge 9. DSİ'nin su kaynaklarını geliştirme çalışmaları (1 Ocak 2004 tarihi itibarıyla)

Su kaynaklarını geliştirme çalışması	İşletmede			İnşa halinde/programda		
	DSİ'ce	Diğer	Toplam	DSİ'ce	Diğer	Toplam
Baraj	536	11	547	219	2	221
Büyük su işleri	200	11	211	91	2	93
Küçük su işleri	336	-	336	128	-	128
HES	51	82	133	55	4	59
Gölet	42	617*	659	1	43*	44
Sulama (milyon ha)	2.73	2.12	4.85	0.8	-	0.8
İçme suyu (milyar m ³)	2.27	0.55	2.82	1.16	-	1.16
Taşkın kontrol alanı (milyon ha)	1.0	-	1.0	0.5	-	0.5

Ülkemizde, hidroelektrik santraller toplam 2 340 MW kurulu kapasite ile yılda 8 675 GWh enerji üretmekte olup, toplam hidroelektrik üretimi (12 554 MW) içindeki payı yaklaşık %20 civarındadır. Hidroelektrik üretimimizin %80'i DSİ'ce inşa edilen santrallerden yapılmaktadır. DSİ'ce inşa edilecek olan 55 adet HES den 24 adedi ikili işbirliği kapsamında, 5 adedi ihale ile inşa edilecek projeler kapsamında, geri kalan 26 adedi de inşa halindedir. Diğer kuruluşlarca inşa edilecek olan 4 adet HES 3096 sayılı kanun kapsamında gerçekleştirilecek projelerdir.

Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisiyle su kaynakları üzerine oluşacak baskıları tahmin etmek olasıdır. Ayrıca tüm bu tahminler mevcut kaynakların 25 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillerine sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynaklarını çok iyi koruyup, akılcı kullanması gerekmektedir.

2.5.2. Yeraltı Suyu Kaynakları

DSİ Genel Müdürlüğünce 2004 tarihine kadar yapılmış olan hidrojeolojik etütler sonucunda tespit edilmiş olan 13,66 km³ yeraltı suyu rezervinin; 3,85 km³'ü DSİ, kamu kuruluşları ve sulama kooperatiflerine ait devlet eliyle yapılan sulamalarda, 5,10 km³'ü içme-kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçlarında, 2,23 km³'ü ise münferit özel sulamalarda olmak üzere 11,18 km³ lük bölümünün tahsis işlemi yapılmıştır.

Ülkemizde gün geçtikçe artan ve gelişme gösteren yer altı suyu sulamalarını devlet eliyle yapılan sulamalar ve halk sulamaları olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Bu sulamalar DSİ YAS Sulamaları, Kamu YAS Sulamaları ve YAS Sulama Kooperatiflerine ait sulamalar olmak üzere 3 ayrı biçimde uygulanmaktadır.

DSİ YAS Sulamaları, DSİ Genel Müdürlüğünce inşa edilen yüzey sulamalarını takviye etmek veya kombine bir sulama yapmak amacıyla geliştirilmiş projelerdir. Ayrıca sadece yer altı suyundan faydalanarak inşa ve işletmesi DSİ tarafından yapılan sulamalar da bu kapsam içerisindedir. Bu projelerde yeraltı suyu ile sulanan alan 2004 tarihi itibarıyla 78 145 ha'a ulaşmıştır. Ancak son yıllarda bu sulamaların işletimi, kurulmakta olan sulama örgütlerine devredilmektedir.

Kamu YAS Sulamaları, çoğunluğu Tarım İşletmelerini kapsamak üzere kamu kuruluşları adına hazırlanan projeler ile gerçekleştirilmiş sulamalardır. Bu projeler bedeli karşılığı yapılmakta ve işletmeleri ilgili kurum veya kuruluşlarca

yürütülmektedir. 2004 tarihi itibariyle kamu kuruluşlarına ait 25 adet projede 342 adet işletme sondaj kuyusu ile 16 140 ha alanın yeraltı suyundan sulanması sağlanmıştır.

YAS Sulama Kooperatiflerine ait sulamalar, ülkemizdeki yer altı sulamalarının en büyük bölümünü oluşturmaktadır. 1966 yılından itibaren uygulanmaya başlayan ve 1163 sayılı kooperatifler kanununa göre kurulan sulama kooperatifi sulamaları, aradan geçen 37 yıllık süre içerisinde yoğun çiftçi talepleri ile karşılaşmış ve önemli gelişmeler göstermiştir. Bu sulamalar önceleri 'Mahdut Mesuliyetli Zirai Sulama Toprak Muhafaza ve Arazi Islahı Toprak ve Su Kooperatifi' adıyla DSİ ve Toprak-Su Genel Müdürlüğü arasındaki işbirliği ile başlamış, Toprak-Su teşkilatının kapatılıp Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün kurulmasından sonra 'S.S. Sulama Kooperatifleri' adı altında çalışmalar her iki genel müdürlükçe birlikte devam ettirilmiştir. Bu çalışmalar, söz konusu sulama kooperatiflerinin kurulmasını teşvik etmek, tesislerin inşaatını yapmak ve işletmeye geçtikten sonraki faaliyetlerini yürütmek amacıyla DSİ, Toprak-Su ve Ziraat Bankası arasındaki 3.3.1966'de kabul edilen ve daha sonra 31.12.1973 tarihinde revize edilen İşbirliği Protokolü ile gerçekleştirilmektedir (DSİ, 2004a).

Sulama kooperatiflerine ait hizmetlerde DSİ Genel Müdürlüğü, yapacağı tesislerle ilgili teknik ve ekonomik fizibilite raporlarını hazırlamak, yer altı suyu işletme sondaj kuyularını açmak, işletilecek kuyuların elektrifikasyon tesislerini projelendirmek ve inşasını yapmak, kuyulara uygun motopompları tespit ederek temin ve montajı işlemlerini gerçekleştirmekle görevlendirilmiştir. Sulama kooperatifleri ise DSİ Genel Müdürlüğüne inşa edilen tesisleri devralmak ve sulama şebekeleri ile bakım ve onarımlarını yaparak yer altı suyu sulama tesislerinin işletmesini yapmakla yükümlüdür.

Sulama kooperatiflerine ait yer altı sulamalarında 2004 tarihine kadar 383 120 ha arazinin sulanması sağlanmıştır. Ülkemizde halen faaliyette bulunan yaklaşık 1000 adet sulama kooperatifinin büyük bir bölümü Konya, Isparta, Eskişehir, Kayseri, Edirne, Samsun, İzmir DSİ Bölge Müdürlüklerinde yer almaktadır. İnşa edilen yer altı suyu sulama tesisleri 6200 sayılı yasa gereğince sulama kooperatiflerine devredilmektedir. 2004 tarihine 1488 adet ünitelerde 8259 adet kuyu ile 348 638 ha alanı sulayacak kapasitedeki yer altı suyu sulama tesisinin devir işlemleri yapılmıştır.

Böylece 2004 tarihi itibariyle DSİ YAS Sulamaları, Kamu YAS Sulamaları ve YAS Sulama Kooperatifleri aracılığıyla 11 158 adet işletme sondaj kuyusunda net 477 405 ha alan yer altı suyundan sulanmaktadır. Ülkemizde yer altı suyu sulama projeleri içerisinde en fazla gelişme sulama kooperatiflerinde olmuş ve kooperatif sulamalarının toplam yer altı suyu sulamaları içindeki payı %80'e ulaşmıştır. Yer altı suyu sulama alanlarının toplamı, DSİ tarafından sulamaya açılan alanların yaklaşık %20'ni oluşturmaktadır.

Çiftçilerin 167 sayılı yasa esaslarına göre kullanma belgesi alarak yaptığı ferdi sulamalar bu kapsamdadır. 2004 tarihine kadar özel sulama yapılması ve içme-kullanma, sanayi suyu amacı ile 111 513 adet kullanma belgesi verilmiş olup, münferit şahıs sulamaları için 2.23 km³ (milyar m³) yer altı suyu tahsis edilmiştir.

3. Ülkemizde Sulamanın Gelişimi

2004 yılı başı itibariyle işletmeye açılan toplam sulama tesisi sayısı 1 773 adet olup net sulama alanı 2 353 360 ha'dır. Bunun 128 489 ha (67 adet sulama) DSİ'ce işletilmekte, 1 826 245 ha'ı (585 adet sulama) DSİ'ce inşa edilerek işletmesi Su Kullanıcı Örgütlerine devredilmiştir. 15 746 ha'ı (27 adet sulama) DSİ'ce bedeli karşılığında başka kurumlara (Devlet Üretim Çiftlikleri, Üniversiteler vb.) inşa edilmiş

ve 382 880 ha'ı (1 094 adet sulama) DSİ ile birlikte KHGM'ce YAS Sulama Kooperatifleri adına geliştirilmiştir (DSİ, 2004a).

Mevcut sulama şebekelerinin %48'si klasik kanal, %46'sı kanalet ve %6'sı da borulu şebekeden oluşmaktadır. Bu değerlere sulama şebekeleri KHGM'ce yapılan Sulama Kooperatiflerindeki kanal uzunlukları dahil değildir. Sulama kanalları yanında sulamadan dönen ve fazla suların uzaklaştırılması amacıyla inşa edilmiş açık drenaj kanallarının işletmesi DSİ'ce yapılmaktadır. Toplam drenaj kanalı uzunluğu 20 716 km olup, bunun 5 133 km'ni ana drenaj kanalı, 6 499 km'si yedek drenaj kanalı, 9 083 km'si tersiyer drenaj kanalıdır. Sulamalarda işletme yönetimi ile kanal bakım-onarımını yapabilmek ve çiftçilere ulaşım imkanı sağlamak amacıyla 38 278 km servis yolu da yapılmıştır. DSİ'ce geliştirilen tüm sulamalarda, söz konusu kanalların işletme, bakım ve onarımlarının yeterince yapılabilmesi ve çiftçi katılımının sağlanması için DSİ Genel Müdürlüğü yeni bir politika benimsemiş ve 1993 yılından itibaren işletme yönetimi sorumluluğu çiftçi örgütlerine devredilmeye başlanmıştır.

DSİ'ce geliştirilerek işletmeye açılmış olan brüt 2 725 000 ha sulama alanının yaklaşık %80'i yerüstü su kaynaklarıyla, %20'si yer altı su kaynaklarıyla sulanmaktadır. Bu sulamalarda mevcut su kaynaklarının en ekonomik bir şekilde kullanarak en uygun tarımsal üretimin gerçekleştirilmesine yönelik planlı sulama yönetimi çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar; sulama mevsiminden önce genel sulama planlaması yapılmasını, sulama mevsiminde su dağıtım programlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesini, sulama mevsimi sonrasında da değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Sulama işletmelerinin performansının belirlenmesinde, performans göstergesi olarak sulama oranları ve sulama randımanları incelenmektedir. DSİ sulamalarında uzun yıllar ortalaması olarak sulama oranı %65, sulama randımanı ise %45'dir. İşletme büyüklüğü 1000 ha'ın üzerinde olan DSİ'ce işletmeye alınan sulamalarda sulama oranlarının düşüklüğünün nedenleri, nadasa bırakma (%13), yağışların yeterli olması veya çiftçilerin yağışı yeterli görmesi (%29), su kaynağının yetersizliği (%5), sulama tesisleri yetersizliği (%2), taban suyu yüksekliği (%2), tuzluluk ve sodyumluluk (%3), bakım ve onarım yetersizliği (%2), topografya yetersizliği (%3), sosyal ve ekonomik nedenler (%22), tarım alanlarının yerleşim, sanayi ve turizm alanına dönüşmesi gibi diğer nedenler (%15) olarak belirlenmiştir. DSİ sulamalarının çoğunluğu açık kanal cazibe sulaması olduğundan sulama randımanlarının %50 seviyesine çıkarılması için çalışmalar yapılmaktadır.

6200 sayılı yasaya göre; DSİ'ce inşa edilerek işletmeye açılan sulamalarda bir yıl önce yapılmış olan işletme ve bakım masraflarının tamamı faydalananlardan işletme ve bakım ücretleri (çiftçi tabiriyle sulama ücreti) şeklinde geri alınmaktadır. DSİ sulamalarında işletme ve bakım ücretleri her yıl Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmektedir. 6200 sayılı yasa Bakanlar Kuruluna İşletme ve Bakım ücretlerinde indirim yapma yetkisi de vermiştir. Yapılan değerlendirmelere göre, sulama ücretleri tarımsal üretim değerinin %3-5 civarında olmaktadır.

DSİ'ce geliştirilen sulamalar incelendiğinde, sulamadan önce kuru tarım yapılan alanlarda büyük oranda hububat yetiştirilirken, sulamadan sonra bitki deseni değişim görülmektedir. Mevcut son verilere göre, DSİ sulamalarında bitki deseni; %23 pamuk, %15 hububat, %14 mısır, %8 şekerpancarı, %6 sebze, %6 bakliyat, %5 meyve, %3 narenciye, %3 ayçiçeği, %3 yem bitkisi, %3 bağ ve diğer ürünler şeklinde gelişmiştir. Bitki verimleri ise; pamuk 403 kg/da, hububat 365 kg/da, mısır 978 kg/da, şekerpancarı 5 296 kg/da, bakliyat 247 kg/da, narenciye 4 120 kg/da, ayçiçeği 252 kg/da, yem bitkisi 988 kg/da olmuştur. Sulama projeleriyle hububatta %100, baklagillerde %126, şekerpancarında %55, pamukta %149, mısırdaki

%323, meyvede %131, narenciyede %152, sebze %159 verim artışı meydana gelmiştir (Anonymous 2004a).

Su kaynaklarının kısıtlı oluşu, sulama dışında çeşitli amaçlar için kullanımı ve bunlar için mevcut talebin devamlı artışı, suyun sulamada kullanımında tasarrufa gidilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle tasarruflu su kullanımı teşvik edilmeli ve çiftçilerdeki 'fazla sulama fazla ürün getirir' anlayışı yıkılmalıdır. DSİ yerçekimi sulamalarında bir bitki yetiştirme döneminde ortalama olarak 10 000 m³/ha sulama suyu kullanılmaktadır. Suyun gelecek yıllarda daha da önem kazanacağı düşünüldüğünde, mevcut su kaynaklarının tasarruflu kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

3. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KULLANIMI İLE İLGİLİ SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

3.1. Tarımda Aşırı Su Kullanımı

Türkiye'de sulama suyu fiyatlarının düşük olması tarımda aşırı su kullanımına neden olmaktadır. Mevcut su ücretleri işletme ve bakım masraflarını karşılamaya yeterli değildir. Su fiyatının gerçek değerinden düşük olması, aşırı su kullanımına ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Suyun fiyatlandırılması, suyun daha az kullanılmasını ve su tasarrufunu sağlayan itici bir güçtür. Ülkemizde suyun fiyatı genellikle sulanan alan ve bitki çeşidine göre belirlenmektedir. Su ücreti toplama oranı 2000 yılında DSİ tarafından işletilen sulamalarda %76.3, sulama birliklerinde ise %86 olarak gerçekleşmiştir (Özlü ve ark 2002). Ancak toplanan miktar tahakkuk ettirilenden daha düşük olmaktadır. Bu özellikle DSİ tarafından işletilen sulamalarda, DSİ yasasındaki gecikme cezasının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Sulama birliklerindeki su ücreti toplama performansı, DSİ sulamalarından daha yüksektir. Bu sulama birliklerindeki su fiyatlandırma ve ceza sisteminin başarısının bir sonucudur (Cakmak ve ark 2004).

Fiyatlandırma yanında bilinçsiz sulama uygulamaları ve sulama şebekelerinin çoğunun eski olması tarımda aşırı su kullanımına yol açmaktadır. Suyun aşırı kullanımı sulama randımanını düşürmekte ve tuzlulaşma, göllenme ile kirlilik gibi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Sulama şebekelerinde bazı sorunlar nedeniyle sulama alanının tamamı sulanamamaktadır (Çizelge 10).

DSİ ve devredilen sulama alanlarında 2001 yılında toplam sulanan alan sırasıyla 198,718 ha ve 1,583,543 ha, sulanamayan alan ise sırasıyla 125,889 ha ve 570,657 ha'dır. Sulanamayan alanlarda en önemli problem yüksek taban suyu ve tuzluluktur (Yıldırım ve Cakmak 2004).

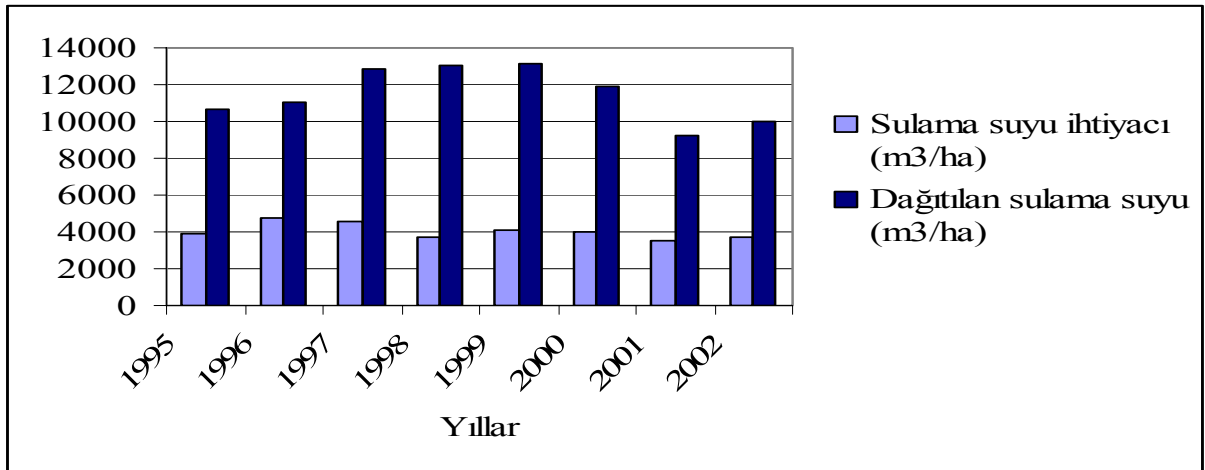
Türkiye'de tarımda su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama oranı ve sulama randımanı çok düşüktür. Sulama randımanı genel anlamıyla sulama suyu ihtiyacının kaynaktan sulama için saptırılan suya oranı olarak tanımlanabilir. 2001 yılı verilerine göre DSİ ve devredilen sulamalarda sulama oranı sırasıyla %38.2 ve %62.4'dir. Türkiye'de sulama randımanını düşüren en önemli problem tarımda aşırı su kullanımıdır. Sulama randımanı da 2001 yılında devredilen sulamalarda %48, DSİ sulamalarında %38 olarak gerçekleşmiş olup devredilen sulamalarda DSİ sulamalarından daha yüksektir.

Bitkilerin optimum gelişebilmeleri için ihtiyaç duydukları miktarda ve zamanda su verilmesi gerekmektedir. Kaynaktan bitkiye ulaşıncaya kadar oluşan dağıtım kayıpları nedeniyle gerçekte sulama suyu olarak saptırılan su, bitki su ihtiyacından fazla olmaktadır (Şekil 4). Şekil 4'de görüldüğü gibi yüksek su kayıpları nedeniyle

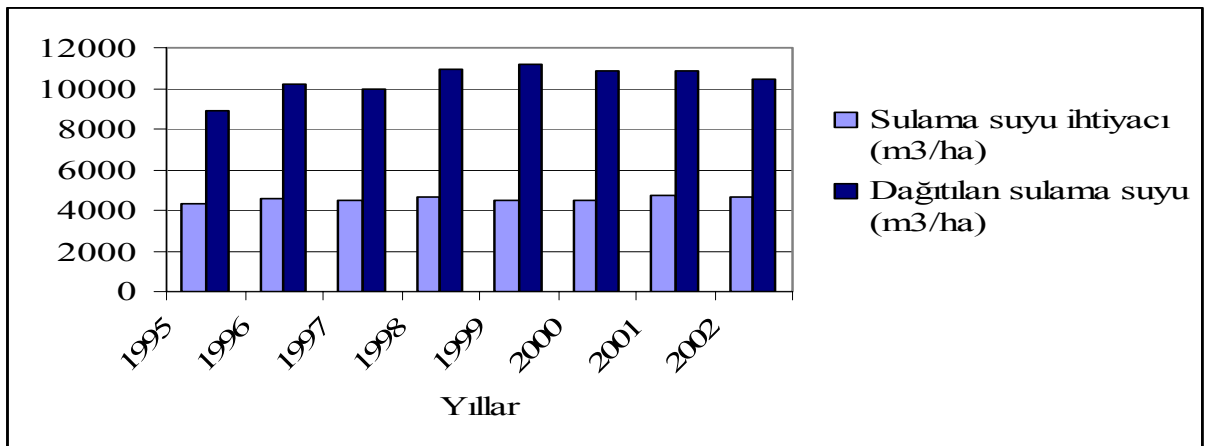
Çizelge 10. DSİ ve Devredilen sulamalarda 2001 yılında sulamanın başarısını etkileyen faktörler (Yıldırım ve Cakmak 2004)

Faktörler	DSİ		Devredilen	
	Sulanamayan alan (ha)	(%)	Sulanamayan alan (ha)	(%)
Su kaynağının yetersizliği	9,617	8	75,267	13
Sulama tesislerinin yetersizliği	5,054	4	31,388	6
Yüksek taban suyu	1,662	1	11,626	2
Tuzluluk ve sodyumluluk	700	1	11,600	2
Yetersiz bakım ve onarım	1,584	1	5,472	1
Topografik sorunlar	4,797	4	18,684	3
Yağışların yetersizliği	45,048	36	129,523	23
Nadas	19,676	16	68,092	12
Sosyo ekonomik faktörler	26,404	21	117,345	21
Diğer faktörler*	11,347	9	101,660	18

*Su kirliliği, pazarlama sorunları, tarımsal alanların amaç dışı kullanımı



a) DSİ sulama şebekeleri



b) Devredilen sulama şebekeleri

Şekil 4. Türkiye'de 1995-2001 yılları için sulama suyu ihtiyacı ve dağıtılan su miktarı

İhtiyaçtan çok fazla su dağıtılmaktadır. Dağıtılan suyun ihtiyaca oranı 1'den büyüktür. İhtiyacın yaklaşık iki ya da üç katı su verilmektedir. Bunun başlıca nedeni hem şebeke hem de tarla düzeyinde büyük miktarda su kaybı olmasıdır.

Klasik sulama sistemlerinde, örneğin tava veya karık sulama yöntemleri kullanıldığında tarla su uygulama randımanı %60 civarında olup, şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmaktadır. Bir başka deyimle bitkiye ihtiyacı olan 1 m³ suyu verebilmek için 2 m³ su kullanılmaktadır. Bu durum hem kıt olan su kaynaklarının israfına neden olmakta hem de dağıtım ve drenaj şebekelerinin daha büyük kapasiteli olarak inşasına, dolayısıyla maliyetin artmasına, sistemde pompaj varsa ilave enerji kullanımına neden olmaktadır. Bütün bunlara bir de kullanılacak suyun pahalı olması ilave edilirse sulamada su tasarrufunun önemi daha da açığa hale gelmektedir.

Sulamada, bitki ihtiyacında büyük bir kısıntı yapılması söz konusu olamayacağına göre su tasarrufu, suyun iletiminde, dağıtımında, sistemin işletilmesinde ve bitkiye uygulanmasında yapılacaktır. Bu nedenle sulama randımanının artırılması büyük bir önem taşımaktadır. Klasik sulama yöntemleri yerine yağmurlama ve damla sulama yöntemleri kullanılması durumunda randıman %60 dan sırası ile %80 ve %90'a çıkabilmektedir. Bu da %20 ile %30'luk bir su tasarrufu demektir.

3.2. Su Kirliliği

Su kirliliği, insan etkileri sonucunda, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, bir yanda suyun kalitesi, diğer yanda ise bu kaliteye bağlı olarak çeşitli kullanımlara yönlendirilecek su potansiyeli büyük önem taşımaktadır. Su kirliliğinin en önemli nedenlerinden olan evsel ve endüstriyel atık suların arıtılması ülkemizde yeterince dikkate alınmamıştır. Sanayi sektöründe arıtma tesisine sahip işletmelerin oranı %9'dur. Arıtma tesisi bulunmayan kuruluşlar içerisinde; özel sektörün oranı %16 olmasına rağmen, kamu sektörünün oranı %84'tür. Ülkemizde faaliyette bulunan organize sanayi bölgelerinden sadece %14'ünde arıtma tesisi bulunmaktadır. 3215 belediyenin bulunduğu ülkemizde 141 belediyede kanalizasyon sistemi vardır, bunun da sadece 43 tanesinde arıtma tesisi bulunmaktadır. Bir başka ifade ile kanalizasyon sularının %98.67'si hiç arıtılmadan akarsulara, göllere ve denizlere bırakılmaktadır (COB, 2004). Ülkemizde KHGM tarafından başlatılan kırsal alanlarda evsel atık suların doğal arıtma sistemi projesi ile değerlendirilmesi ve tekrar kullanımı sağlanmaya başlanmıştır. Böyle yararlı bir proje ülke genelinde yaygınlaştırılmalıdır. Ülkemizdeki endüstri kuruluşlarının %98'inde arıtma tesisi bulunmamakta, olanların bir kısmı ise yetersiz veya çalışmaz durumdadır. Endüstrinin ürettiği zehirli ve ağır metaller içeren atık sular dikkate alınır, 930 milyon m³ endüstriyel atık suyun sadece %22'si arıtılmakta, %78'i ise arıtılmaksızın doğrudan göl, akarsu ve denizlere verilmektedir.

Türkiye'de nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve tarımsal ilaçlar ile gübrelere bağlı olarak akarsu, göl ve denizlerde su kirliliği hızla artmaktadır (Yıldırım ve Çakmak 1999). Fırat ve Dicle Nehirleri'nde henüz nüfus yoğunluğunun düşük olması, sanayileşmenin yaygınlaşmaması ve yoğun tarım yapılmaması nedeniyle bir su kirlenmesi sorunu yoktur. Ancak Güneydoğu Anadolu Projesi'nin gerçekleşmesiyle birlikte ortaya çıkabilecek sorunlar açısından, bu akarsularda su kalitesi gözlemlerinin yoğunlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

GAP ile birlikte pestisit ve gübre kullanımındaki artıştan kaynaklanabilecek su kirliliği ve buna bağlı değişik çevre sorunlarının boyutları da giderek büyüyecektir. Gübre ve özellikle pestisit kalıntıları tarımsal uygulamalar sonucu yer altı ve yüzey sularına karıştığı için kirliliğe neden olmaktadır. Ancak bu kirliliğin denetimi oldukça pahalı ve zor olup, yer altı sularının bulunduğu bazı bölgelerde mümkün olmamaktadır. Bu tür sorunları giderici önlemlerin başında, uygulayıcıları bilinçlendirme ve doğada kısa sürede parçalanarak zararsız hale gelen pestisit türlerinin kullanılmasının sağlanması gelmektedir (Aküzüm ve ark., 2001). Bugün GAP'da 2004 yılı itibarıyla 207 000 ha'ya ulaşan sulama alanının 20 000 ha'ında drenaj ve tuzluluk ile ilgili sorunlar görülmektedir. Bölge topraklarının ciddi boyutlarda, tuzlanma ve pestisit kirliliği sorunları ile karşı karşıya kalabileceği düşünülmektedir.

Yeraltı suyu nükleer ve kimyasal kirlenmeye yüzey suyuna göre daha geç maruz kalır. "Yeraltı suyunun Kirlenmesi" suyun kullanılmayacak derecede kimyasal ve bakteriyel kirlenmeyle kalitesinin bozulması olarak tanımlanabilir. Önümüzdeki yıllarda çevre sorunlarının giderek büyüyeceği ve buna paralel olarak yüzey sularının daha fazla kirleneceği göz önüne alınırsa yeraltı sularının değeri daha da artacaktır.

Gelecekte, suyun miktarından çok su kalitesi önem kazanacaktır. Ülkemizde son yıllarda sanayiinin gelişmesi, tarımsal ilaç ve gübre kullanımının kontrolsüz bir şekilde artması, turizm faaliyetlerinin yoğunlaşması, kıyı şeritlerinde konut sayısındaki yüksek düzeydeki artışlar, kırsal kesimden kentlere göç nedeniyle kent yerleşim alanlarının plansız şekilde yeraltı suyu beslenme alanları üzerinde genişlemesi, kuraklık çekilen yörelerde bilinçsizce aşırı yeraltı suyu kullanılması gibi nedenlerle yeraltı suyu kirliliği ülkemizde artmıştır.

3.3. Sulama Şebekelerinde Fiziksel Altyapı Yetersizliği

Fiziksel altyapı ile ilgili sorunlar, teknik sorunlar olup bakım, onarım ve yenileme ile ilgili sorunları kapsamaktadır. Özellikle şebekenin eski olduğu tesislerde ana, yedek ve tersiyer düzeyinde bir çok kanaldaki bakım ve onarım masrafları önemli boyutlarda olabilmektedir. Ayrıca toprak kanalların beton kaplamalı kanallar haline getirilmesi, kanal yenilemeleri, yedek ve tersiyerler üzerindeki çek, priz ve ölçüm tesislerinin bulunmaması, yüksek taban suyu ve tuzluluk sorunu olan bölgeler gibi tesisle ilgili sorunlar olabilmektedir.

Sulama yönetiminde esas unsurlardan biri olan sulama tesislerinde fiziki yapıların (kanal, çek yapısı, ölçü tesisleri, çiftçi prizi vb hidrolik yapılar) sulama mevsiminden önce sulamaya hazır hale getirilmesidir. Bu amaçla gerekli bakım-onarım çalışmaları (boya, kanal temizliği, ano onarımı, düşen kanaletlerin yerleştirilmesi, tamirat, sızdırmazlık sağlanması vb) yapılmalıdır.

3.4. Su İletim ve Dağıtım Sistemleri İle İlgili Sorunlar

Mevcut sulama şebekelerinde suyun iletimi ve dağıtımı toprak kanal, klasik beton kaplamalı kanal, kanalet ve borulu sistemlerle yapılmaktadır. Ülkemizde inşa edilen sulama kanallarının tip ve uzunlukları Çizelge 11'de verilmiştir. Çizelge 11'den görüldüğü gibi 1981-2000 yılları arasında toprak kanal uzunluğu %40.7'den %6.2'ye düşerken, klasik beton kaplamalı kanal uzunluğu %37.8'den %46.4'e, kanalet uzunluğu ise %20.1'den %42.9'a yükselmiştir.

Sulama şebekelerinde ana kanallarda %5, şebekede %5 olmak üzere toplam %10'luk bir işletme (iletim) kaybı belirtilmesine rağmen, uygulamada bu kayıplar çok daha büyük değerlere ulaşmaktadır. Yeni geliştirilen sulama projelerinde Çizelge 11. Ülkemizde inşa edilen sulama kanallarının yıllara göre tip ve uzunlukları (Beyribey ve ark., 2003; DSİ, 2003)

Kanal tipi	1981		1993		2000		2003	
	Uzunluk (km)	%	Uzunluk (km)	%	Uzunluk (km)	%	Uzunluk (km)	%
Klasik beton kaplamalı	16000	37.8	24020	46.6	28117.9	46.4	28596.6	47.4
Kanalet	8500	20.1	21384	41.6	25974.5	42.9	25500.7	42.3
Borulu sistem	600	1.4	1902	3.7	2761.3	4.6	2577.2	4.0
Toprak	17235	40.7	4222	8.1	3242.7	6.2	3610.4	6.0
Toplam	42335	100.0	51528	100.0	60096.4	100.0	60284.9	100.0

basıncılı borulu şebeke kullanımı ile hem su tasarrufu sağlanmış hem de modern sulama sistemlerinin kullanımı teşvik edilmiş olacaktır. Halen %6 olan borulu şebeke kullanım oranı, yeni yapılacak projeler ve eski şebekelerin rehabilitasyonu ile %40'a kadar artabilecektir.

Toprak sulama kanallarında ve drenaj kanallarında su iletimini güçleştiren sorunlardan biri de otlama ve sediment birikimidir. Bunun için özellikle mekanik temizlik yöntemleri kullanılmaktadır.

3.5. Sulama Şebekelerinde İşletme ve Organizasyon Sorunları

KHGM ve TRGM tarafından yapılan toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri DSİ Genel Müdürlüğü ile eş zamanlı olarak yürütülememektedir. Bu durum, projelerin beraber yürütülmesinde çok büyük sıkıntılar ortaya çıkarmakta ve plansız yatırımlara neden olmaktadır.

Arazi toplulaştırması projelerinde; sulama inşaatını yapan kurum ile toplulaştırmayı yapan kurumların farklı olması, uygulamada etkin bir teknik ve mali koordinasyon gerektirmektedir.

Kuruluşlar arası görev alanları ve yetki sınırlarında önemli örtüşmeler bulunmakta olup, bu durum koordinasyon eksikliklerine ve hizmetlerin aksamasına neden olmaktadır. Örneğin; sulamaya yeni açılan büyük sulama projelerinde ana kanal, sekonder kanal ve tersiyer kanallar DSİ tarafından inşa edilirken suyun etkin bir şekilde kullanılması için tarla içi geliştirme hizmetleri KHGM tarafından yürütülmektedir. Bu nedenle sulamaya açılan alanlarda DSİ ve KHGM'nün organize olarak çalışmaları gerekmektedir. Ancak bugüne kadarki uygulamalar bunun tam olarak sağlanmadığını göstermiştir.

Yasal sorunlar : Sulama tesisleri işletmeciliği, bakım ve onarım hizmetlerini üstlenen "Sulama Birlikleri" İçişleri Bakanlığı "Birlik Tip Tüzüğü"ne göre "1580 sayılı Belediye Kanunu (madde133-148)," göre kurularak faaliyet göstermektedir. Yani Ülkemizde kurulan sulama birlikleri ile doğrudan ilgili bir yasa bulunmamaktadır. Bu konuda Su Kullanıcıları Birlikleri adı altında yürütülmekte olan düzenleme çalışmaları devam etmektedir.

Ekonomik sorunlar : Sulama Birlikleri tarafından işletilen şebekelerin büyük çoğunluğunun eski olması (30 yıllık) nedeniyle yıllık bakım, onarım ve yenileme ihtiyaçları da çok fazla olmaktadır. Yıllardır devletin yatırımlarda gittiği kısıtlamalar nedeniyle yıllık bakım-onarım ve yenileme ihtiyaçlarının yarısının karşılanabildiği Sulama Birliklerince işletilen özellikle çok eski tesislerde nakit ihtiyacının sadece sulama suyu ücretleri ile karşılaması yetersiz görülmektedir.

Denetim ve işbirliği ile ilgili sorunlar : Sulama birliklerinin idari ve sulama işletmeciliği açısından etkin olarak denetlenmelerini sağlayacak ve ilgili kurumlar arasındaki işbirliğini arttıracak düzenlemelere gidilmelidir.

Eğitimle ilgili sorunlar : Bugün sulama birliklerinde görev yapan sulama mühendisleri ve su dağıtım teknisyenlerinin eğitimleri ilgili çalışmalar yapılmasına rağmen yetersizdir. Özellikle muhasebe teknikleri ve sulama işletmeciliği ile ilgili uygulamalı eğitime ağırlık verilmelidir.

Bakım ve onarım hizmetleri ile ilgili sorunlar : Bir sulama tesisinde başarıyı etkileyen önemli bir faktörde bakım, onarım ve yenileme ihtiyaçlarının zamanında ve eksiksiz olarak yerine getirilmesidir. Bunun için de ihtiyaç duyulan makine parkının bulunması gerekmektedir. Özellikle yeni kurulan ve daha küçük sulama alanına sahip birliklerde makine parklarının oluşturulmasına yardım edilmeli ve/veya ortak kullanabilecekleri bir makine parkının oluşturulması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

3.6. Kurumsal ve Yasal Sorunlar

Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanımı ile ilgili kuruluşlar, sorumluluklarına göre yatırımcı ve izleyici-denetleyici kuruluşlar olarak iki grupta toplanabilir.

a) Yatırımcı Kurumlar

- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ)
- İller Bankası Genel Müdürlüğü
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ)
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM)
- Orman Bakanlığı

b) İzleyici -Denetleyici Kuruluşlar

- Çevre Bakanlığı
- Özel Çevre Kurumu Başkanlığı
- Sağlık Bakanlığı
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)
- Maliye Bakanlığı ile Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı
- Yerel Yönetimler

Türkiye'de su kaynaklarının entegre yönetimi için gerekli kurumsal yapı, sadece merkezi hükümet seviyesinde bulunmaktadır. Su kalitesi yönetiminde ise, ilgili kuruluşlar arasında benzeri bir koordinasyon bulunmamaktadır.

Merkezi ve mahalli yönetimlerin işbirliği ise, merkezi politikaların uygulanması sırasında gerçekleşmektedir. Merkezi yönetimin temsilcisi olan vali, koordine edici güce sahip bulunmakla birlikte, pratikte beklenen koordinasyon sağlanamamaktadır. Su kaynağının "bir bütün" olması gerçeği benimsenerek, DSİ ve KHGM arasında işbirliği kısmen sağlanmaktadır. Ancak diğer kurumlarda açık koordinasyon eksikliği göze çarpmaktadır.

Ülkemizde su kaynaklarının tahsisi, kullanımı, korunması ve geliştirilmesinde hala tutarlı, kalıcı ve rasyonel politikalar geliştirilememiş ve bir temele oturtulamamıştır. Su kaynakları yönetimine ilişkin mevcut yasaların tümü, bütün sorumluluğu devlete yüklemekte olup, katılımcılıktan uzaktır. Suyu kullananların hiçbir rolü ve sorumluluğu yoktur.

İçme suyu sektöründe görev yapan DSİ, KHGM ve İller Bankası arasında istenilen düzeyde koordinasyon bulunmamaktadır. Benzer şekilde; sulama sektöründe, DSİ ve KHGM'nün aynı ve birbirini tamamlayıcı nitelikteki hizmetlerinde proje bazında koordinasyon sağlanamamakta ve bunun sonucu olarak, projelerden istenen fayda elde edilememektedir.

Sulama hizmetlerinin "tarla içi" boyutunda, DSİ ve KHGM arasında sorumluluk tanımı bazında bir anlaşmazlık yaşanmaktadır. Her iki kuruluşun da bu anlamda bir yasal yükümlülüğünün oluşu, politikanın netleştirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. İşin uygulaması ve finansmanında paralellik sağlanamamaktadır.

İçme suyu sektöründe yatırımların planlanması ve uygulanmasında belediyelevelik birimlerde DSİ ve İller Bankası köylerde ise KHGM faaliyet göstermektedir. Ancak, bu kurumların daha etkili ve verimli çalışabilmeleri için bazı köklü yapısal değişikliklere ihtiyaç vardır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'de su kullanıcı sektörler içerisinde, tarım sektörü en yüksek payı almaktadır. Bu nedenle tarımda etkin su kullanımını sağlayan araç ve tekniklerin kullanımı ülkemizin öncelikli hedefleri arasında yer almalıdır. Gelişmiş sulama teknolojileri ile çevreye zarar vermeden aynı miktarda veya daha fazla ürünü, daha az sulama suyu ve iş gücü ile üretmek mümkün olmaktadır.

Sulanabilir arazinin yalnızca %6'sı basınçlı sulama (yağmurlama ve damla sulama) ile sulanması ülkemizde basınçlı sulama yöntem ve sistemlerinde büyük bir potansiyelin olduğunu ve ülke olarak bu işin daha başında olduğumuzu göstermektedir. Sulanan alanların %94'ünde yüzey sulama yöntemleri (karık, tava ve salma sulama) uygulanmaktadır. Bu nedenle, sahip olduğumuz arazilerin özelliklerine göre seçilecek bitki deseni için en uygun sulama yönteminin seçilmesi, projelenmesi ve uygun bir sulama programının uygulanması doğal kaynaklarımızın en iyi şekilde bir sonraki nesillere aktarılmasını sağlayacaktır. Basınçlı sulama sistemlerinin uygulanması, sulamanın zararlı etkilerini de minimize edecektir. Özellikle, yüzeyde meydana gelen kirlilik ve yer altı sularında nitratla, pestisitlerle, tuzlarla ve potansiyel toksik elementlerden dolayı oluşan kirlilik ya ortadan kaldırılacak ya da minimize edilecektir. Basınçlı sulama sistemleriyle su en ekonomik bir şekilde kullanılarak gelecekte sektörler arasında ciddi bir problem olabilecek su sorunu belli oranda çözülmüş olacaktır.

Ülkemizde mevcut durumda sulanan alanın yaklaşık %94'ünde açık kanal sistemleri; %6'luk kısımda ise basınçlı sulama sistemleri bulunmaktadır. Sulanan alanların %91'inde yerçekimi sulama, %8'inde yağmurlama, %1'i damla sulama yöntemi kullanılmaktadır. Su kayıplarını en aza indirecek, su iletim ve dağıtım sistemleri tesis edilmelidir. Bu amaçla, yeni inşa edilecek sulama projelerinde açık kanal-kanalet sistemleri yerine borulu sistemler yapılmalı, tarla sulama sistemlerinde basınçlı sistemler tercih edilmelidir.

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili kanun, tüzük ve yönetmelikler günümüz şartlarına uymamaktadır. Toprak kaynaklarının etkin kullanımı için tarım arazilerinin tarım dışı kullanımını, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesini ve kaybını

engelleyecek yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Bu nedenle, su kaynaklarını bir doğal kaynak olarak değerlendiren ve ilgili tüm sektörlerin entegrasyonunu amaçlayan "Su Yasası" bir an önce çıkarılmalıdır. Bu yasada özellikle suya ilişkin devlet kuruluşlarının yetki sınırları belirlenmeli; ilgili sektörlerin yetki ve sorumlulukları netleştirilmeli, mevzuattaki dağınıklık giderilmelidir. Yüzeysel sularının tahsisi, korunması, sektörel ve sektörler arası kullanımının planlanması gibi tüm yasal boşluklar doldurulmalı ve 167 sayılı Yeraltı Suları Yasası günümüzün ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde güncelleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Benli, B. 1999. Yirmibirinci Yüzyılda Dünyada Su Sorunu. 7.Kültürteknik Kongresi, s.8-16, Nevşehir.
- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Kendirli, B. 2001. GAP Sulamalarının Çevresel Yönden Değerlendirilmesi. 1.Ulusal Sulama Kongresi, s.27-32, Antalya.
- Allan, J.A., 1997. Sanal su: a long term solution for water short Middle Eastern economies? In: Proceedings of the Paper Presentation at the 1997 British Association Festival of Sciences, University of Leeds, Water and Development Session, 9 September 1997.
- Anonymous, 2003. Ulusal Nüfus Projeksiyonları. DİE Yayınları.(Basımda)Ankara.
- Bennett, A.J., 2000. Environmental consequences of increasing production: some current perspectives. Agric. Ecosys. Environ. 82 (2000), pp. 89–95.
- Beyribey M., Kodal S., Yıldırım Y. E., Erdoğan F. C.,2003. Su Yönetiminde Sulama Teknolojisinin Önemi. Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, 16-17 Aralık 2003, Ankara, s.24-28.
- Çakmak, B., Unver, O.İ. and Aküzüm, T. 2004. Agricultural Water Use in Turkey. Technical Note. Water International. IWRA. Vol:29, No:2, p.257-264.
- COB, 2004. <http://www.cevreorman.gov.tr> . T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- DSİ, 2003. 2002 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Daire Başkanlığı, Basım ve Fotofilm Şb.Md., Ankara.
- DSİ, 2004a. 1995-2004 50.Yılında DSİ. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı, Basım ve Fotofilm Şb.Md. 84s. Ankara.
- DSİ, 2004b. DSİ'ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Kurutma Tesisleri. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 190s., Ankara. (www.dsi.gov.tr)
- Falkenmark, M. 1997. Meeting Water Requirements Of An Expanding World Population. Phil. Trans. R. Soc. London B. 352: 929–936.
- Fischer, G., G.K., Heilig. 1997. "Population Momentum and The Demand On Land And Water Resources" Phil. Trans. R. Soc.London, 352:869–889.
- Hinrichsen, D., 1998. Feeding a future world. People and the Planet 7, 6–9.
- KHGM, 2003. Türkiye Toprak Su Kaynakları ve Çölleşme. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Köksal, E.S., Büyükcangaz, H. ve Benli, B. 2003. Besin Güvenliğinin Sağlanmasında Su Kaynaklarının Akılcı Yönetimi Ve Alınması Gerekli Önlemler. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu 22-26 Eylül 2003, 9s., Gümüşdüz, İZMİR
- Özlü, H.,Erdoğan, F.C., Döker, E. ve Uşkay, S. 2002. Participatory Irrigation Management (PIM9 and Irrigation Management Transfer (IMT) Activities in Turkey. Follow-up Seminar On Towards A Sustainable Agricultural Development New Approaches, 15-21 April 2002, 10p., Antalya.
- Postel, S. 1992. "Facing Water Scarcity", World watch Institute Environment Alert Series, Washington D.C., USA, 218 S.
- Postel, S., 1996. Dividing the waters: food security, ecosystem health, and the new policies of scarcity. Worldwatch Paper 132. Worldwatch Institute, Washington, USA.
- Seckler, D.W., R. Barker and U. Amarasinghe,. 1998. Water scarcity in the twenty-first century. Int. J. Water Resour. Dev. 15 , pp. 29–43.
- Yıldırım, M. ve Çakmak, B. 1999.Sulama ve Çevre Kirliliği. 7. Kültürteknik Kongresi, s.253-259, Nevşehir.
- Yıldırım, Y.E. and Cakmak, B. 2004. Participatory Irrigation Management in Turkey. International Journal of Water Resources Development, Vol:20, No: 2, p.219-228.
- Wallace, J. S. 2000. "Increasing Agricultural Water Use Efficiency To Meet Future Food Production" Agriculture, Ecosystems And Environment, 82:105–119