

Süer ANAÇ¹
Emrah ÖZÇAKAL²
Gülay PAMUK MENGÜ³

¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 Bornova, İzmir.
e-posta: suer.anac@ege.edu.tr

² Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 Bornova, İzmir.

³ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 Bornova, İzmir.

Sanal Su Kavramı ve Su Yönetiminde Önemi

Virtual water concept and importance in irrigation management

Alınış (Received): 27.04.2010 Kabul tarihi (Accepted): 26.11.2010

Anahtar Sözcükler:

Sanal su, su dengesi, su yönetimi

Key Words:

Virtual water, water balance, water management

ÖZET

Bir metanın üretim sürecinde kullanılan su, sanal su olarak **B**adlandırılmaktadır. Bir ülke diğerine yoğun su harcanan bir ürün ihraç ettiğinde, suyu sanal şekilde ihraç etmiş olmaktadır. Bu yolla bazı ülkeler diğer ülkeleri su gereksinimleri açısından desteklemektedirler. Sonuç olarak, ürünlerin uluslararası ticareti, sanal suyun uluslararası akışını da beraberinde getirmektedir. Bu bilgiler ışığında, çalışmanın amacı, tarımsal ürünlerin uluslararası ticaretiyle ilişkili olarak ülkeler arasındaki sanal su akışının hacmini araştırmak ve sanal su dengesiyle ilgili olarak sanal su akışının su yönetimi üzerindeki etkisini analiz etmektir.

ABSTRACT

The water that is used in the production process of a commodity is called "virtual water". When the country exports a water-intensive product to another country, it exports water in virtual form. In this way some countries support other countries in their water needs. Consequently, international trade of products brings along international flows of virtual water. The objective of this paper is to investigate the volumes of virtual water flows between nations related to international trade of agricultural products and to analyse the effects of virtual water flows on water management in relation to virtual water balance.

GİRİŞ

Ekonomik üretim süreçlerinde büyük miktarlarda su tüketilmektedir. İnsanların içme-kullanma amacıyla tükettiği su miktardan çok daha fazla miktardaki su, besin, giyim v.b. üretim süreçlerinde kullanılmaktadır. "Sanal (virtual) su" bir tarımsal, endüstriyel ürünün veya servisin üretim sürecinde gereksinme duyulan su olarak tanımlanır.

Sanal su kavramı, Profesör J.A. Allan tarafından, Ortadoğu ülkelerinde yaşanan su kıskıtlılığı sorununun kısmi çözümünde sanal su ithali seçeneği üzerindeki çalışmaları sırasında, ilk kez 1990'ların başında ortaya atıldı (Allan, 1993). Araştırmacı, mevcut su kaynaklarının çok kıskıtlı olduğu bölgelerde sorunun oluşturduğu baskının, gıda ithalatı ile, diğer bir deyişle sanal su transferi ile hafifletebildiğini ortaya koydu. İthal edilen gıda maddeleri ile gelen sanal su için bazı araştırmacılar "dış kaynaklı su" terimini de kullanmaktadır (Haddadin, 2003).

Sanal su ile “su ayakizi” terimleri birbirine çok yakın kavramlardır. Su ayakizi, bir kişi, sektör veya ülkenin, üretim süreçlerinde kullandığı toplam su hacmini tanımlamaktadır. Bir ülkede tüketilen metanın tümü o ülkede üretilmediği için su ayakizi, yurtiçinde üretilen ve ithal edilen ürünlerin üretim süreçlerinde tüketilen suyun toplamından oluşmaktadır (Hoekstra ve Hung, 2002).

Bir ülkede kullanılan toplam su miktarı, geleneksel olarak, içme-kullanma, endüstri ve tarım sektörlerinde tüketilen suyun toplamıdır. Dolayısıyla, ülkesel su talebi ve talep projeksiyonları, farklı sektörlerdeki üretim süreçlerinde kullanılan su miktarlarından hesaplanmaktadır. Ancak, gerçekte, o ülkede tüketim desenli su kullanımı daha farklıdır. Çünkü ülkede yaşayan kişilerce tüketilen birçok ürün başka ülkelere üretilerek ithal edilmektedir. Bu nedenle, su talebi ulusal ölçekte kullanılan sudan çok daha fazla olabilmektedir. Bu durumun tersi söz konusu olduğunda, pek çok ürün ihraç edilerek başka ülkelere sanal su gönderilmektedir.

Küresel ölçekte uluslararası ticarete konu olan tüm mallar ile 1625 km³/yıl toplam sanal su akışı olmaktadır. Toplam sanal su akışının % 78’i tarımsal ürünler, geri kalan % 22’si endüstriyel malların ticaretinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde küresel ticaretin liberalizasyonu ile, küresel toplam su kullanımının % 16’sı sanal su ithalatına konu olmakta ve sürekli artış trendi göstermektedir (Chapagain ve Hoekstra, 2003).

Bu çalışmada, küresel su kullanımı ve sanal suyun hesaplanması, sanal su içerikleri, uluslararası sanal su akışı, ulusal ve bölgesel sanal su dengeleri, ürünler göre küresel sanal su akışı, sanal su transferi ve ticaretinin su kaynakları yönetim politikalarına etkileri ele alınmıştır.

KÜRESEL SU KULLANIMI VE SANAL SUYUN HESAPLANMASI

Küresel ölçekte, tarımsal üretimde 6391 km³/yıl, endüstriyel üretimde 716 km³/yıl ve içme-kullanma sektöründe 344 km³/yıl olmak üzere toplam 7451 km³/yıl su kullanılmaktadır (FAO, 2003). Küresel ölçekteki uluslararası ticaret ile toplam sanal su akışı 1625 km³/yıl olup, toplam su kullanımının %16’sının sanal su ithalatı ile karşılandığı tahmin edilmektedir. Uluslararası sanal su akışının tarımsal ve endüstriyel ticaretten kaynaklanan miktarları sırasıyla 1263 ve 362 km³/yıl’dır (Chapagain ve Hoekstra, 2004). Toplam tarımsal üretimin %15’i, endüstriyel üretimin %34’ü ihracat ile sanal su ticaretine konu olmaktadır. Uluslararası ticaret ile sanal su akışının %80’e yakını tarımsal ürünlerde gerçekleşmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sektörlere göre küresel su kullanımı ve sanal su ihracatının durumu

	Tarım	Endüstri	İçme-Kullanma	Toplam
Küresel su kullanımı(km³/yıl)	6391	716	344	7451
Sanal su ihracatı (km³/yıl)	1263	362	0	1625
Sanal su ihracatının toplam sektörel kullanıma oranı (%)	15	34	0	16

Tarımsal ürünlerde sanal suyun hesaplanmasında, üretim, ekiliş alanı, bitki sulama suyu gereksinimi, ihracat, ithalat değerlerinden yararlanılır (Velasquez, 2007). Burada önce, üretim (Y; ton), ekiliş alanına (T; ha) bölünerek, ortalama verim (R; ton/ha) bulunur.

$$R = Y / T$$

Her bitkinin sulama suyu gereksinimi (CWR; m³/ha), ortalama verime (R; ton/ha) bölünerek, her bitki için spesifik su kullanımı (SWU; m³/ton) hesaplanır.

$$SWU = CWR / R$$

Spesifik su kullanım değerleri, ihracat (X; ton) ve ithalat (M; ton) ile çarpılırsa ihraç edilen sanal su (VWX; m³) ve ithal edilen sanal su (VWM; m³) hesaplanır.

$$VWX = X \cdot SWU$$

$$VWM = M \cdot SWU$$

Buradan, net sanal su dengesi (NVW; m³);

$$NVW = VWX - VWM$$

eşitliğinden kolayca hesaplanabilir.

Hesaplamaalarda ana sorun, bölgesel veya ülkesel bazda sağlam ve güvenilir verilere ulaşmaktır.

Şekil 1’de sanal su tahmininde izlenen aşamaları gösteren akış şeması sunulmuştur.

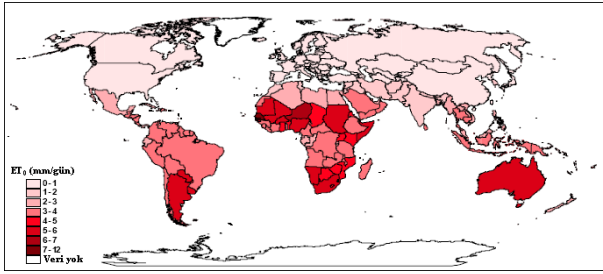
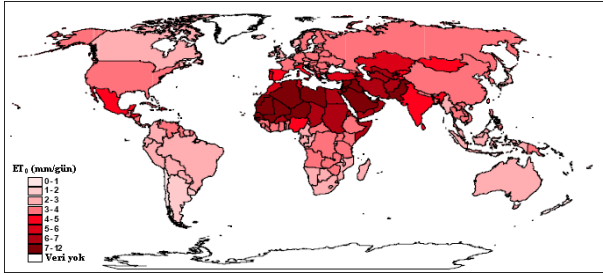


Şekil 1. Sanal su tahmininde akış şeması (Velasquez, 2007).

TARIMSAL SU GEREKSİNİMİ VE TARIMSAL ÜRÜNLERİN SANAL SU İÇERİKLERİ

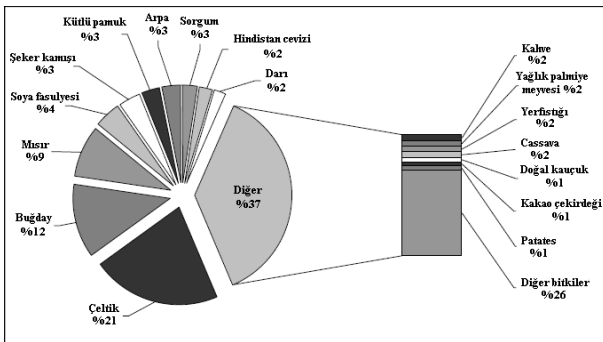
Bitkilerin su gereksinimleri, iklim, bitki türü, toprak v.b. çeşitli özelliklere göre değişim gösterir. Bitki su gereksinimleri, “referans evapotranspirasyon” terimi ile tanımlanır. Referans evapotranspirasyon (ET₀), belirli bir iklim rejiminde, topraktaki nemin bitki

gelişimini kısıtlamayacak düzeyde yeterli tutulduğu koşullarda meydana gelen evapotranspirasyondur. ET_0 atmosferin buharlaştırma gücünü gösteren bir iklimsel parametredir. Tropik ve subtropik iklim bölgelerine yakın ülkeler, daha yüksek referans evapotranspirasyon değerlerine sahiptir (Chapagain ve Hoekstra, 2004). Bu bölgelerde yetiştirilen bitkilerin yetişme dönemlerinde su gereksinimleri de yüksektir (Şekil 2).



Şekil 2. Haziran (üst) ve aralık ayı (alt) ortalama referans evapotranspirasyon (mm/gün) değerleri (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

Küresel ölçekte tarımsal üretimde çeşitli bitkiler tarafından kullanılan su oranları Şekil 3'de görülmektedir. Çeltik 1359 km³/yıl ile tarımda kullanılan suyun %21'ini tüketmektedir. İkinci sırada 793 km³/yıl ve %12 ile buğday; üçüncü sırada %9 ile mısır bitkisi gelmektedir. Daha sonra soya (%4), şeker kamışı (%3), kütlü pamuk (%3) yer almaktadır (Chapagain ve Hoekstra, 2004).



Şekil 3. Küresel olarak bitkisel üretimde kullanılan suyun toplam kullanılan su içindeki oranı.

Tarımsal ürünler, üretim süreçlerinde farklı miktarlarda su kullandıkları için sanal su içerikleri de büyük değişim gösterir. Tarımsal ürünlerdeki sanal su miktarları, iklim ve coğrafi bölge yanında, kullanılan girdi ve teknolojiye bağlı olarak elde edilen verim ile çok yakından ilişkilidir. Genel olarak, hayvansal ürünlerin sanal su içerikleri bitkisel ürünlere oranla daha yüksektir (Çizelge 2). Çünkü 1 kg kemiksiz sığır eti için, 6,5 kg tahıl, 36 kg saman, silaj, yeşil ot v.b. ve 155 litre içme-kullanma suyu tüketilmektedir (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

Çizelge 2. Bazı tarımsal ürünlerin dünya ortalaması olarak sanal su içerikleri (m³/ton).

Ürünler	Sanal su içerikleri	Ürünler	Sanal su içerikleri
Çeltik	2291	Kahve	17373
Buğday	1334	Çay	9205
Mısır	909	Sığır eti	15497
Soya	1789	Domuz eti	4856
Şeker kamışı	175	Koyun eti	6143
Kütlü pamuk	3644	Piliç eti	3918
Lif pamuk	8242	Yumurta	3340
Arpa	1388	Süt	990
Sorgum	2853	Peynir	4914
Hindistan cevizi	2545	Deri	16656

Endüstriyel ürünlerde dünya ortalaması olarak sanal su içeriği, her ABD doları için 80 litredir. Bu değer ABD'de 100 litre/\$, Almanya'da 50 litre/\$, Japonya, Avustralya ve Kanada'da 10-15 litre/\$'dir. Hızlı ekonomik gelişme gösteren ve yükselen ekonomiler arasında yer alan Çin ve Hindistan'da endüstriyel ürünlerin sanal su içerikleri 20-25 litre/\$'dir.

ULUSLARARASI SANAL SU AKIŞI

Chapagain ve Hoekstra (2004)'e göre, 1997-2002 yılları arasında bitkisel ve hayvansal ürünler ile endüstriyel malların uluslararası ticaretinden kaynaklanan ortalama yıllık küresel sanal su akışı 1625 km³/tür. Uluslararası, sanal su akışının bitkisel ve hayvansal ürün ticaretinden kaynaklanan miktarları sırasıyla, 987 ve 276 km³/yıl'dır. Geri kalan 362 km³/yıl sanal su akışı, endüstriyel malların ticaretinden kaynaklanmaktadır.

Sanal su ihracatında başı çeken ülkeler ABD, Kanada, Fransa, Avustralya, Çin, Almanya, Brezilya'dır. Sanal su ithalatında ise ABD, Almanya, Japonya, İtalya, Fransa, Hollanda, İngiltere en önde gelmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sanal su ihracat ve ithalatında ilk 10 ülke sıralaması

Ülke	Sanal su ihracatı (km ³ /yıl)	Ülke	Sanal su ithalatı (km ³ /yıl)
ABD	229	ABD	176
Kanada	95	Almanya	106
Fransa	79	Japonya	98
Avustralya	73	İtalya	89
Çin	73	Fransa	72
Almanya	71	Hollanda	69
Brezilya	68	İngiltere	64
Hollanda	58	Çin	63
Arjantin	51	Meksika	50
Rusya	48	Belçika	47

ÜLKESEL VE BÖLGESEL SANAL SU DENGELERİ

Ülkesel sanal su dengeleri ülkelerin ihracat ile ithalatları arasındaki farktan hesaplanmaktadır. Çizelge 4 ve 5’de, ilk sıralarda yer alan 10 sanal su ihracatçı ve ithalatçı ülke ile net su akışı değerleri verilmiştir. Gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan ülkelere oranla daha dengeli bir sanal su akışı olduğu görülmektedir.

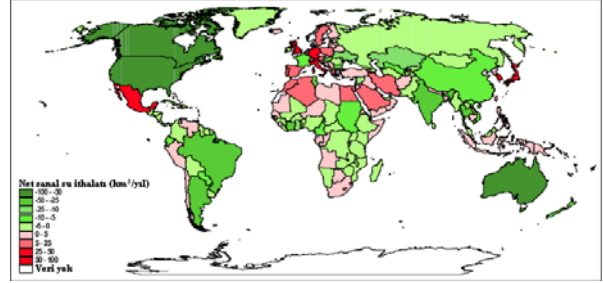
Çizelge 4. Sanal su ihracatçısı ülkeler

İhracatçı ülkeler	Sanal su akışı (km ³ /yıl)		
	İhracat	İthalat	Net ihracat
Avustralya	73	9	64
Kanada	95	35	60
ABD	229	176	53
Arjantin	51	6	45
Brezilya	68	23	45
Fildişi Sahili	35	2	33
Tayland	43	15	28
Hindistan	43	17	25
Gand	20	2	18
Ukrayna	21	4	17

Çizelge 5. Sanal su ithalatçısı ülkeler.

İthalatçı ülkeler	Sanal su akışı (km ³ /yıl)		
	İthalat	İhracat	Net İthalat
Japonya	98	7	92
İtalya	89	38	51
İngiltere	64	18	47
Almanya	106	70	35
Güney Kore	39	7	32
Meksika	50	21	29
Hong Kong	28	1	27
İran	19	5	15
İspanya	45	31	14
Suudi Arabistan	14	1	13

1997-2001 yılları arasında, uluslararası ticaret ile bölgesel ve bölgesel sanal su ticareti Chapagain ve Hoekstra (2004) tarafından incelenmiştir. Uluslararası ticaretten kaynaklanan bölgesel ve bölgesel sanal su dengeleri Şekil 4 ve 5’de verilmiştir. Bölgesel sanal su dengeleri açısından analiz yapıldığında, en büyük sanal su ihracatçıların Kuzey ve Güney Amerika (107 km³/yıl); en büyük ithalatçıların ise, Batı Avrupa (152 km³/yıl) ile Merkez ve Güney Asya (151 km³/yıl) olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Ülkesel sanal su dengeleri (1997-2001).



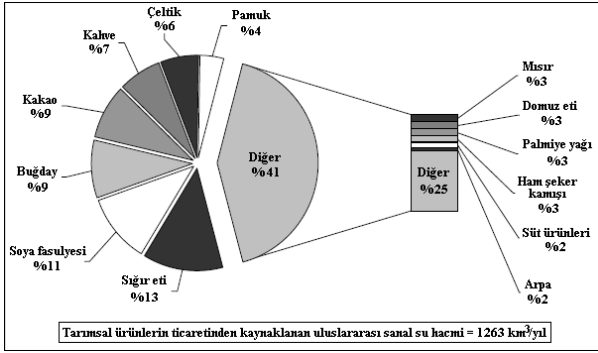
Şekil 5. Bölgesel sanal su dengeleri ve bölgelerarası net sanal su akışı (1997-2001).

ÜRÜNLERE GÖRE KÜRESEL SANAL SU AKIŞI

Küresel ölçekteki sanal su akışında en büyük payı %13 ile sığır eti almaktadır. Daha sonra soya (%11), buğday ve kakao (%9) yer almaktadır (Şekil 6). Tarımsal üretimde su kullanımının en büyük bölümü çeltik bitkisine aittir. Ancak uluslararası ticarete buğdayının payının daha fazla olması nedeniyle sanal su akışında buğday daha yüksek paya sahiptir. Sanal su akışında en önemli ülke olan ABD’nin sanal su ihracatının %48’i yağ bitkileri ve yağ, %38’i tahıl ürünleridir. ABD’nin sanal su ithalatının %50’si kahve, çay ve kakao ürünlerinden kaynaklanmaktadır (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

SANAL SU TRANSFERİ VE TİCARETİNİN SU YÖNETİMİNE ETKİLERİ

Sanal su transferi ve ticareti ile su kaynaklarının sürdürülebilir ve bütüncül yönetimi arasında sıkı bir ilişki vardır.



Şekil 6. Küresel ortalama sanal su akışında çeşitli bitkilerin oranları (1997-2001).

Su kaynakları yönetiminde, genellikle, su arzını arttırmaya yönelik "arz yönetimi" önlemleri ön planda yer almaktadır. Günümüzde, ekonomik ve çevresel etmenler nedeniyle pek çok ülkede su arzını artırma önlemleri önemli oranda kısıtlanmıştır. Bu nedenle, su talebini azaltma amacını temel alan "talep yönetimi" önem kazanmaya başlamıştır.

Talep yönetimi, su kullanan sektörlerde, su tasarrufu sağlayan önlemlerin alınması, eğitim ile farkındalığı ve tasarruf bilinci yaratmak, fiyat politikaları ile daha az su kullanımını özendirerek, altyapı modernizasyonu ile tarım, endüstri ve içme-kullanma sektörlerinde kayıpları azaltarak dağıtım ve uygulama randımanlarını yükseltmek, atık suların yeniden kullanılmasını sağlamak, otomasyon v.b. önlemleri içermektedir (Anaç, 2008).

Sanal su ticareti, su kaynakları yönetiminin optimize edilmesinde önemli bir fırsat yaratmaktadır. Özellikle tarımsal üretim, düşük su verimliliği olan alanlardan, yüksek verimliliği olanlara yönlendirilerek su kullanım randımanları, yani birim sudan elde edilen verim yükseltilmektedir. Su kıtlığı çeken ülke veya bölgeler, suyu fazla kullanan ürünleri az veya hiç üretmeden ithal ederek, sanal su transferi yapabilmektedir. Örneğin, büyük su stresi içindeki Ortadoğu'da, en düşük su kaynaklarına sahip ülkelerden Ürdün'ün ülkesel su kaynağı 1 milyar m³ iken, buğday, çeltik, et gibi ürünlerin ithalatı ile 5 milyar m³ sanal su transferi yapmaktadır.

İsrail, Lübnan, Kuveyt, Katar, Bahreyn, Malta, yoğun sanal su transferi ile su stresini önemli oranda azaltan ülkelerin başında gelmektedir.

Sanal su transferi, kısıtlı su kaynaklarına sahip ülkelerde, ülkesel kaynaklar üzerindeki baskıyı hafifletmekte ve gıda güvenliğinin önemli bir ögesi olmaktadır.

Ülkesel ve bölgesel su kaynakları yönetim politikaları, uluslararası ve bölgelerarası sanal su akışı

ile birlikte değerlendirilerek, büyük ölçüde su tasarrufu sağlanabilmektedir. Burada temel ilke, sanal su akışının, yüksek su verimliliği olan ülkelere düşük verimliliğe sahip olanlara yapılmasıdır. Örneğin, Meksika mısır, buğday ve sorgumu ABD'den ithal ederek 7,1 km³/yıl su transferi yapmaktadır. İthal edilen ürünlerin Meksika'nın kendi su kaynakları ile üretilmesi durumunda 15,6 km³/yıl gerekmektedir. Küresel perspektiften bakıldığında, ABD'den Meksika'ya tahıl ticareti ile 8,5 km³/yıl su tasarrufu sağlanmaktadır (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

Su tasarrufu açısından diğer önemli bir nokta, tarımsal üretimde "mavi su" yerine "yeşil su" kullanımıdır. Mavi su kullanımı, su kaynaklarının geliştirilmesi ile sulama şebekesi altyapısının oluşturulmasını gerektirir. Bu nedenle, ilk yatırım ve işletme-bakım giderleri ile daha yüksek maliyetlerle üretim yapılabilir.

Buna karşılık, doğal yağışla toprakta tutulan su ile bitki su gereksiniminin karşılandığı yeşil su kullanımında, özellikle küresel olarak büyük miktarlarda tüketilen tahıllarda daha düşük maliyetle yüksek verimler alınabilmektedir. Ayrıca, yeşil su ile tarımsal üretimin yapılabildiği ülkelerde referans evapotranspirasyon daha düşük olduğu için, üretim süreçlerinde kullanılan su miktarı daha az olmaktadır.

Buna tipik bir örnek, ABD'de mısır kuşağının bulunduğu bölgedeki Ogallala akiferinin sulama amacıyla kullanımının kısıtlanması ve yeşil su ile mısır üretimine öncelik verilmesidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası ticaret teorisine göre, serbest pazar ekonomisinin hakim olduğu dünyada, doğal kaynakları kısıtlı olan ülkeler, fazla olan ülkelere üretilen malların ticareti ile bu kaynaklardan yararlanabilmektedir. Su kaynakları kısıtlı olan ülkeler, üretim süreçlerinde fazla su gerektiren (su yoğun) ürünleri ithal edip, az su gerektiren ürünleri ihraç edebilirler. Böylece sanal su ithalatı, ülkenin kısıtlı kendi su kaynakları üzerindeki baskıyı hafifletir.

Sanal su, alternatif bir kaynak olarak düşünülmeli, ülkesel ve bölgesel su kaynakları yönetim politikaları, uluslar ve bölgelerarası sanal su akışı ile birlikte değerlendirilmelidir. Bu yönüyle sanal su, su tasarrufu ve gıda güvenliği konularında önemli bir öge olarak ele alınmaya başlanmıştır.

"Bütüncül (entegre) Su Kaynakları Yönetimi", su, toprak ve diğer kaynakların, yaşamsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini bozmadan, ekonomik ve sosyal gönenci maksimize etmek için geliştirilip yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bütüncül yönetim yaklaşımı,

su kaynakları kısıtlı olan coğrafi bölge, ülke, ülke içi bölgelerin üretim süreçlerinde çevresel etkilerin daha dikkatli göz önüne alınmasını gerektirmektedir.

Sanal su transferi ile, su kaynaklarının bütüncül yönetiminin uygulamaya aktarılması daha kolay olmakta ve havzalarda kirliliğin önlenmesine katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Allan, J.A., 1994. Overall perspectives on countries and regions. In: Rogers, P., Lydon, P. (Eds.), *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pages 65-100

Anaç, S., 2008. Küresel İklim Değişimi ve Kuraklık Yönetiminde İnovatif Yaklaşımlar, Forum İstanbul 2008, Türkiye'nin İstikrar ve Büyüme Hamlesi, Yarının Kurulması Hedef 2023, İstanbul.

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2003. Virtual Water Flows Between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products, *Value of Water Research Report Series No: 13*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, pages 198.

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2004. Water Footprints of Nations, Volume 1: Main Reports, *Value of Water Research Report Series No: 16*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, pages 80.

Ekosistemler üzerinde çok ciddi olumsuz etkiler yaratan "Havzalararası Su Transferi" yerine sanal su transferi seçeneğinin uygulanması, ekosistemlerin korunması ve havza kirliliğini önleme açısından da büyük önem taşımaktadır.

FAO, 2003. *Review of Global Agricultural Water Use Per Country, Irrigation Water Withdrawal, Food and Agricultural Organization of the United Nations*, Rome, Italy.

Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2002. Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade, *Value of Water Research Report Series No: 11*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, pages 116.

Haddadin, M.J., 2003. Exogenous Water: A Conduit to Globalization of Water Resources, In: *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Hoekstra, A.Y. Ed., *Value of Water Research Report Series, No: 12*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, pages 244.

Velasquez, E., 2007. Water Trade in Andalusia, *Virtual Water: An Alternative Way to Manage Water Use*, Ecological Economics, Elsevier Science Pubs, pages 201-208.