



Küçük Menderes Havzası Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği

Yavuz ŞAHİN*

Devlet Su İşleri 2. Bölge Müdürlüğü, İzmir

yavuzsahin@iyte.edu.tr ORCID: 0000-0002-5053-5770, Tel: (232) 435 51 00 (1401)

Alper BABA

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

alperbaba@iyte.edu.tr ORCID: 0000-0002-5053-5770, Tel: (232)750 68 07

Gökmen TAYFUR

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

gokmentayfur@iyte.edu.tr ORCID: 0000-0002-5053-5770, Tel: (232)750 68 15

Geliş:13.07.2018, Kabul Tarihi: 25.08.2018

Öz

Türkiye'nin batısında yer alan Küçük Menderes Havzası, tarımsal faaliyetin yoğun olduğu verimli topraklara ve ürün çeşitliliğine sahiptir. Havzada son otuz yıldır yeraltı suyu seviyesinde ciddi bir düşme gözlemlenmektedir. Bunun sebebi yoğun tarımsal sulama, hayvancılık ve sanayileşmenin getirdiği etkilerdir. Günümüzde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yörede su kaynaklarının etkin kullanımına yönelik çalışmaları hız kazanmıştır. Pek çok baraj (Beydağ, Uladı, Aktaş vb.), regülatör ve basınçlı sulama şebekeleri döşenmesi çalışmaları devam etmekte yahut planlanmaktadır. Ancak, yeraltı suyu tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Mevcut durum da halk sulamasının %91,8 yeraltı suyundan karşılanmaktadır. Ancak, bu oran 2020'de % 66,7'ye düşürülmesi ve kalan diğer sulamanın (%28,9) DSİ tarafından yüzeysel sularla yapılması planlanmıştır. Bununla birlikte, havzadaki yüzeysel su kaynakların daha aktif ve verimli kullanılması için, alandaki yüzeysel su kaynaklarını kirleten unsurlarında minimize edilmesi gerekmektedir.

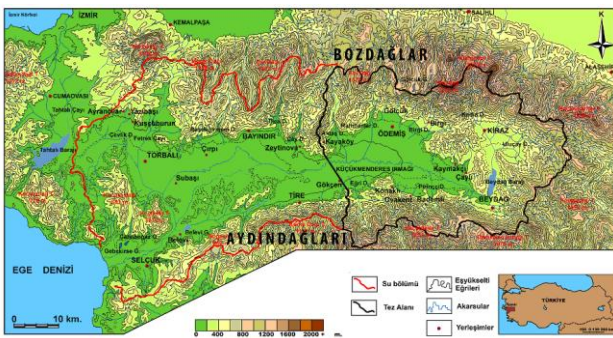
Anahtar kelimeler: yeraltı suyu, yüzeysuyu, baraj, sulama.

* Yazışmaların yapılacağı yazar

Giriş

Geçen yüzyılda su yönetiminde yaşanan deneyimlere istinaden atılan belirgin adımlara rağmen, pek çok konu halen bilim dünyasının ilgisini çekmektedir. Küresel ısınma, artan nüfus popülasyonuna bağlı olarak artan içme ve kullanma suyuna talep doğrultusunda su kaynaklarının yönetimi önem arz etmektedir. Bunun için geçmişte ve günümüzde pek çok çalışma değişen koşullara bağlı olarak yapılmış ve yapılamaya devam etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Küçük Menderes Havzasının su kaynaklarının yönetimi ile ilgili bir dizi önerilerde bulunmaktadır. Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesinde yer alan Küçük Menderes Havzası, Batı Anadolu'da yer alan ve uzun eksenli doğu-batı gidişli bir çöküntü havzası niteliğindedir. Küçük Menderes Havzası Batı Anadolu'da, Bozdağlar (2158 m) ve Aydınadağları (1831 m) arasında, D-B doğrultulu yapısal kontrollü bir grabendir (Şekil 1). Küçük Menderes nehri ve kolları çevredeki yüksek kütlelerin yamaçlarından taşıdıkları sedimentleri grabende biriktirerek D-B doğrultulu genişçe bir alüvyonal düzlük oluşturmuştur (Muslu, 2005). Ovayı geçen Küçük Menderes Nehri 114 km uzunlukta olup, 3.500 km²'lik beslenme alanına sahiptir (Yagbasan, 2016). Bu çalışmanın amacı ise tarımsal anlamda çok verimli arazilere sahip olan Küçük Menderes Havzasının (KMH) su kaynaklarının mevcut durumu ve bu kaynaklara etki eden faktörler irdelenmiştir.



Şekil 1. Küçük Menderes Havzası (Vardar, 2013)

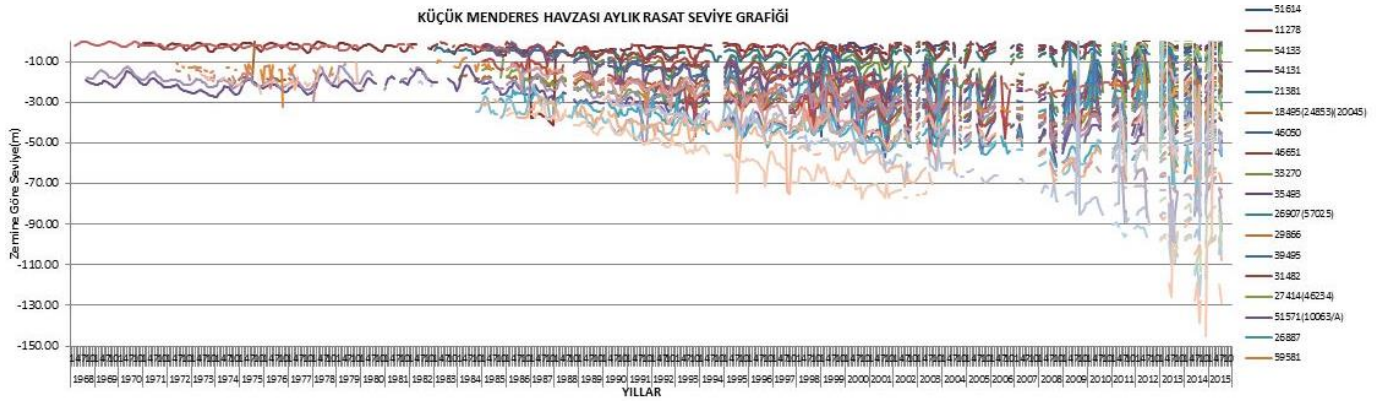
Materyal ve Yöntem

Küçük Menderes Havzasının Su Durumu

Küçük Menderes havzasının en önemli akarsuyu Küçük Menderes Nehri ve yan kolları olan Fetrek Çayı, Uladı Deresi, Ilıca Deresi, Değirmen Dere, Aktaş Deresi, Rahmanlar Deresi, Pirinççi Deresi, Yuvalı Dere, Ceriközkaya Deresi, Eğridere, Birgi Çayı, Çevlik Çayı ve Keles Çayı'dır. Küçük Menderes Nehri'nin denize döküldüğü yere yakın Belevi ve Selçuk bölgelerinde yaklaşık 1500 ha alanı kaplayan üç adet göl (Belevi Gölü, Barutçu Gölü ve Gebekirse Gölü)ve bir adet bataklık bulunmaktadır. Havzada yer alan ve düz kesimleri oluşturan kırıntılı birimler (alüvyonel akiferler) verimli akiferlerdir. Küçük Menderes Havzasında farklı tarihlerde alüvyon akiferin yeraltı suyu rezervi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan su bütçesi ile ilgili çalışmalarda alanın yeraltı suyu rezervinin 130 ile 231milyon m³/yıl arasında değiştiğine yer verilmiştir (DSİ, 1973; Yazıcıgil ve diğ., 2000). Alüvyonel akiferler içinde, DSİ Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Belediyeler ve şahıslar tarafından değişik amaçlarla açtırılmış çok sayıda (10000'denfazla)kuyu bulunmaktadır. Bölgedeki kırsal bölgelerinin içme suyu yeraltı suyundan sağlanmaktadır. Alanda açılan kuyuların önemli bir kısmı da sulamada kullanılmaktadır. Küçük Menderes Havzasında sulanabilir alan ise 132.500 ha'dır. Küçük Menderes havzasında tarımsal su tüketimlerinin yoğun olarak yeraltından karşılanması, yeraltı suyu seviyelerinde önemli ölçüde düşüşlere neden olmuştur. DSİ tarafında KMH yaklaşık 100 adet rasat kuyu bulunmaktadır (Tablo 1). Bu rasat kuyularından yağışlı ve kurak dönemlerde su seviyesi ölçülmektedir. Elde edilen verilere göre alanda yıllar bazında ciddi düşüşler gözlenmiştir (Şekil 2).Bu düşüşler alanın sürdürülebilirliği için ciddi risk oluşturmuştur. Önümüzdeki yıllarda daha kötü sonuçlarla karşılaşmamak için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından havzada pek çok baraj ve gölet projesi hayata geçirilmiştir. Yeraltı suları dışında havzada 6 adet baraj bulunmakta veya inşaat halindedir. Bu

barajların toplam aktif depolama hacimleri kapasiteleri ise 382,38 hm³'tür. Geliştirilen projeler ile yüzeysel sulardan yararlanılarak yeraltı su seviyesinden kuyular vasıtasıyla yapılan tarımsal su tüketiminin azaltılması düşünülmektedir. Tarım ile birlikte hayvancılık faaliyetleri de özellikle yer altı suyu kaynaklarının düşmesine sebep olmaktadır. Havzada su tüketimini daha bilinçli ve kontrollü

yapılabilmesi son derece önemlidir. Yapılan araştırmalarda hem hayvancılık hem de tarımsal faaliyetlerin su kaynaklarını ciddi anlamda kirlettiği görülmektedir. Hem yeraltı suyu hem de yüzeysel kaynaklarının sürdürülebilirliği amacı ile alandaki kirleticilerin minimize edilmesi gerekmektedir.



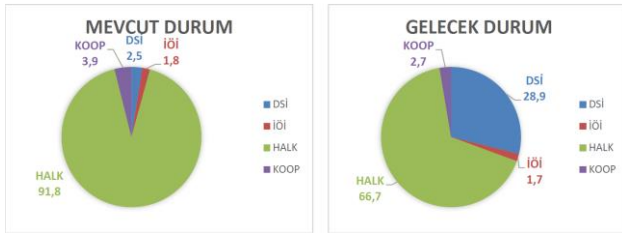
Şekil 2. Yeraltı suyu seviyeleri yıllara göre değişimi (DSİ, 2017)

Tablo 1. YAS seviye ölçümleri (Eylül 2015- Nisan 2016)

YÜS Havza No ve Adı	Alt Havza No ve Adı	YAS alt Havza No ve Adı	Kuyu No	Koordinatlar		YAS Seviye Ölçümleri (m)		Düşüm Farkı	Kuyu Yeri
				X	Y	Eylül 2015	Nisan 2016		
06-1 Küçük Menderes Nehri	06-1-1 Kiraz	1	621088	4229819	55,58	46,65	8,93	İğdeli köyü/Seki Mahallesi	
		2	615674	4232227	65,15	28,47	36,68	Çayağazı(Yukarı Mahalle)/Merkez	
		3	617513	4233993	34,53	13,52	21,01	Çayağazı köyü/Tekke mah.	
		4	610650	4232345	8,22	7,55	0,67	Çömlekçi/Sergiyeri mah.	
		5	604448	4233522	10,9	6,0	4,9	Ceritler mah./Kiraz	
		6	599997	4239636	13,77	11,07	2,7	Dokuzlar Köyü	
		7	606908	4230491	31,53	17,46	14,07	Semsiler Köyü	
		8	609793	4229768	32,13	26,33	5,8	Hanyıkı mah./Kiraz	
		9	613838	4226684	28,62	15,52	13,1	Haliller köyü	
		10	614284	4224051	17,12	14,03	3,09	Mersindere merkez	
06-1-2 Odemiş Tire	06-1-2 Odemiş Tire	11	617313	4225728	55,64	52,5	3,14	Tirmilü/Avcılar	
		12	601291	4233586	11,3	9,75	1,55	Gedik köyü	
		13	605575	4229714	26,45	19,0	7,45	Arkaçılar köyü	
		14	606447	4225217	9,8	7,5	2,3	Karaman Köyü	
		15	608407	4220626	26	20,04	5,96	Bakırköy	
		16	606751	4217239	17,43	11,47	5,96	Beydağ/Merkez	
		17	598815	4221690	18,25	14,42	3,83	Dutdibi mah./Çayeli	
		18	593926	4217613	11,16	8,75	2,41	Bademli	
		19	588970	4223753	47,11	45,5	1,61	Tire-Odemiş yolu	
		20	594707	4233762	36,5	38,83	2,33	Uçkonak köyü	
06-1-3 Bayındır Torbalı	06-1-3 Bayındır Torbalı	21	583546	4241562	32,51	22,41	10,1	Çobanlar köyü/Aİtnova	
		22	572688	4230640	56,8	40,85	15,95	Odemişköy/Merkez	
		23	583233	4226604	47,33	42,78	4,55	Karaova köyü	
		24	578538	4228504	48,26	40,8	7,46	Seyreklı köyü/Odemiş	
		25	571926	4219026	40,66	39,18	1,48	Kireli Köyü/Tire	
		26	561421	4216380	48,59	31,66	16,93	İbni Melek mah.-Tire	
		27	561915	4219159	70,73	70,69	0,04	Tire Sanayi Sitesi	
		28	551865	4220451	25,53	17,84	7,69	Mahmutlar köyü	
		29	545616	4219440	29	19,28	9,72	İzmir-Odemiş yolu	
		30	532550	4232169	18,3	16,27	2,03		
06-1-4 Selçuk	06-1-4 Selçuk	82	528014	4223198	26	19,07	6,93	Özbey	
		83	530298	4217781	15,72	8	7,72	Ahmetli-Torbalı	
		84	537897	4210962	10,1	5,33	4,77	Belevi	
		85	543910	4207617	33,44	27,16	6,28	Halkapınar	
		86	536035	4206000	6,84	3,8	3,04	İzmir-Selçuk yolu	
		87	533327	4205847	5,4	2,35	3,05	İzmir-Selçuk yolu	
		88	529330	4203695	2,96	0,97	1,99	Barutçu köyü	
		89	524796	4205966	12,15	Dolgu		Zeytinköy	
		96	535182	4201623	13,28	12,03	1,25	Şirinçe yolu	
		97	538805	4199861	8,58	3,36	5,22	Şirinçe yolu	
98	536680	4199142	2,27	1,8	0,47	Şirinçe			
99	533804	4199076	45,45	42,68	2,77	Selçuk			
100	530866	4202290	3,78	1,1	2,68	Küme evler/Selçuk			
101	532053	4197074	7,6	4,44	3,16	Acarlar köyü			

Havzada Su Kaynaklarının Kullanımı

Havzada DSİ, sulama kooperatifleri, özel işletmeler ve halk sulamaları olmak üzere 4 (dört) kesim tarafından sulama yapılmaktadır (Şekil 3). Mevcut durumu da halk tarafından sulama %91,8 oranındadır. Ancak, bu oran gelecekte % 66,7'ye düşürülmesi ve diğer önemli bir kısmı (%28,9) DSİ tarafından yapılması planlanmıştır. Mevcut durumda tarımsal sulamanın %92,7'siyeraltı suyu ile yapılmaktadır. Yıllık yeraltı suyu tüketimi 896.15hm³'tür (Tablo 2). Tablo 3'de gelecekte (2015-2020), DSİ'nin yapacağı projeler (Aktaş, Burgaz ve Rahmanlar Barajları) ile sulamada yeraltı suyu tüketiminin %67,6 düşürülmesi planlanmıştır. Ayrıca, etkin bir sulama yönetimi ile toplam su tüketiminde de bir azalma beklenmektedir.



Şekil 3. Tarımsal sulama oranları (DSİ, 2016)

Tablo 2. Küçük Menderes Havzası mevcut durumda (2016 yılında) sulama sahaları ve su tüketimleri (DSİ, 2016)

KÜÇÜK MENDERES HAVZASI SULAMA SAHALARI (MEVCUT)			
SULAMA TİPİ	ALAN (ha)	YÜZDE	SU TÜKETİMİ (hm ³)
DSİ YÜS	3257.60	2.5%	26.34
İÖİ YÜS	1904.40	1.5%	13.99
İÖİ YAS	392.27	0.3%	1.62
HALK YÜS	3482.55	2.7%	26.63
HALK YAS	115980.21	89.1%	864.96
KOOPERATİF YÜS	882.50	0.7%	5.48
KOOPERATİF YAS	4220.12	3.2%	29.57
TOPLAM YÜS	9527.05	7.3%	72.43
TOPLAM YAS	120592.59	92.7%	896.15
TOPLAM	130119.64	100%	968.58

Tablo 3. Küçük Menderes Havzası gelecek durumda sulama sahaları ve su tüketimleri (DSİ, 2016)

KÜÇÜK MENDERES HAVZASI SULAMA SAHALARI (GELECEK DURUM)			
SULAMA TİPİ	ALAN (ha)	YÜZDE	SU İHTİYACI (hm ³)
DSİ YÜS	38266.90	28.9%	186.40
İÖİ YÜS	1883.67	1.4%	11.26
İÖİ YAS	392.27	0.3%	1.55
HALK YÜS	1985.63	1.5%	14.06
HALK YAS	86455.50	65.2%	679.29
KOOPERATİF YÜS	789.01	0.6%	4.90
KOOPERATİF YAS	2736.40	2.1%	16.38
TOPLAM YÜS	42925.21	32.4%	216.62
TOPLAM YAS	89584.17	67.6%	697.22
TOPLAM	132509.38	100%	913.84

Havzada hem yoğun tarım, hem yoğun hayvancılık hem de düzensiz yapılaşma nedeniyle yeraltı suyu potansiyeli hem kalite hemde miktar olarak ciddi riskler altındadır. Yıllar geçtikçe tahsis miktarlarındaki artışla beraber fiili tüketim; havzaya düşen yağışlardan sızan sularla birlikte yeraltı suyunu besleyebilecek su miktarının çok üzerindedir. Tablo 4'de DSİ tarafından havzada tahsis edilen toplam fiili tüketim miktarı sunulmuştur.

Tablo 4. Küçük Menderes Havzası yeraltı su potansiyelleri (DSİ, 2016)

Alt Havza No ve Adı	YAS Alt Havza No ve Adı	Akifer Adı	YAS Beslenimi	Yıllık Emniyetli YAS Verimi	Tahsis	Toplam Fiili Tüketim
06-1 Küçük Menderes	06-1-1 Kırız	Kırız	30	24	7.89	34.99
	06-1-2 Ödemiş Tire	Ödemiş Tire	104	83	65.48	278.23
	06-1-3 Bayındır Torbalı	Bayındır Torbalı	177	141.5	81.82	448.12
	06-1-4 Selçuk	Selçuk	50.5	40.5	16.94	41.04
	TOPLAM (1)			361.5	289	172.13

Küçük Menderes Havzası Mutasavver Sulama Projeleri

Havzada son yıllarda Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletmeye açılmış ya da inşaatı devam eden pek çok proje bulunmaktadır. Bunlardan sulama alanı en büyük olan baraj projeleri Tablo 5'te verilmiştir. Bu projelerle yeraltı suyu tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir.

Tablo 5. Küçük Menderes Havzası Planlanan Sulama Projeleri (DSİ., 2016)

SULAMA ADI	BRÜT ALAN (HA)	NET ALAN (HA)	SSİ (M ³ /HA)
BEYDAĞ BARAJI SULAMASI	19650	17604	8872,10
BURGAZ (ZEYTİNOVA) BARAJI SULAMASI	3568	3115	5456,07
ULADI BARAJI SULAMASI	2680	2340	5926,92
ERGENLİ BARAJI SULAMASI	3047	2660	6185,61
RAHMANLAR BARAJI SULAMASI	1494	1345	4821,10
ÖDEMİŞ AKTAŞ BARAJI SULAMASI	1538	1384	5811,50
BADEMLİ BARAJI SULAMASI	1048	915	6016,05
TOPLAM	33025	29363	

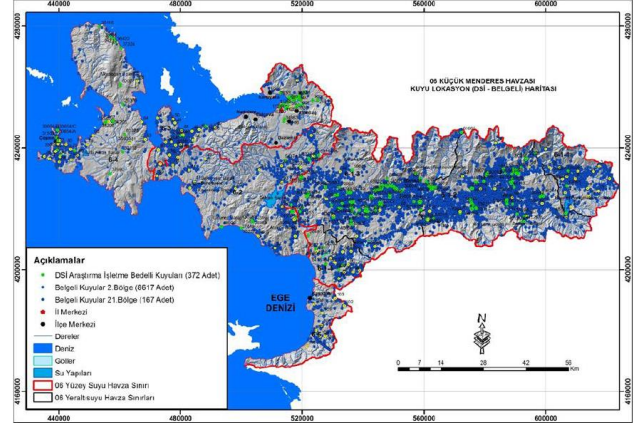
SSİ= Sulama suyu ihtiyacı

DSİ ve YAS Kullanma Belgeli Sondaj Kuyuları

Küçük Menderes Havzası'nda DSİ tarafından açılan sondaj kuyuları haricinde, yöre sakinleri tarafından da YAS Kullanma Belgeli çok sayıda sondaj kuyusu açılmıştır. Bu kuyulara ilişkin veriler Tablo 6 ve dağılımlarına ilişkin veriler ise Şekil 4'te sunulmuştur. Ancak, alanda belgesiz olan binlerce kuyu bulunmaktadır.

Tablo 6. Küçük Menderes Havzası DSİ ve YAS kullanma belgeli sondaj kuyuların tablosu (DSİ., 2016)

Yüzey Suyu Havza ve Adı	Alt No	YAS Alt Havza No ve Adı	DSİ Kuyuları		YAS Kullanma Belgeli Kuyular		Toplam
			2. Bölge	21. Bölge	2. Bölge	21. Bölge	
06_1 Küçük Menderes Nehri	06_1_1	Kiraz	6		768		774
	06_1_2	Ödemiş-Tire	81		2874		2955
	06_1_3	Bayındır-Torbalı	149		2459		2608
	06_1_4	Selçuk	10		397		407



Şekil 4. DSİ ve YAS kullanma belgeli sondaj kuyularının lokasyon haritası (DSİ., 2016)

DSİ tarafından kurak (Eylül/2015) ve yağışlı (Nisan/2016) dönemlerde yeraltı suyu (YAS) seviye ölçümleri alınarak hidrojeolojik yönden gerekli değerlendirmeler yapılmış, uygun akiferlerin yağışlı ve kurak dönemlerine ilişkin YAS seviye eğrileri haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen verilere göre, Küçük Menderes Havzasında yer alan jeolojik formasyonlardan yağışlardan süzülme yoluyla hesaplanan YAS bilançosu aşağıda Tablo 7'da verilmiştir. Tablo 6'da da görüldüğü gibi Küçük Menderes havzalarında sondaj kuyularından fiili çekimler, yıllık emniyetli YAS rezervini aşmış durumdadır.

Tablo 7. Küçük Menderes Havzası alt havza YAS bilançoları (DSİ., 2016)

Alt Havza No ve Adı	YAS Alt Havza No ve Adı	Akifer Adı	YAS Beslenimi	Yıllık Emniyetli YAS Verimi (1)	Tahsis	Fiili Tüketimler (hm ³ /yıl)						Akifer Kalan Su Miktarı (1-2)
						İçli Yas Sul.	Halk Sulaması	Kooperatif Sulaması	Kentsel	Sanayi	Toplam Fiili Tüketim (2)	
06-1 Küçük Menderes	06-1-1 Kiraz	Kiraz	30	24	7,89	-	33,4	-	1,59	-	34,99	-10,99
	06-1-2 Ödemiş-Tire	Ödemiş-Tire	104	83	65,48	-	252,22	12,96	12,39	0,66	278,23	-195,23
	06-1-3 Bayındır-Torbalı	Bayındır-Torbalı	177	141,5	81,82	-	409,29	12,46	12,37	14	448,12	-306,62
	06-1-4 Selçuk	Selçuk	50,5	40,5	16,94	-	35,14	3,26	2,64	-	41,04	-0,54
TOPLAM (1)			361,5	289	172,13	-	730,05	28,68	28,99	14,66	802,38	-513,38

Son yıllarda aşırı çekim ve iklim değişiminin bir sonucu olarak kuyulardaki su seviyeleri ciddi anlamda düşmüştür. Bu nedenle, DSİ alanda yeraltı suyu depolanmasına yönelik bir dizi araştırma yapmaktadır. DSİ Gökçen (Tire) sahasında yeraltı suyu beslenmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. DSİ tarafından Küçük Menderes Havzasında yapılan yer altı suyu depolama çalışmaları

Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Kirlilik Yükleri

Bölgede yapılan tarımsal eğitim çalışmalarında çiftçilerin uygulaması gereken gübrenin çok daha fazlasını uyguladıkları görülmüştür. Özellikle sebze üreticilerinin hastalık ve zararlılara karşı tehlike arz eden ilaçlar kullandığı öğrenilmiştir. Bu uygulamalar ile 50 yılı aşkın ilaçların toprakta kaldığı, fazla azotlu fosforlu gübrelemelerle insana, ağaca, toprağa olan zararların yanında, yüzey ve yeraltı sularında ötrafikasyona sebep olarak canlıların yaşama alanları azalmaktadır. Doğru zamanda doğru gübre ve ilaç uygulaması yapılmaması doğal kaynakların yok olmasına ve geri dönüşü olmayan kirlenmelere neden olmaktadır. Tarım yapılan alanların diğer bir sorunu da, toprakları organik madde oranlarının çok düşük oluşudur. Organik maddenin düşük oluşunun sebeplerinin başında tarımın dört mevsim aralıksız yapılması münavebe yapılmadan toprağın dinlendirilmemesi topraklara hayvan gübresi uygulamasının az oluşu ve yanlış gübreler ile topraktaki element değerleri devamlı düşüşe uğramaktadır. Her geçen gün tarım alanlarının veriminin düşmesinin sebepleri bu uygulamaların yanlış zamanda yanlış oranda olmasıdır. Yapılan incelemelerde havzada yıllar itibariyle ekilebilir tarım alanlarında kullanılan pestisit miktarlarında %1-2 artış olduğu saptanmıştır.

Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Kirlilik Yükleri

Türkiye’de hayvancılık halen yaygın sektördür. Havzada hayvancılık önemli bir faaliyet alanı olup, İzmir İli’ndeki sığırların %75,3’üne, koyunların %37,7’sine, keçilerin %24,3’üne, tavukların %35,5’ine, arı kovanlarının %36,8’ine sahiptir. Özellikle Ödemiş ve Tire İlçeleri büyük ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği ve süt ürünleri işlemede önemli paya sahiptir. Ayrıca, Tire Süt Kooperatifi süt ve ürünleri işlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Tavukçulukta Torbalı ve Tire ilçeleri öne çıkarken, keçi yetiştiriciliğinde Menderes, arıcılıkta ise Ödemiş ilçesi önemlidir (İBŞ, 2017). Hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların bir bölümü, tarımda gübre olarak kullanılmakta; geri kalan kısmı ise sağlıklı şartlarda açıkta depolarda biriktirilmekte ve/veya en yakın araziye dökülmektedir. Dolayısıyla, hayvan atıklarından kaynaklanan yayılı azot ve fosfor yükleri de havzaya gelen önemli kirlenici kaynaklardır. Hayvancılıktan gelen kirlenici yükün yoğun olarak Küçük Menderes Nehri etrafındaki ilçelerden kaynaklandığı görülmektedir. Nehir etrafındaki ilçelere bakıldığında, otlaklar, tarım için elverişli olmayan, sarp ve eğimli arazilerde, ovalık alanda ise tarım dışı engebeli alanlar üzerinde bulunmaktadır. Özellikle, Ödemiş’te çayır mera alanlarının geniş yer tutması nedeniyle hayvancılık önemini arttırmıştır. Buna bağlı olarak havza genelinde Ödemiş ilçesinin en yüksek kirlenici yükü içerdiği görülmektedir.

Sonuçlar ve Tartışma

Küçük Menderes Havzasının geniş tarım arazilerine sahip olması, yaygın hayvancılık faaliyetlerinin bulunması su kaynaklarına olan gereksinimi artırmaktadır. Ancak, kontrolsüz su çekimi, bilinçsiz yapılaşma, yoğun hayvancılık ve bilinçsiz tarım uygulamalarının su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle Küçük Menderes Nehri ve bunun çevresinde bulunan kuyular kirlilik riski ile karşı karşıyadır. Havzada bilinçsiz tarım uygulamaları yüzeysel ve yeraltı suyu kaynaklarının ciddi oranda kalitesini etkilemektedir. Yoğun hayvancılığın su kaynaklarına etkisi yeterince irdelenmemiştir. Havzadaki sanayi yükü ve bunun yeraltı suyu kaynaklarına etkisi değerlendirilmemiştir. Bu nedenle; Küçük Menderes Havzasındaki yerleşim yerlerindeki su kaynaklarının korunabilmesi ve sürdürülebilirliği için; yasal olmayan yeraltı suyu kullanımının engellenmesi, su sağlayan birimlerin özellikleri ve bu birimlerin (akiferlerin) hidrolik parametrelerinin belirlenmesi, akiferleri etkileyen doğal ve insan kaynaklı faktörlerin belirlenmesi, yerleşim yerlerine su sağlayan kuyuların bulunduğu kesimlerin hidrojeolojik raporların hazırlanması, akifere beslenimi arttıracak yöntemlerin geliştirilmesi son derece önemlidir. Havzada özellikle, çekimlerden dolayı YAS seviyesinde sürekli düşümler görülmekte ve yağışlar çekimleri karşılayamamaktadır. DSİ tarafından onaylanan Küçük Menderes Havzası Havza Su Tüketimleri Nihai Raporu'nda Küçük Menderes Nehri Alt Havzası'nda fiili yeraltı suyu tüketimleri toplamı 802,38 hm³/yıl olup, Master Plan kapsamından hesaplanan yıllık emniyetli YAS rezervinin (289 hm³/yıl) 2,8 katı kadardır. Küçük Menderes Nehri Alt Havzası'nda özellikle fiili tüketimlerin fazlalığı dikkate alındığında yeni tahsislerin yapılması uygun görülmektedir.

Kaynaklar

- DSİ., 1973. "Küçük Menderes ovası hidrojeolojiktüd raporu [Hydrogeological investigation report for Küçük Menderes plain] " (in Turkish).Ankara: DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısu Dairesi Başkanlığı.
- DSİ.,2016. "Küçük Menderes Havzası Master Plan Raporu" Ankara: DSİ Genel Müdürlüğü, Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı.
- İBŞ, 2017.Küçük Menderes Havzası Sürdürülebilir Kalkınma ve Yaşam Stratejisi, İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir
- Muslu, G., 2005. Küçük Menderes Havzası'nın Beşeri ve İktisadi Coğrafyası, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 469s.
- Vardar,S, 2013. Küçük Menderes Havzası Doğu Bölümünün Fiziki Coğrafyası, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış DoktoraTezi, İzmir
- Yagbasan, O.2016. "Impacts of climate change on groundwaterrecharge in Küçük Menderes RiverBasin inWestern Turkey" Geodinamica Acta.
- Yazicigil, H., Doyuran, V., Karahanoglu, N., Yanmaz, M.,Camur, M.Z., Toprak, V., Tuzcu, B. 2000. Investigationand management of groundwater resources in K. MenderesRiver Basin under the scope of revised hydrogeological studies(in Turkish) (Final report, Project no: 98-03-09-01-01).Ankara: Middle East Technical University.

Sustainability of water resources in the Küçük Menderes river basin

Extended abstract

The Küçük Menderes Basin, located to the west of Turkey, has fertile soil and product diversity in which agricultural activity is intensive. Groundwater resources have been used intensively for the agricultural facilities therefore a drastic decline in the level of groundwater has been observed in the basin for the last thirty years. The reasons of this problem are intensive agricultural irrigation, livestock and industrialization. Nowadays; The General Directorate of The State Hydraulic Works speeds up its works in neighbouring. Several dams (Beydağ, Uladı, Aktaş etc.), regulators and pressurized irrigation systems have been working in progress or planning. However, groundwater consumption is increasing day by day. The present situation is also met by 91,8% of the population's groundwater. However, this ratio has been planned to be reduced to 66,7% in 2020 and the remaining water (28,9%) to be made by surface water by DSİ. After all, it should be minimized in the elements that contaminate the surface water resources for more active and efficient use of water resources in the basin.

Artificial recharge of aquifers has been used throughout the world to improve both water quality and quantity for decades. It is defined by Reddy (2008) as an engineering system that is designed to introduce and store water beneath the ground surface. Some examples of benefits that can be achieved via artificial recharge include: effective groundwater management, improving water quality, reducing flood flows, storing stream waters during periods of water surplus, preventing saltwater intrusion, and reclaiming waste water (Lehr 1982; Lee et al. 1992; Phillips 2003). The steps and factors that should be taken into account for locating, designing, and operating artificial recharge projects can be summarized by many as: selecting a suitable location with respect to geology, specifying soil textures in the recharge area, acquisition of sufficient land area, silt control, maintenance of percolation rates, quality of recharged water, degree of necessary prior treatment, etc. (Banks et al. 1954; McWhorter and Brookman 1995; Bouwer 2002). From a hydrogeological point of view, the type of aquifer, the permeability of geologic formations overlying the aquifer, the characteristics

of the unsaturated zone, and the heterogeneity are factors that most affect recharge rate and design of an artificial recharge system (Bouwer 2002; Reddy 2008). Methods of recharging the aquifer artificially can be summarized as: water-spreading methods, direct injection methods, and underground dam construction. In this study, water-spreading methods in conjunction with underground dam construction were applied in the study area to assess recharge potential. Water-spreading methods, where recharge water is allowed to infiltrate down to the water table from natural or man-made depressions, are the most common methods (Phillips 2003). These methods require extensive land areas, permeable surface materials with high vertical permeability, periodic maintenance to prevent clogging, and little or no water pretreatment (Kimrey 1989). On the other hand, high evaporation losses and groundwater vulnerability to surface contamination limit the applicability of these methods (Reddy 2008). Maximizing the infiltration rate beneath the structures, which is closely related to the physical and chemical characteristics of soil and subsurface conditions, is the main concern.

Keywords: groundwater, surfacewater, dam, irrigation