

Sürdürülebilir ve Emniyetli Akifer Verimleri**Sustainable and Safe Aquifer Yields****Hasan YAZICIGİL***Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA***ÖZ**

Günümüzde ekonomik, sosyal ve çevresel maliyetleri en aza indirerek kullanıma uygun mevcut suyu bulmak gittikçe zorlaşmaktadır. Bugün dünya üzerinde ulaşılabilecek su kaynaklarının çoğu geliştirilmiş olup, gelecekteki su yönetimi, mevcut su kaynaklarının verimli bir şekilde değerlendirilmesine bağlı olacaktır. Emniyetli verim kavramı yıllardır hidrojeologlar tarafından akiferlerden istenmeyen sonuçlar yaratmadan yıllık çekilebilecek su miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Son zamanlarda emniyetli verimin gerçekte emniyetli olmadığı anlaşılmış ve sürdürülebilir verim kavramı ortaya atılmıştır. Burada akifer yönetiminin en önemli parametreleri olan emniyetli ve sürdürülebilir verimin ne olduğu anlatılacak ve emniyetli verimin neden sürdürülebilir olmadığı tartışılacaktır.

Yüzeysuyu kaynaklarının yönetiminde uzun zamandan beri kullanılan verim, belirlenen bir zaman aralığı içinde bir rezervuardan alınabilecek su miktarını ifade eder. Kullanılan zaman aralığı rezervuarın büyüklüğüne göre günlük'den birçok yıla kadar değişebilir. Ayrıca, beslenme değerlerine bağlı olduğu için olasılık hesapları içerir.

Emniyetli verim kavramı ilk defa 1915 yılında Lee tarafından "Reservde tehlikeli bir azalmaya neden olmadan düzenli ve sürekli çekilebilecek su miktarı." olarak tanımlanmıştır. Daha sonra 1920 yılında Meinzer "Bir akiferden insani kullanım amacıyla çekilebilecek su miktarının ekonomik olmayacak değerleri aşmaması" şeklinde tanımlanmıştır. Emniyetli verim kavramı 1946 yılında Conkling tarafından "Çekilebilecek su miktarının su kalitesini bozmaması", 1953 yılında Banks tarafından "Çekilecek su miktarının mevcut su haklarını ihlal etmemesi" ve 1959 yılında Todd tarafından "Bir akiferden istenmeyen bir sonuç yaratmadan çekilebilecek yıllık su miktarı" olarak tanımlanmıştır. Böylelikle, geleneksel olarak, emniyetli verim her sene çekilen yeraltısuyu miktarıyla yıllık beslenme miktarı arasında uzun süreli bir denge kurulması ve bunun sürekliliğinin sağlanabilmesi olarak tanımlanabilir. Ancak, ülkemizde de yaygın olarak kullanılan emniyetli verim kavramı ile ilgili bazı sorunların olduğu bilinmektedir. Bunlar; kavramın belirsizliği ve farklı kişiler tarafından farklı yorumlanması, diğer kaynakları (örneğin yüzeysuları ve yeraltısularına bağımlı ekosistemleri) ve onlarla olan ilişkileri gözardı etmesi, bazen su hakları ile karıştırılması, ve havza şartlarındaki olası değişikliklerin (bitki örtüsü, arazi kullanımı, şehirleşme, çekim kuyularının yerleri, yeni su kaynaklarının sağlanması veya iklimsel değişimler) yeni bir verim hesabı gerektirmesi şeklinde sıralanabilir.

Sürdürülebilir gelişim 1980'lerin başında kaynak kullanımını kısıtlayarak, bu kaynakların uzun vadede devamını sağlama fikriyle ortaya çıkmıştır. Çevre ve gelişim üzerine kurulan dünya komisyonu (Brundtland Komisyonu, 1987) sürdürülebilir gelişimi "bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak fırsatı ellerinden almadan karşılayan gelişim" şeklinde tanımlamıştır. Dolayısıyla, sürdürülebilir verimi 'gelecek nesilleri ve hidrolojik sistemin tüm bileşenlerini (sadece yeraltısularını değil yüzey sularını da) düşünerek bir akiferden uzun vadede çekilebilecek su miktarı' olarak tanımlayabiliriz. Böylelikle, sürdürülebilir verim yeraltısuları ile yüzey suları sistemlerinin entegre bir şekilde yönetilmesi gerektiğini ortaya koyarak havza yönetimi prensibini benimser, dinamik bir verim kavramı olup zamanla revize edilebilme olanağını sağlar, ve hidrolojik sistemlerin doğal girdileri (yağıştan beslenme) ve akifer parametrelerinin dağılımı rastlansal ve stokastik süreçler olduğu için, kavram doğal olarak olasılık terimleri ile ifade edilmelidir.

Bir akiferden pompajla çekilen suyun 3 kaynağı vardır: (1) Yeraltısuyu sistemine daha fazla suyun girmesi (arttırılan beslenme), (2) Yeraltısuyu sisteminden daha az suyun çıkması (azaltılan boşalım), ve (3) Sistemde depolanan suyun çekilmesi veya bu üçünün bileşimidir. Sürdürülebilir bir yeraltısuyu

gelişimi için rezervden yapılan çekim hızı sıfır olmalı ve pompaj artırılan beslenme ve/veya azaltılan boşalma denk olmalıdır (Bredehoeft ve Diğ., 1982).

Ülkemizde son 20-30 sene içinde akiferlerimizden yapılan aşırı pompaj nedeniyle yeraltısuyu seviyelerinde önemli miktarda düşüş ve buna bağlı olarak rezervlerde azalma gözlenmektedir. Bu akiferlerden biri olan Küçük Menderes Havzası akifer sistemi için emniyetli ve sürdürülebilir verim değerlerini belirlemek üzere ayrıntılı karakterizasyon ve model çalışmaları yapılmıştır (Yazıcıgil ve Diğ., 2000). Sonuçlar halihazırda akiferden yapılan çekimlerin sürdürülebilir verim değerinden 70 hm³/yıl, klasik anlamda tanımlanan emniyetli verim değerinden 30 hm³/yıl daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Akiferden yapılan çekimlerin artarak devam etmesi ise pompaj maliyetlerinin artmasına; mevcut kuyuların daha derin kuyularla değiştirilmesine; ve nehirlere gidecek yeraltısuyu miktarındaki azalmayla bu nehirlerin kirlenmeye açık bir hale gelmelerine neden olacaktır. Bu durumun önlenmesi için havza bazında entegre su yönetimi kavramının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, kişisel sulama yerine sulama kooperatiflerinin teşvik edilmesi, akifere beslenimi artıracak yöntemlerin geliştirilmesi, çekimlerin kontrol altına alınması (kuyulara saat takılması), yıllık su kullanım raporlarının hazırlanması, kontrolsüz ve izinsiz açılan kuyuların yeni yasal düzenlemeler ile önlenmesi, su tüketiminin azaltılması, etkin sulama yöntemlerinin geliştirilmesi, etkin gözlem ve veri toplama ağının oluşturulması, ve halkın eğitilmesi ve karar mekanizmasına katılımlarının sağlanması gerekmektedir.

ABSTRACT

Today it is getting difficult to find abundant supplies of water which are readily available for development at low economic, social and environmental costs. Around the world, most of the easily developable water supplies have been developed, and future water management will depend on obtaining more out of existing supplies in a safe way. Safe yield concept has been used for several decades by hydrogeologists to determine the annual amount of water that can be extracted from an aquifer without creating undesirable consequences. Lately, it is understood that the safe yield is actually not safe and sustainable yield concept is put forth. The safe and sustainable yields, being the most important parameters of aquifer management, will be explained herein, and why safe yield can not be considered as sustainable will be discussed.

Yield concept is used for a long time in the surface water management and it declares the amount of water that can be extracted from a reservoir in a specified time interval. This time interval can change from days to several years depending on the size of the reservoir. Besides, it must be considered in probabilistic terms as it depends on the recharge values.

The concept of safe yield was firstly defined by Lee in 1915 as “the quantity of water that can be pumped regularly and permanently without dangerous depletion of the storage reserve”. Afterwards, in 1920, Meinzer defined safe yield as “the rate at which water can be withdrawn from an aquifer for human use without depleting the supply to such an extent that withdrawal at this rate is no longer economically feasible”. In 1946 Conkling expanded the concept as he defined the safe yield as the amount of water withdrawn should not cause any degradation in water quality, in 1953 Banks included the contravention of existing water rights to the definition, in 1959 Todd broadly defined the safe yield of a groundwater basin as “the amount of water which can be withdrawn from it annually without producing an undesired result”. In this manner, traditionally, safe yield has been defined as the attainment and maintenance of a long-term balance between the amount of groundwater withdrawn annually and the annual amount of recharge. However, there are some problems related to the concept of safe yield which is also used commonly in our country. These problems are the uncertainty of the concept, different interpretation of the concept by different people, the negligence of the other resources (i.e. surface waters and the groundwater dependent ecosystems) and the dependence between them. Moreover, it is often confused with the water rights and the possible changes in the basin conditions (vegetation or land use, urbanisation, location of pumping wells or incorporation of new water supplies or any climatic changes) require calculation of a new yield value.

The sustainable yield, emerged in the early 1980s, centered on the idea of limiting resource use to levels that could be sustained over the long term. The World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission, 1987) defined sustainable development as “development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.”

Therefore, sustainable yield can be defined as “the amount of water which can be withdrawn from an aquifer in the long term by considering the future generations and all of the components of a hydrologic system (not only the groundwaters but surface waters also)”. Thus, sustainable yield concept assimilates the management of the groundwater and surface water resources in an integrated manner by introducing the principle of basinwide management. Besides, it allows revision over time because it is a dynamic yield concept. Furthermore, it should be stated with probabilistic terms as natural inflows of the hydrologic system (i.e., recharge from rainfall) and the distribution of the aquifer parameters are random and stochastic in nature.

Groundwater pumped from an aquifer comes from 3 sources: (1) increased or induced recharge, (2) decreased discharge or capture, and (3) removal of water from groundwater storage or some combinations of these three. For a sustainable groundwater development, the rate of removal of water from storage should be zero and the pumpage must be balanced by the induced recharge and/or decreased discharge (Bredehoeft et al., 1982).

The excessive amount of pumping from the aquifers caused a considerable amount of decrease in the groundwater levels and accordingly in groundwater reserves in the last 20- 30 years in our country. Detailed characterization and modeling studies were carried out for the Küçük Menderes River Basin aquifer system, being one of the depleted aquifers in Turkey, to determine the safe and the sustainable yields (Yazıcıgil et al., 2000). The results showed that the present withdrawal rates from the aquifer exceed the sustainable yield value by 70 hm³/year and the traditionally defined safe yield value by about 30 hm³/year. The continuation of the present annual pumping rates would cause an increase in groundwater pumping costs, replacement of current wells in the excessively dewatered areas with more deeper wells and cessation of baseflow to the streams, making them more vulnerable to contamination. To prevent this situation the integrated water resources management concept should be developed and applied. This would require the encouragement and promotion of irrigation cooperatives instead of private irrigation, development of facilities that will increase recharge to the aquifer, regulation of pumping (water metering on all wells), preparation of annual water use reports, prevention of drilling of uncontrolled and non-permitted wells with new legal arrangements, development of water conservation measures and efficient irrigation schemes, development of efficient monitoring and data acquisition networks, and public education and involvement.

Değinilen Belgeler

- Banks, H.O., 1953, Utilization of underground storage reservoirs, Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 118, 220-234 p.
- Bredehoeft, J.D., Papadopulos, S. S., Cooper, H.H., Jr., 1982, Groundwater: The Water Budget Myth, In: Scientific Basis of Water Resource Management, National Academy Press, Studies in Geophysics, 51-57 p.
- Conkling, H., 1946, Utilization of groundwater storage in stream system development. Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 111, 275- 305 p.
- Lee, C. H., 1915, The determination of safe yield of underground reservoirs of the closed basin type. Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 78, 148-251 p.
- Meinzer, O. E., 1920, Quantitative methods of estimating ground-water supplies. Bulletin, Geological Society of America, Vol. 31, No.2, 329-338 p.
- Todd, D. K., 1959, Groundwater Hydrology, Published by John Wiley, New York, 336 p.
- Yazıcıgil, H., Doyuran, V., Karahanoğlu, N., Yanmaz, M., Çamur, M. Z., Toprak, V., Rojay, B., Yılmaz, K. K., Şakıyan, J., Süzen, L., Yeşilnacar, E., Gündoğdu, A., Pusatlı, T., Tuzcu, B., 2000, Revize Hidrojeolojik Etütler kapsamında Küçük Menderes Havzası Yeraltısularının incelenmesi ve yönetimi projesi. Final Raporu: Cilt 7: Yeraltısuyu akım modeli, Proje No: 98-03-09-01-01. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

