

MÜHENDİSLİK HİDROLOJİSİ AÇISINDAN YERALTISUYU BARAJLARI VE YERALTISUYU BESLEMESİ

Ziyaattin DURMAZ¹ - Hüseyin Sefa HIZLI²
Meteoroloji Mühendisi^{1,2}
TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Başkanı¹
TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Üyesi²
DSİ 20 Bölge Müdürlüğü 202. Şube Müdürlüğü-Gaziantep²

ÖZET

Son yıllarda yaşanan kurak dönemler sebebiyle özellikle nüfus yoğun bölgelerde içme ve kullanım suyu, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde sulama suyu sıkıntısına bir alternatif olarak ortaya çıkan Yeraltısuyu (YAS) Besleme ve Yeraltısuyu Barajı yapıları birbirine benzerlik gösterdikleri gibi yüzey suyu barajlarına (baraj ve göletler) göre bazı farklılıklar göstermektedirler. Bu makalede yeraltı barajları ve yeraltı suyu besleme barajları konusunda kısaca bilgi verilmeye çalışılmıştır.

1. YERALTI BARAJI NEDİR?

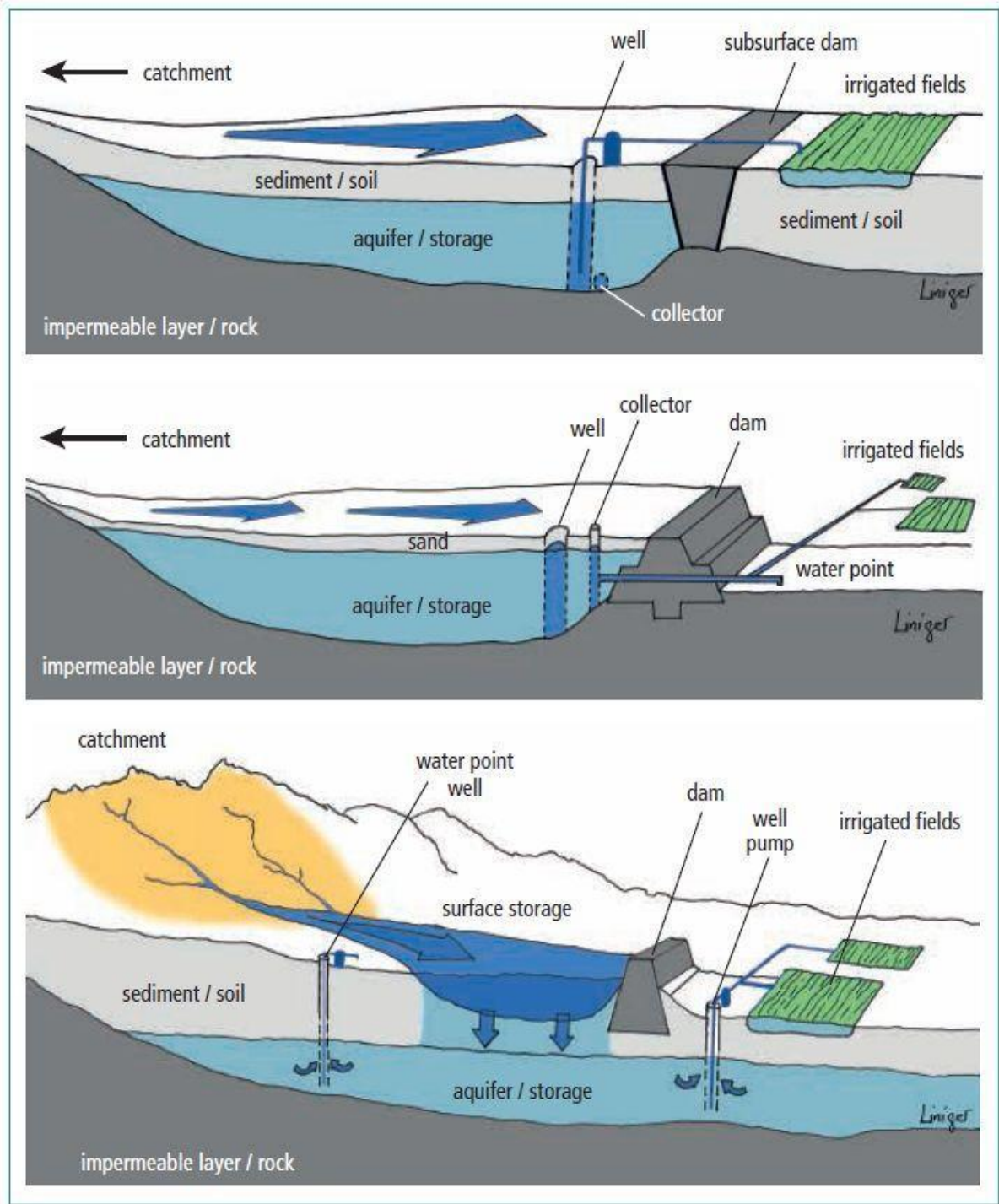
Yeraltı Barajı, genelde gövdesi yeraltında bulunan dere yatağındaki alüvyon içine yerleştirilen bir gövde ile suyun önüne set çekilerek gövde arkasında suyun yeraltında depolanmasını sağlar. *Şekil 1*'de Yeraltı Baraj tipleri şematik olarak verilmiştir. Depolanan su yeraltında, geçirimli/gözenekli tabaka içinde tutulmaktadır. Bu sebeple göl alanında mevcut tarımsal faaliyetlerin veya meraların amacına uygun kullanımının devam edebildiği ancak, depolanan suyun kirletilmemesi (özellikle gübreleme, evsel ve sanayi atıkları ile) kaydıyla kamulaştırma, ağaç kesimi gibi uygulamalara gerek olmaması, dolusavak olmaması (tamamen gömülü olanlarda) veya küçük ölçekli olması gibi sebepler ile yapılması cazip yapılarıdır.

2. YERALTISUYU BESLEME YAPILARI NEDİR?

Yeraltısuyu beslemesi yapıları, akarsu yatağından yüzeyden gelen suyun, istenilen bir bölgede yeraltısuyunu besleme amacıyla suyun önüne bir bent yapılarak suyun doğal yolla veya suni olarak delikli borularla/kuyularla yüzey suyunun yeraltına sızdırılması işlemine Yeraltı Suyu Besleme yapısı denmektedir.

Aslında yüzey suları üzerine yapılan baraj-gölet yapımında da geçirimsiz tabakaya kadar "Sıyırma Kazısı" yapılmaktadır yani gövdelerinin bir kısmı yeraltındadır. Bu sebeple denilebilir ki tüm baraj, gölet gibi depolamalar bir ölçüde yeraltı suyu seviyesini mevsimsel etkilere karşı korumakta ve beslemektedir. Bir akarsu kesitinde ne tip bir yapı yapılacağı önce ihtiyaçların, sonra yapılabilişliklerinin (hidrolojik, teknik, ekonomik ve jeolojik) kapsamlı araştırılması ile ortaya konmaktadır.

Su yapılarından hangisinin daha uygun olduğuna karar verilmesini etkileyen en önemli etkenlerden birisi de Mühendislik Hidrolojisi açısından ele alınıp değerlendirmeler yapılmasıdır.



Şekil 1 (a): Yeraltı depolaması doğal bir geçirimli zeminde, (b) Yeraltı depolaması gövdenin yükseltilmesi ile kum/çakıl birikimi sayesinde yapay geçirimli olması, (c) Yeraltısuyu beslemesi ise göl alanının doğal akifer sisteme bağlantılanması ile çalışmaktadır

3. MÜHENDİSLİK HİDROLOJİSİ AÇISINDAN YERALTISUYU BARAJLARI

Bir akarsu kesitinde ister yer üstü isterse yeraltı depolamasının yapılması için öncelikle ihtiyacın olması gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar, içme suyu, sulama, enerji, taşkın, rusubat ayrı ayrı olabildiği gibi hepsi bir arada da veya çoklu şekillerde de olabilmektedir. Bundan sonra pek çok mühendislik dalının (İnşaat, Meteoroloji, Ziraat, Jeoloji, hidrojeoloji, Jeofizik, Harita

ve Çevre) ortak çalışması ile planlanması yapılmaktadır. Bu mühendislik dalları kendi başına çalışma yaptığı gibi diğer mühendislik dalları ile de ortaklaşa çalışmalar yapması gerekebilir.

Mühendislik Hidrolojisi açısından bakılacak olursa; Projenin yapılacağı bölgede arazi çalışmaları yapılır, meteorolojik ve hidrolojik veriler proje yeri için çalışılarak tesisin su potansiyeli, taşkın tekerrür debileri, su ihtiyaçları ve işletme çalışmaları gibi detaylar ile akarsuyun Mühendislik Hidrolojisi çalışmaları sayesinde akarsuyun hidrolojik rejiminin ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışmalar yerüstü barajları için yapıldığı gibi yeraltı barajları için de aynen yapılmaktadır. Hidrolojik rejim her kesit için özgündür ve planlama çalışmalarında önemli verilerden birisidir.

4. TÜRKİYE'DE YERALTI BARAJLARI VE YERALTISUYU BESLEME BENTLERİNİN GEÇMİŞİ VE GELECEĞİ

Türkiye'de suyun kullanımı ile ilgili kuruluş olan Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından 2020 sonu itibarıyla 19 adet Yeraltısuyu Besleme ve Barajı tamamlanmış olup 2023 yılı sonuna kadar ise 150 adedinin yapılması planlanmaktadır [7].

Türkiye'deki ilk Yeraltısuyu beslemesi olarak yapılan ve işletmeye alınmış tesislerden örnekler *Tablo 1*'de verilmiştir [2].

Tablo 1 DSİ GAP 15. Bölge Müdürlüğüne yapımı tamamlanan Yeraltısuyu Besleme Bendi listesi.(www.dsi.gov.tr)

No	İli	İlçesi	Gölet Adı	İnşaata Başlanan Yıl	İşletmeye Alındığı Yıl
1	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Büyük Cırcıp YAS Besleme Bendi	2013	2015
2	Şanlıurfa	Harran	Cudi YAS Besleme Bendi	2013	2015

Tesislerin yapıldığı Şanlıurfa İli, Ceylanpınar ve Harran İlçelerinde oldukça düşük yağış, buna karşılıkta yüksek buharlaşma değerleri mevcuttur. Havzaları (Cudi 455 km² iken toplam akım 25 hm³/yıl, Büyükcırcıp 1630 km² iken toplam akım 153 hm³/yıl) çok büyük iken buna karşılık yıllık ortalama gelen su çok düşüktür. Havzaları çok büyük olduğundan yüksek sediment ve büyük taşkın tekerrür debileri çıkmaktadır. Bu durum yüksek ölü hacme ve büyük kapasiteli dolusavak ihtiyacına sebep olmaktadır. Yüzey depolaması için arazinin geçirimsiz hale getirilmesi de gerekeceğinden, normal yerüstü barajı çok maliyetli olmaktadır. Ayrıca yapılması planlanan bölgelerde Yeraltısuyu sulaması yapılmaktadır.

Bu örnekteki akarsuların zeminleri ve yan şevleri geçirimli yapıda olduğundan Yeraltısuyu Besleme tesisi yapılması uygun bulunmuştur. Ayrıca bu depolamaların yapıldığı kesitler, Yeraltısuyu sulamalarının yapıldığı bölgeye yakın olması sebebiyle Yeraltısuyu kuyuları sularının seviyesini dengede tutmaya yardımcı olacağı düşünülerek DSİ Planlama Raporlarında uygun görülerek önerilmiştir.

Büyükcırcıp Deresi üzerinde membadaki Akım Gözlem İstasyonunun (AGİ) geçirimi az bazalt bölgede olmasından kaynaklı yüksek verimliyken, mansapta karstik bölgeye inildiğinde karstik boşlukların olması sebebiyle akışlarda memba mansap ilişkisi yüzey akış açısından Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu

bulunmamaktadır. Bu da o civarda normal bir baraj veya gölet yapımı yerine bölgede DSİ tarafından Yeraltı Besleme Bentlerinin yapımına karar verilmesine neden olmuştur. Genel olarak bu tip arazilerde AGİ'lerde akışın az oluşu sebebiyle kurulmamıştır. Bu durum hidroloji çalışmalarında daha özenli ve dikkatli olunmasını gerektirmektedir. *Şekil 2* ve *Şekil 3*'te Büyükcırcıp YAS Besleme Bentinin aks yeri yapılmadan önce ve sonrasına ait Google earth uygulamasından alınmış uydu resimleri verilmiştir. *Şekil 4*'te ise Cudi Yas Besleme Bendinin DSİ GAP 15. Bölge Müdürlüğü çalışanlarınca arazi çalışmasında, arka planda Harran Ovası kalacak şekilde çekilmiş fotoğrafı verilmiştir. Resimden de görüldüğü gibi her iki yas besleme benti, Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) şeklinde serbest alışlı dolusavaklı olacak şekilde yapılmıştır. Genel olarak YAS bentleri, yapısal olarak Tersip Bentlerine benzemektedir.

Yeraltısuyu besleme yapılarının göl alanlarında sonradan açılmış ve gelen suyu yeraltına daha hızlı sızmasını sağlamak için kuyular açılmıştır. İşletme faaliyetlerinde yıllık olarak kuyuların gözlenmesi ve gerektiğinde bu kuyularda biriken rusubatin temizlenmesi gerekmektedir. Besleme rezervuarında yeraltına geçirimsizlik ne kadar fazla olursa önündeki bendin yüksekliği o kadar az olur.



Şekil 2 Büyükcırcıp Deresi 2010 yılı uydu görüntüsü



Şekil 3 Büyükırcıp Deresi 2019 yılı uydu görüntüsü



Şekil 4 Cudi Yeraltısu Besleme Bendi Membadan mansaba bakış

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltısuyu besleme yapıları ve yeraltısuyu barajları yapılan ve yapılacak olanlar küçük yapılardır. Kuraklığa çare olarak görülmemelidir ancak yeraltında tutulan su eğer haznedeki kayalarda sorun bulunmuyorsa ki bu önceden araştırılmaktadır, kaliteli içme, kullanım ve sulama suyu olarak kullanılabilir. Yapılabilenlerinde en önemli şartlar arazinin jeolojik yapısının uygunluğu, yüzeysel veya yeraltı akışının olması ve suyun kullanım yerine yakın olmasıdır. Bu konuda DSİ'nin tanıtım filmindeki ifadesi ile "Yerinde ve Derinde Depolama" yapılması sebebiyle ölçeklerinden daha anlamlı olmaktadır.

1. Yeraltısuyu Besleme Bendi tesisleri sadece tarım alanlarında değil uygun şartların olduğu yerleşim yerleri yakınlarında içme, sanayi ve tarımsal amaçlı kullanım suyu çekilen Yeraltı suyu çekim sahalarının yapay beslenimi için de kullanılabilir.
2. Şehir içlerinde de yine kullanım suyu olarak çekimi yapılması halinde yağmur suyu şebekesinden alınan sular uygun alanlarda "Yağmur Suyu Besleme Kuyuları" ile su teminine katkı sağlanması mümkündür.
3. Çatıya düşen yağmur sularının depolarda kullanım suyu olarak toplanması gibi Yeraltısuyu Besleme Bendi olmadan zeminin uygun olması halinde Yeraltısuyuna yağıştan gelen suyu sızdırmak için açılacak yağmur suyu besleme kuyuları ile de su temini çalışmalarının yapılması ülkemizdeki pek çok sebepten kaynaklı kullanım suyu temininin baskısını ve şehir sellerini önlemek için uygun çözümlerden birisi olabilir.
4. Yeraltısuyu Barajları su temini çalışmalarının yanında kıyı bölgelerde tuzlu su girişimini engellemek için kullanılması konusunda çalışmalar mevcuttur. Deniz kıyısı ovalarda böyle sorun olması halinde tercih sebebi olabilecektir.
5. Tüm bu çalışmaların yapılabilmesi için su konusunda uzman farklı mühendislik dallarının dayanışma içinde ortak çalışması ile gerçek faydayı sağlayacağı unutulmamalıdır. Türkiye'de su konusunda uzman, ülke çapında yatırımcı ve planlamalar yapabilen tek kurum DSİ'dir. Farklı mühendislik dallarından çalışanlar bu kurumda su konusunda uzmanlaşmaktadır.
6. Sınır Aşan Yeraltı Sularının olduğu bölgelerde diğer su yapılarında olduğu gibi karşılıklı güven ortamının sağlanması ile bu tesisler de ilgili ülkeler ile ortak araştırma yaparak yatırım ve fayda konularında anlaşmaya gidilebilir.
7. Yüzeysel suyu Barajlarında olduğu gibi Yeraltısuyu Besleme ve Yeraltı Barajları yapılarında da öncelikle çalışma alanında hidrometrik ölçümlerin ve hidrolojik çalışmaların, planlama ve proje aşamasında yapıldığı gibi işletme aşamasında da devam edilerek sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Yeraltı barajlarında depolanan sular, gözle görülmediğinden sonuçların bu şekilde ortaya konulması ile bir sonraki adımda yapılacak işlerde gerek aynı bölgede veya farklı bölgelerdeki çalışmalara altlık olması bakımından çok önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

1. YASB ve YASD yapıları şematik gösterimi www.geo.fu-berlin.de
2. YASB yapılarından işletmede DSİ Şanlıurfa Bölgesinde bulunanlar www.bolge15.dsi.gov.tr
3. Yer Seçiminden İşletmeye Yeraltı Barajları, Doç. Dr. Ahmet APAYDIN, DSİ Genel Müdürlüğü, ANKARA-2014 www.dsi.gov.tr
4. Yeraltında Su Depolama: Yeraltı Barajları, Ahmet Apaydın ve Selin Kaya, Mavi Gezegen, 2009, Sayı 14 www.jmo.org.tr
5. Yeraltısuları, Ahmet Hamdi SARGIN, DSİ Genel Müdürlüğü, ANKARA-2010 www.dsi.gov.tr
6. DSİ GAP 15. Bölge Cudi ve Büyükcırcıp Yas Besleme Bentleri Proje Yapımı İşi Ön Raporu, Hidromark Müh. Müş. Ltd. Şti., 2011
7. DSİ YAS Barajları yerleri ve adetleri www.dsi.gov.tr