

Bütüncül Havza Yönetimi: Konya Kapalı Havzası Uygulaması

İsmail Kaan Tunçok, PhD, PE, MBA, Yük. Müh. Okan Çağrı Bozkurt

Köroğlu caddesi Kuleli sokak No. 77/8 Çankaya Ankara

Tel: (312) 447 05 06

E-Posta: ktuncok@solarisweb.com

Reşat Nuri Sk. No:83/8 Y.Ayrancı Ankara

Tel: (312) 441 72 00

E-posta: ocbozkurt@suis.com

Öz

Havza ölçekli bütüncül su kaynakları yönetim planları çalışmalarında esas olan öncelikli olarak proje sahasının iklimsel, hidrometeorolojik, topoğrafik, su kaynakları ve ekosistem dengeleri açısından değerlendirilmesidir. Bu kapsamda veri altlıklarının oluşturulması, ilgili havza ve alt havzalardaki dinamik ilişkilerin hem tarihsel veriler hem de gelecekte oluşması öngörülen değişimler kapsamında tanımlanabilmesi önemlidir. Bunu takiben hidrolojik ve hidrojeolojik analiz ve/veya modelleme yaklaşımları kullanılarak yüzey ve yeraltı su kaynaklarındaki zamansal ve mekansal değişimin belirlenmesi ve bunu takiben havza ölçeğinde bütüncül su kaynakları bütçesinin sürdürülebilir bir yaklaşım çerçevesinde oluşturulabilmesi gerekmektedir.

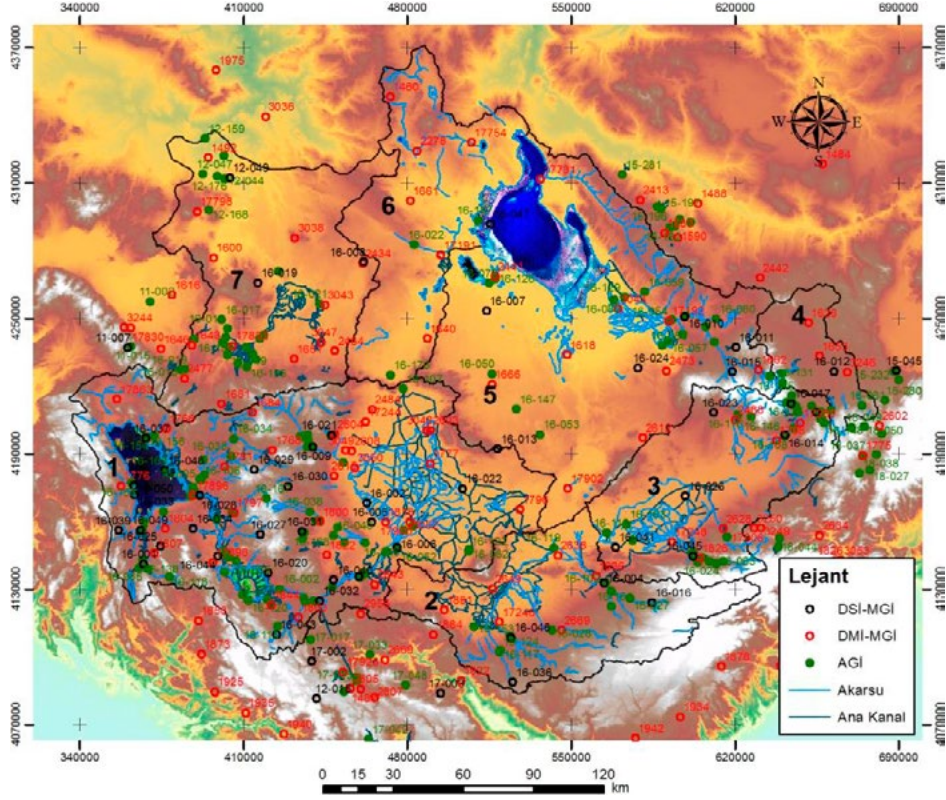
Konya Kapalı Havzası proje çalışmasında, su kaynakları ve su kullanımları arasındaki denge ve dengesizlikler alt havza ölçeğinde belirlenerek farklı senaryolar kapsamında incelenmiş ve buna bağlı olarak hem havzada su kullanımına bağlı olarak oluşabilecek baskılar hem de bu baskıların telafi edilmesi amacıyla geliştirilen projelerin etkisi değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda, dünyada havza ölçekli su bütçesi ve işletme çalışmalarında yaygın olarak kullanılan WEAP “Su Kaynakları Değerlendirme ve Planlama” sistemi kullanılmıştır. WEAP modeli, nehir sisteminde bulunan su yapılarının, sulama alanı ve kentler gibi talep noktalarının, nehri besleyen alt havzaların ve nehir kollarının topolojik olarak ilişkilerinin tanımlanmasına dayanmaktadır. Sistemdeki barajlar, regülatörler vs. gibi arz ve sulama alanları, kentler vs. gibi talep bölgeleri, düğüm noktaları olarak tanımlanarak; bu noktalar arasındaki bağlantılar da akarsu kolları, drenaj kanalları, iletim hatları gibi iletim elemanları ile gösterilmektedir. Buna ilave olarak sektörel bazda su arz-talep oranı, kaynağın güvenilirliği, fayda-masraf oranı gibi temel göstergeleri de çıktı olarak verebilmekte; bu da farklı yıllar için farklı su kullanım ve arz senaryolarını performans açısından irdelemeye, değişimleri gözlemeye ve optimizasyon prensipleri kapsamında değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Anahtar sözcükler: Bütüncül Havza Yönetimi, Havza Su Bütçesi, Optimizasyon, WEAP.

Giriş

Konya Kapalı Havzası, İç Anadolu Bölgesi'nin orta ve güney kesiminde yer alır. Sahayı kuzeybatı ve kuzeyde, Bozdağ ve Obruk Platosu; güneyde, Sultan Dağları'ndan başlayan Karaman İli'nin güneyine kadar devam eden Toros yayının iç yamaçları; doğuda, Ereğli Ovası; batıda ise, Takkeli Dağ, Gevele Dağı ve Loras Dağı sınırlamaktadır (Şekil 1).



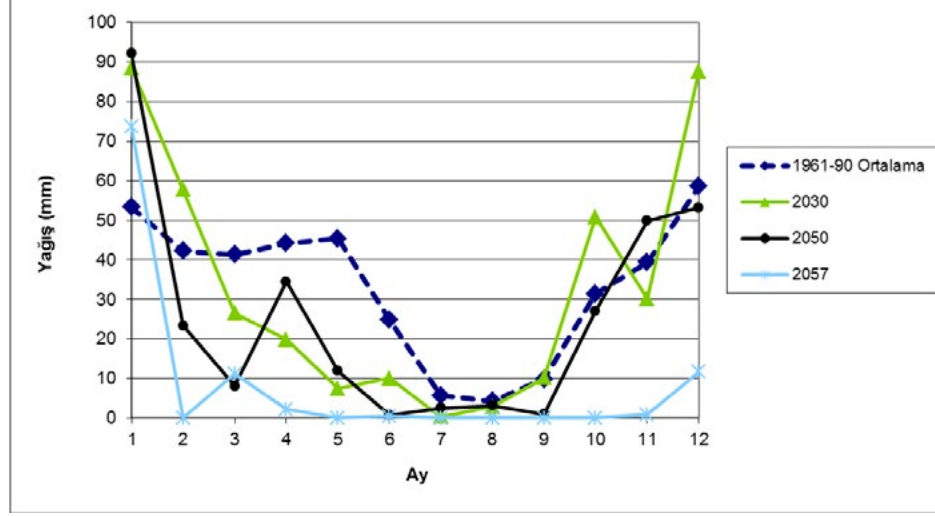
Şekil 1 Konya Kapalı Havzası.

Konya Kapalı Havzası'nın büyük bir bölümünde yarı kurak iklim egemendir ve düşen yağışların %70'i bitki yetiştirme dönemi dışında gerçekleşir. Havzanın güney kesimleri dışındaki bölümde yıllık yağış miktarı ortalama 300–350 mm'dir (İnan vd. 2006). Uzun yıllar yağış normallerine kıyasla 10-25 mm arasında bir azalma söz konusudur. Bu durum bölgenin iklim karakterinin yarı kurak iklim tipinden kurak iklim tipine doğru kaydığını göstermektedir (Şen ve Başaran, 2007). Bütün bunların yanında, Konya Havzası tarımsal üretim bakımından ülkemizin en önemli alanlarından biridir. Havza, Türkiye'nin tarım yapılabılır arazi varlığının %14'ünü oluştururken, buna karşılık Türkiye'nin kullanılabilir su kaynakları potansiyelinin sadece %3'üne sahiptir. Bu nedenle yeraltı sularına aşırı yüklenme söz konusudur.

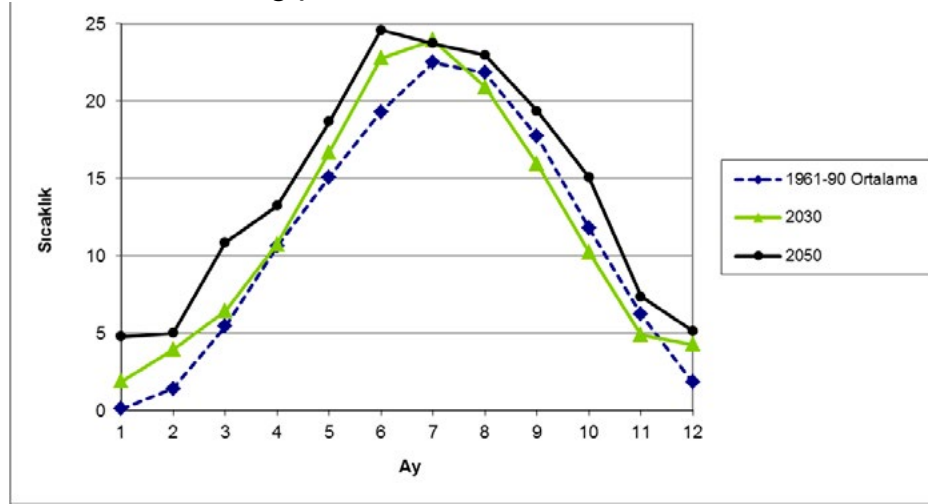
Yüzey Su Kaynakları

Önümüzdeki 40 yıllık süreçte yüzey su kaynaklarında yağış, sıcaklık ve buharlaşmaya bağlı olarak baskıların oluşması öngörülmektedir. Önümüzdeki 50 yıllık süreçte Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yağışlarda azalmalar, sıcaklık ve buharlaşmadaki artışlar oluşacağı öngörülmektedir (Şekil 2). Havzada yaygın olan

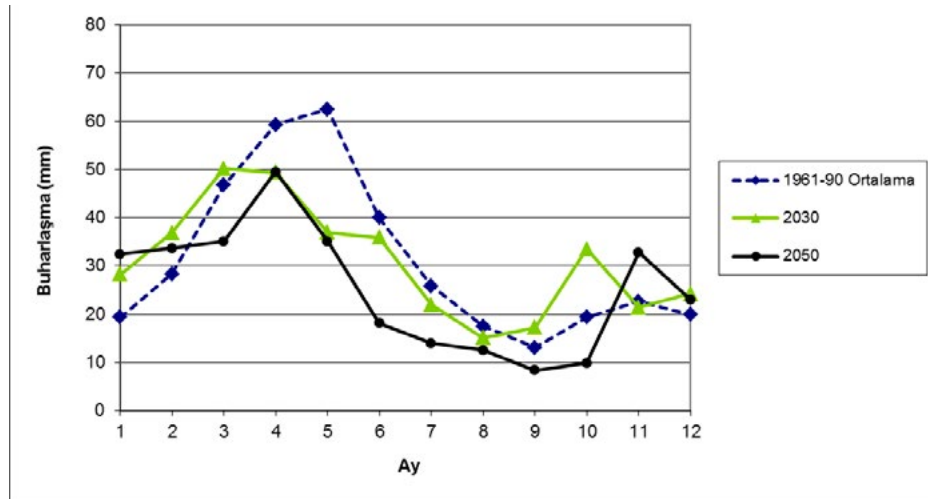
şekerpancarı, yonca, mısır, ayçiçeği gibi ürünlerin suya ihtiyaç duyduğu aylar olması itibariyle bu baskının ekonomik açıdan da önemli bir etki oluşturacağı öngörülmektedir (WWF, 2010).



a. Yağışta azalma



b. Sıcaklıkta artma



c. Buharlaşmada artma (sonbahar dönemi)

Şekil 2 Havzada Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşmanın Zamansal Değişimi.

Konya Kapalı Havzasında Beyşehir Gölü yüzey akımları hariç mevcut yüzey su kaynakları depolamalar vasıtası ile sulamalarda kullanılmaktadır. Sulama projeleri arazi miktarları ve yüzdeleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Sulama Projesi Alanları.

	Net Sulama Alanı (ha)
Planlaması Tamamlanan, Proje, İnşaat vs.	197.354
İşletmede Olan	211.235
Havza Toplamı	408.589
Kooperatif Sulamaları (YAS)	87.079
İl Özel İdare Sulamaları	171.874
Halk Sulamaları	404.845
Diğer Sulamalar Toplamı	663.798
Havza Genel Sulamalar Toplamı	1.072.387

Yeraltı Su Kaynakları

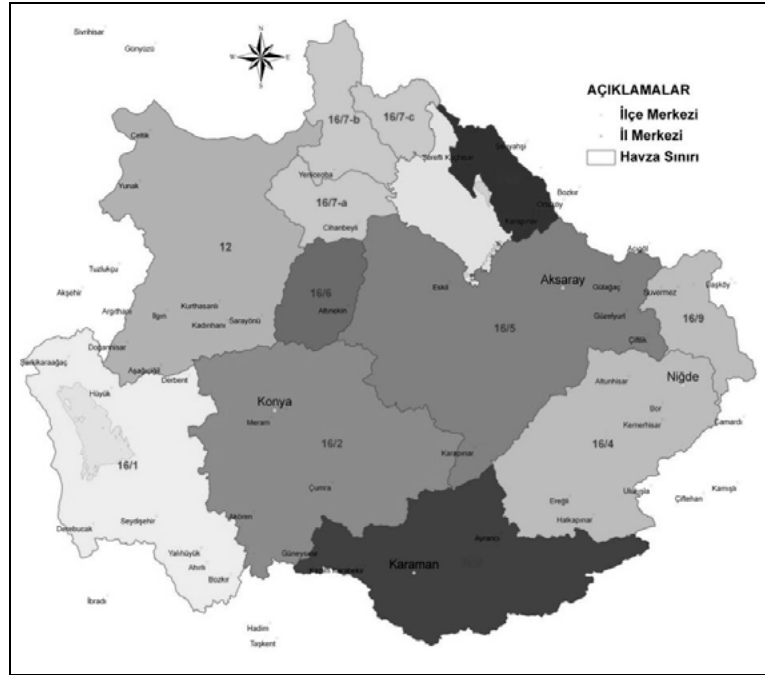
DSİ Konya IV. Bölge Müdürlüğü Konya Kapalı Havzasında yüzey yağış alanı, yeraltısuyu beslenme alanı, jeolojik, hidrojeolojik ve akifer yapıları gibi özellikleri dikkate alarak 9 farklı alt havza belirlemiştir (16-1, 16-2, 16-3, 16-4, 16-5, 16-6, 16-7, 16-8, 16-9) (Şekil 3). 12 No. lu alt havza Sakarya Havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu havzalardan 16/8 Şereflikoçhisar alt havzası DSİ Ankara V. Bölge Müdürlüğü, diğerleri ise DSİ Konya IV. Bölge Müdürlüğü sınırları içindedir. 12 nolu alt havza Sakarya havzası sınırları içindedir. DSİ tarafından havzada 1970’li yıllarda yapılan hidrojeolojik etütler sonucu belirlenen YAS rezervleri 2009 yılına kadar revize edilmiş ve eski rezervin yaklaşık iki katından daha fazla yeni YAS rezerv miktarı hesaplanmıştır. Bunu takiben 2015 yılında tamamlanan Master Plan çalışması kapsamında da yeraltı su kaynakları güncellenmiştir (Tablo 2). Konya Ovası’nda yeraltı akımı kuzeydoğuda Aksaray Ovası’na, kuzeyinde de Altınekin Ovası’na doğrudur (Göçmez vd. 2004).

Beyşehir Gölü; Sultan ve Anamas Dağları’nın arasındaki tektonik çökeltide yer alan karstik özellikli, yüz ölçümü itibariyle Türkiye’nin en büyük tatlı su bulunduran doğal gölüdür. Beyşehir gölünden Beyşehir-Suğla-Apa kanal sistemine deşarj edilebilecek su hacminin belirlenmesinde dikkate alınan temel girdiler; yağış ve dere sistemlerinden göle akış, temel çıktılar ise buharlaşma ve karstik yapıya bağlı olan göl sisteminden çıkış yapan su hacmi olmuştur.

Hidrojeolojik yapısı kapsamında, Beyşehir Gölünde meydana gelen kaçakların doğrudan hesaplanmasında kullanılacak ölçüm veri altlıkları bulunmamaktadır. Bu nedenle gölde meydana gelen kayıp kaçak miktarları dolaylı olarak hesaba katılmıştır. Gölün su temini değeri, yani göle giren yüzey ve yeraltı su kaynakları toplamı ile gölde oluşan kaçaklar, gölün işletme seviyeleri, buharlaşma hesapları, sulamalar ve tahliye nedeniyle gölden çekilen sular baz alınarak bütün halinde hesaplanmıştır. İşletme çalışmalarında Derebucak Gembos Göletinden Beyşehir Gölüne aktarılan yüzey su kaynakları da dikkate alınmıştır. Kayıp ve kaçak miktarlarının daha net olarak hesaplanmasını sağlayabilecek ölçüm verilerinin oluşması halinde işletme hesapları da bu koşulları yansıtabilecek şekilde düzenlenebilir.

Tablo 2 Konya Kapalı Havzası Alt Havzaları YAS Rezervleri.

Alt Havzalar	1978 yılı YAS Rezervi (hm ³ /yıl)	2009 yılı revize YAS Rezervi (hm ³ /yıl)	2015 yılı güncel YAS Rezervi (hm ³ /yıl)
16/1 Beyşehir	112,0	112,0	130,0
16/2 Konya-Çumra	397,0	444,0	456,0
16/3 Karaman-Ayrancı	66,0	229,0	244,0
16/4 Ereğli-Bor	216,5	443,0	435,0
16/5 Aksaray-Karapınar	45,5	435,0	440,0
16/6 Altınekin	41,5	74,0	71,0
16/7 Cihanbeyli-Kulu	20,0	70,0	68,0
16/8 Şereflikoçhisar	33,4	33,4	32,0
16/9 Niğde Misli	61,5	157,0	147,0
TOPLAM	993,4	1997,4	2023,0



Şekil 3 Konya Kapalı Havzası ve Civarı Alt Havza Sınırları.

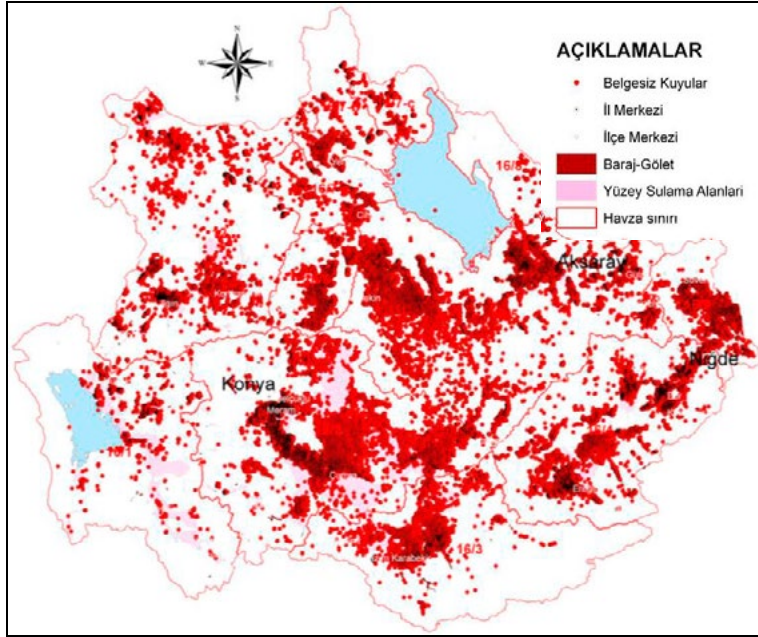
Konya Kapalı Havzası sınırları içinde de sulama kooperatifleri, YAS Kullanma Belgesi ve belgesiz (kaçak) tarımsal sulama amaçlı açılmış sondaj kuyuları mevcuttur. Bu kuyuların takriben %70'i kaçaktır (Şekil 4). Gelecek 40 yıl içinde her alt havza için hesaplanan rezerv miktarlarının günümüzdeki rezerv miktarlarından daha az olacağı öngörülmektedir (Şekil 5). Bunun temel sebeplerinden birisi de temel ürün deseni özelinde, kullanılan sulama suyu miktarını net sulama suyu ihtiyacından fazla olmasıdır.

Havza Tarım Uygulamaları

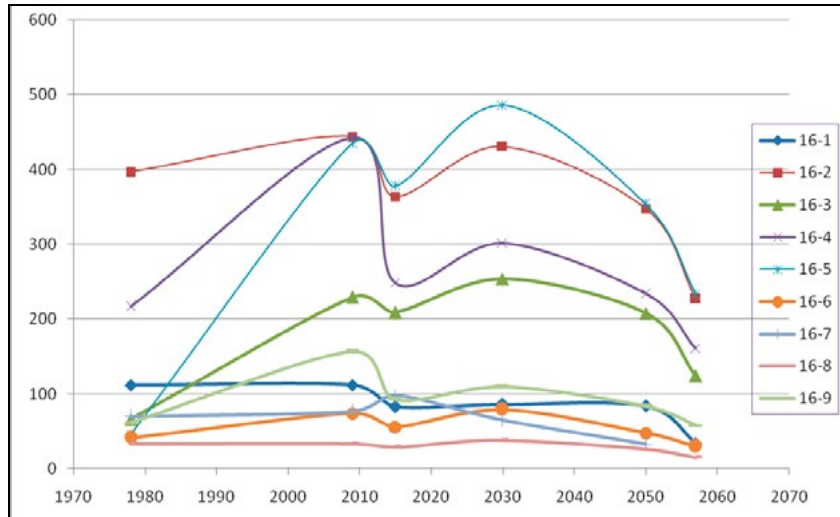
Konya tarımının, Türkiye tarım sektöründe oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır (Tablo 3). Konya Havzasında tarım arazilerinin %57'sinde tarla tarımı yapılmakta, %40'ı nadasa bırakılmaktadır. Son yıllarda su miktarındaki azalma ve kuraklık nedeniyle nadasa ayrılan miktar artmaktadır. Nitekim 2000–2006 yılları arasında Konya

Ovasında nadasa bırakılan alanlarda %15'e varan oranında artış olmuştur (Topak, 2008).

Konya Ovasında sulanan alanların yaklaşık %54'ünde su tüketimi ve sulama gereksinimi yüksek olan bitkilerin tarımı yapılmaktadır. Bu ürünlerin başlıcaları şekerpancarı, yonca ve mısırdır. Havza'da sulanan alanların takriben %38'inde serin iklim tahılları, %21'inde şekerpancarı, %5'inde mısır, %6'sında fasulye, %8'inde sebze, %3'ünde ayçiçeği, %6'sında yonca ve %6'sında ise diğer bitkiler (meyvecilik vs.) yetiştirilmektedir.



Şekil 4 Konya Kapalı Havzası ve Civarı YAS Kuyuları.



Şekil 5 Konya Kapalı Havzası YAS Rezerv Miktarlarının Zamansal Değişimi.
Kaynak: WWF, 2010.

Tablo 3 Konya Tarımının Türkiye Tarımındaki Yeri.

Ürün Adı	Türkiye	Konya	Oran (%)
Buğday ekilişi (ha)	8.097.700	744.700	9,2
Buğday üretimi (ton)	17.234.000	1.552.437	9,0
Arpa ekilişi (ha)	3.428.016	341.735	10,0
Arpa üretimi (ton)	7.306.800	601.757	8,2
Şekerpancarı ekilişi (ha)	300.242	79.754	26,6
Şekerpancarı üretimi (ton)	12.414.715	4.333.790	34,9

Havza Su Bütçesi Modelleme Çalışmaları

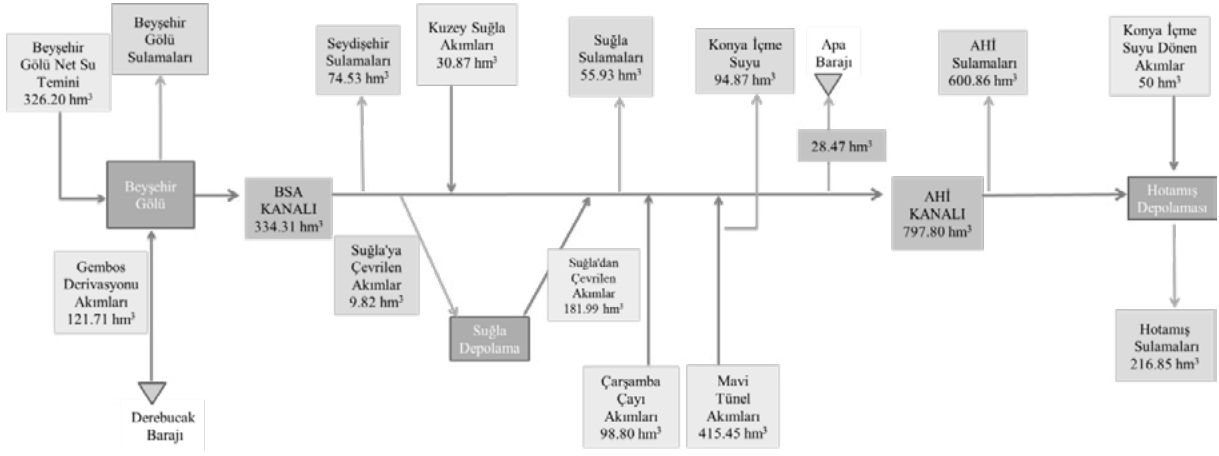
Havzadaki su kaynakları ve su tüketimleri arasındaki mevcut durumda ve gelecek koşullarda oluşması öngörülen denge ve/veya dengesizliklerin zamansal ve mekansal değişiminin belirlenmesi için su bütçesi modelleme çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda Stockholm Çevre Enstitüsü liderliğinde (Avrupa Birliği ve Dünya Bankası ile işbirliği içerisinde) geliştirilmiş olan WEAP (Water Evaluation And Planning system-Su Değerlendirme ve Planlama Sistemi) modeli kullanılmıştır (SEI, 2011). WEAP modeli ile havza sınırları içindeki yüzey ve yeraltı su kaynakları detaylı bir şekilde değerlendirilerek tarımsal uygulamalar ve su tüketimleri ile ilişkilendirilmiştir.

WEAP modeli havza ölçeğinde su temini ve dağılımının sistem sınırları, hidrolik yapıları ve buna bağlı olan ihtiyaçları çerçevesinde yapılmasını sağlayan ve simülasyon/optimizasyon yaklaşımlarını kullanarak havza ölçeğindeki yüzey ve yeraltı su kaynaklarının zamansal ve mekansal dağılımını hesaplayan sayısal bir modeldir. Mevcut veri tabanlarının daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak oluşturulan yüzey bilgilerinin modelleme çalışmalarına dahil edilmesini de mümkün kılar. Konya Kapalı havzası özelinde WEAP modelinin su kaynakları akım şeması ve su bütçesi modelleme yapısı Şekil 6'da sunulmaktadır.

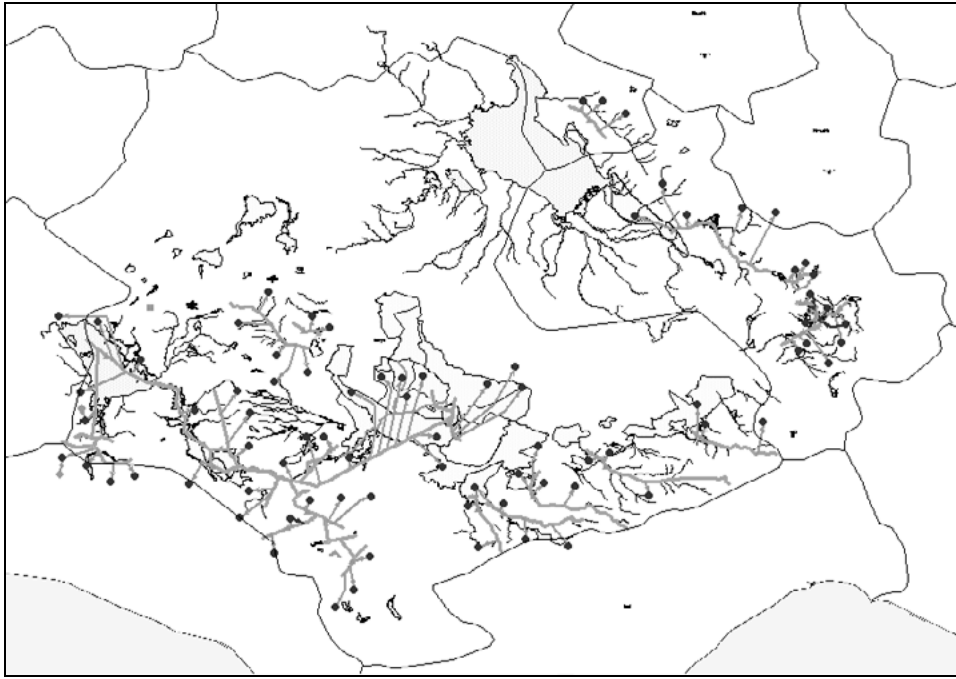
Havza ölçekli su bütçesi çalışmalarında hem yüzey su kaynakları hem de yeraltı su kaynakları değerlendirilmiştir.

Mavi Tünel Projesi

Proje çalışmaları kapsamında havzadaki su kaynakları ve su tüketimleri arasındaki ilişkiler değerlendirildiği gibi Mavi Tünel Projesi'nin etkisi de değerlendirilmiştir. Konya Kapalı Havzası'na Göksu Nehri'nden su transferi gerçekleştirilen bu stratejik proje, DSİ tarafından geliştirilen ve uygulanan Konya Ovaları Projeleri'nin (KOP) bir alt projesidir. Mavi Tünel Projesi ile havzalar arası su transferi kapsamında Göksu Nehri'nden yıllık 415.5 hm³ su aktarılacaktır. İnşası tamamlanan 3 baraj (Bağbaşı, Afşar ve Bozkır) ve 17 km'lik tünel ile Konya Havzası'na su aktarımına başlanmıştır. Tam developman durumunda Mavi Tünel Projesi, gerçekleştirilmekte olan 173.409 hektar alanın yüzey su kaynakları sulamasına da katkı sağlamış olacaktır.



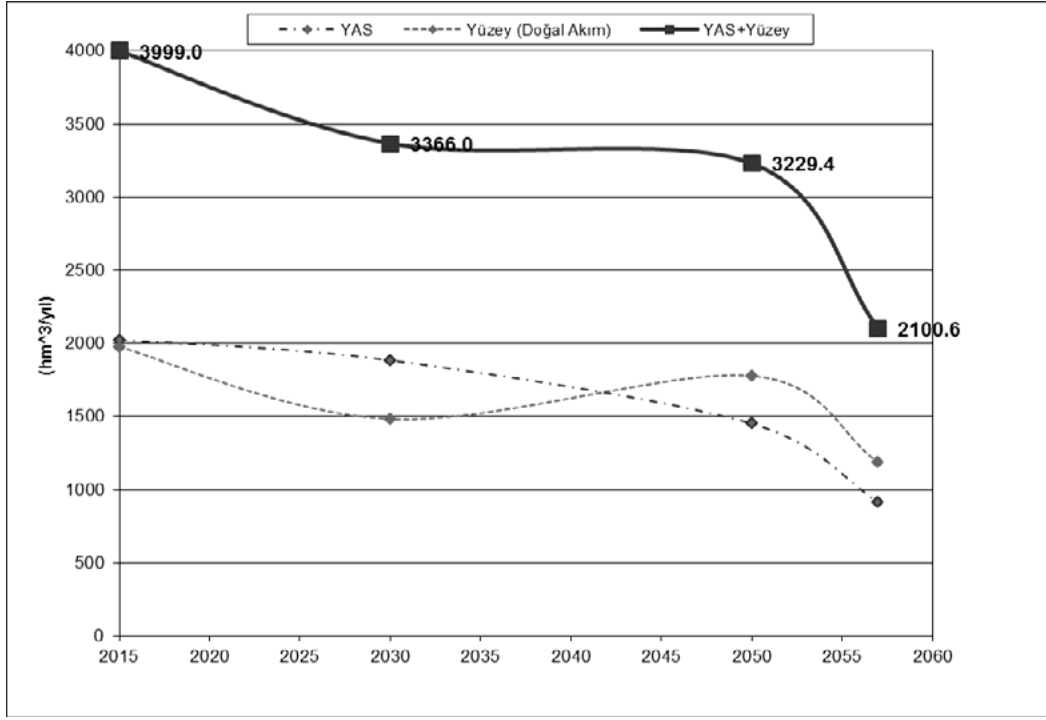
a. Havza Su Kaynakları Akım Şeması



b. Havza Su Bütçesi Modelleme Yapısı

Şekil 6 Konya Kapalı Havzası WEAP Modeli.

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak 2030'lu yılların sonlarından itibaren havzada sıcaklıkların 4 ila 6 °C artması ve yağışların %20-30 oranında azalması öngörülmektedir. Bunun bir sonucu olarak ise Konya Havzası'nda önümüzdeki 40 yılda yüzey suyunda % 40, yer altı suyunda %54 azalma olabileceği ve havzadaki toplam kullanılabilir su miktarında %47 mertebesinde azalma olabileceği öngörülmektedir (WWF, 2010). Bu değişimin zamansal dağılımı Şekil 7'de sunulmaktadır.



Şekil 7 Havza Su Bütçesindeki Zamansal Değişim.

Sonuçlar

Mevcut koşullarda, Beyşehir-Suğla-Apa (BSA) Kanalı'ndan Apa-Hotamış İletim (AHİ) Kanalı'na aktarılan su kaynakları 798 hm^3 mertebesindedir. Gelecek yıllarda iklimsel koşullardaki değişkenlikten dolayı yüzey su kaynaklarındaki miktarsal azalmanın %10 mertebesinde olması durumunda, BSA'dan AHİ'ye aktarılabilecek su kaynakları miktarının 705 hm^3 mertebesine inebileceği öngörülmektedir.

Su kaynaklarındaki bu zamansal ve mekansal değişkenlik Mavi Tünel vasıtasıyla havzaya aktarılan su kaynaklarının önemini de artıracaktır. Mevcut koşullarda Mavi Tünel ile havzaya aktarılan su miktarının benzer iklimsel değişimde (yüzey su kaynaklarındaki miktarsal azalmanın %10 mertebesinde olması durumu) gelecek koşullarda 378 hm^3 mertebesine ineceği öngörülmektedir. Bu azalmaya rağmen Mavi Tünel vasıtasıyla havzaya aktarılan su miktarının AHİ'ye katkısı mevcut koşullarda %40 mertebesinde iken gelecek koşullarda %41 mertebesinde olacağı öngörülmektedir.

Havzanın tamamında basınçlı sulama teknikleri uygulansa bile kuraklığa dayanıklı, az su tüketen alternatif ürün desenlerine geçiş sağlanmadığı sürece Konya Kapalı Havzası su kaynaklarının, su ihtiyacını karşılamasında zorluklar yaşanabileceği öngörülmektedir.

Su ihtiyacının büyük ölçüde yeraltı sularından karşılandığı bölgede yeraltı suyu seviyelerindeki düşüşler sonucu su çekim maliyetlerinin önemli ölçüde artacak olması da az su tüketen, kuraklığa dayanıklı ürünlere yönelimi kaçınılmaz hale getirecektir.

Havzada su ilavesi yapmadan sadece sulama yöntemini değiştirmekle yağmurlama yöntemi kullanılırsa yaklaşık %60-70, damla sulama yöntemi kullanılırsa %75-85

oranında su tasarrufu sağlanabileceği (ürün desenine bağlı olarak) öngörülmektedir (WWF, 2010).

Kaynaklar

Göçmez, G. ve A. İşçioğlu (2004) Konya Kapalı Havzasında Yer altı Suyu Değişimleri, I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu (Konya) Bildiriler Kitabı, s.19-28.

İnan, N., E. Şen ve N. Başaran (2006). Konya Ovasının İklimi, DMİ Genel Müdürlüğü No: 4, Ankara.

Stockholm Environment Institute (2011) User Guide. Stockholm Environment Institute (SEI).

Şen, E. ve N. Başaran (2007) Küresel Isınma Sürecinde Konya Ovasının Bazı İklim Verilerinde Meydana Gelen Değişmeler ve Eğilimler. Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya.

Topak, R. (2008) Konya Kapalı havzasında Tarım Çevre Etkileşimi ve Sürdürülebilir Su Kullanımı. Konya Ticaret Borsası Dergisi, Yıl.11, Sayı.30, s:6-12.

WWF (2010) Türkiye'nin Yarınları Projesi Raporu, Ankara, Türkiye.