



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KONYA ÇUMRA OVASINDA SU
YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Ali ARIASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali ARIASLAN tarafından hazırlanan “Konya Çumra Ovasında Su Yönetimi” adlı tez çalışması 02/08/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Danışman

Doç. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

Üye

Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 08/07/2022 gün ve 31 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ali ARIASLAN

Tarih: 01.08.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA ÇUMRA OVASINDA SU YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Ali ARIASLAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU

2022, 69 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Tarih boyunca, insanlar medeniyetlerini suyun varlığı üzerine inşa etmişler ve şekillendirmişlerdir. Yaklaşık 5000 yıl öncesinden başlayan sulama kültürü, geçmişten günümüze ulaşmaya kadar sürekli gelişme göstermiştir. Sulamanın bu uzun sürecinde en önemli materyal suyun planlı ve verimli kullanılması olmuştur.

Konya Kapalı Havzasında yaklaşık 2,6 milyon hektar tarım yapılabilir arazi bulunmaktadır. Tarımsal arazilerin zamanla genişlemesi, bitki desenlerinin değişmesi ve iklim değişikliğine bağlı olarak sulama suyuna duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır.

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzasında yer alan Konya ili Çumra ilçe sınırlarında yer alan Çumra Sulamasının bir ünitesi olan KOS 6 Sulaması sahasında yapılmıştır. Çumra Sulaması, Ülkemizin ilk sulama şebekesi olma özelliğini taşımaktadır. Sulamanın başlıca su kaynakları; Beyşehir Gölü, Bağbaşı Barajı, Suğla Depolaması ve Apa barajıdır. DSİ tarafından yapılan işletme programı çerçevesinde rezervuarlardan iletim kanalları vasıtasıyla gelen sular Apa barajında depolanmaktadır. Sulama sezonunun başlaması ile beraber barajda depolanan sular Apa Alemdar İsale Kanalı (AAİK) vasıtasıyla sulama kanallarına iletilmektedir. Bu çalışmada KOS 6 sulamasında yer alan tarım arazilerinin su ihtiyacını karşılayan iletim kanalı, ana kanal, yedek ve tersiyer kanallar üzerinde debi ölçümleri yapılarak kanallarda meydana gelen su kayıpları nedenleri ile birlikte incelenmiştir. Sulama sahasında yer alan tarım arazilerinin bitki su ihtiyaçları hesaplanarak kanallara ne kadar su verilmesi gerektiği tablo halinde gösterilmiş olup oluşan su kayıplarını minimuma indirmek için öneriler sunulmuştur. Yıllar geçtikçe ciddi boyutlara ulaşan su sıkıntısı ve su kaynaklarının kuruması tehdidi karşısında su yönetiminin iyi yapılması, su tasarrufu sağlanması hayati önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İletim kanalı, sulama, su ihtiyacı, su yönetimi

ABSTRACT

MS THESIS

THE IMPORTANCE OF WATER MANAGEMENT IN KONYA ÇUMRA PLAIN

Ali ARIASLAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN CIVIL ENGINEERING

Advisor: Doç. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

2022, 69 Pages

Jury

Doç. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

Prof . Dr. Mehmet Emin AYDIN

Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Throughout history, people have built and shaped their civilizations on the presence of water. The irrigation culture, which started about 5000 years ago, has shown continuous development from the past to the present. In this long process of irrigation, the most important material has been the planned and efficient use of water.

There are approximately 2.6 million hectares of arable land in the Konya Closed Basin. The need for irrigation water is increasing day by day due to the expansion of agricultural lands over time, the change in plant patterns and climate change.

Our study was carried out in the field of KOS 6 Irrigation, which is a unit of Çumra Irrigation located within the borders of Çumra district of Konya province, which is located in the Konya Closed Basin. Çumra Irrigation is the first irrigation network of our country. The main water sources of irrigation; Beyşehir Lake, Bağbaşı Dam, Suğla Storage and Apa Dam. Within the framework of the operation program made by DSI, the waters coming from the reservoirs through the transmission channels are stored in the Apa Dam. With the start of the irrigation season, the water stored in the dam is conveyed to the irrigation channels through the AAİK (Apa Alemdar Transmission Canal). In our study, flow measurements were made on the transmission channel, main channel, reserve and tertiary channels that meet the water needs of the agricultural lands in the KOS 6 irrigation, and the causes of water losses in the channels were examined. By calculating the plant water needs of the agricultural lands in the irrigation area, how much water should be given to the canals has been shown in a table, and suggestions have been made to minimize the water losses. is of vital importance.

Keywords: Irrigation, transmission channel, water demand, water management

ÖNSÖZ

Tezimi hazırlama sürecinde bilgi, birikim ve zaman olarak bana desteklerini esirgemeyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Öğretim Üyesi Danışmanım Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU'ya içten teşekkürlerimi sunarım.

DSİ 4.Bölge Müdürlüğü Konya Ovası İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü ve Havza Yönetimi, İzleme ve Tahsisler Şube Müdürlüğü personeline verileri temin etmemdeki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Ali ARIASLAN
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Su iletim kayıpları ve su uygulama randımanları	4
2.2. Konya Ovası Sulamasının Tarihçesi	7
2.3. Proje Sahasının Tanıtılması	9
2.4. Sulamaya ait tesisler	13
2.4.1. Apa barajı.....	13
2.4.2. Beyşehir gölü	14
2.4.3. BSA iletim kanalı.....	15
2.4.4. Suğla depolaması	17
2.4.5. Bağbaşı barajı ve mavi tünel.....	17
2.4.6. Bozkır Barajı.....	18
2.4.7. Ahi Kanalı.....	19
2.4.8. Hotamış Depolaması.....	19
2.5. Su iletim ve dağıtım yapıları.....	19
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Materyal	22
3.2. Metot.....	23
3.2.1. Arazide ölçümler alınırken uygulanacak yöntem	23
3.2.2. Akustik doppler akım profilleyicisi (ADAP).....	23
4. BULGULAR.....	24
4.1. Araştırma Sonuçları	24
4.1.1. İsale (İletim) kanalında yapılan ölçümler	24
4.1.2. Ana kanalda yapılan ölçümler	29
4.1.3. Sekonder(yedek) ve tersiyer kanalda muline yapılan ölçümler	32
4.1.4. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi.....	37
4.1.5. Bitki deseni ve su ihtiyacının hesaplanması	39
4.1.6. Obruk Oluşumu ve Nedenleri	43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	53

EKLER	56
EK 1 : Moline kalibrasyon sertifikası	56
EK 2 : Akustik doppler veri çıktıları (1.Esas ayrımı)	57
EK 3 : Akustik doppler veri çıktıları (Kısıkyayla regülatörü)	58
EK 4 : Akustik doppler veri çıktıları (2.Esas ana kanalı)	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m : Metre

m³ : Metreküp

L/sn : Litre /saniye

mm : Milimetre

hm³ : Hektometreküp

ha : Hektar

km : kilometre

m³/s : metreküp/saniye

Kısaltmalar

DSİ : Devlet Su İşleri

KOS : Konya Ovası Sulamaları

KOP : Konya Ovası Projeleri

YAS : Yer Altı Suyu

AAİK : Apa Alemdar İsale Kanalı

BSA : Beyşehir Suğla Apa

ADAP : Akustik Doppler Akım Profilleyicisi

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze sulamanın medeniyetlerin gelişimi üzerinde büyük etkisi vardır. Sulamanın ilk uygulandığı yer olarak Mısır kabul edilmektedir. M.Ö. 5000 yıllarında Nil nehrinden çevrilen sular tarım alanlarında kullanılmıştır. Ayrıca Dünyanın ilk barajı M.Ö 3000 yılında Nil nehri üzerinde inşa edilmiş ve yine M.Ö. 2000’li yıllarda Mısır Kraliçesi tarafından ilk sulama kanalları yaptırılmıştır (Yıldırım, 2008).

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve tarım alanlarında verimli olarak kullanılması amacıyla 1954 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) kurulmuş olup günümüze kadar barajlar, sulama sistemleri yapımını gerçekleştirerek ülke ekonomisine büyük katkı sağlamıştır(Arslan & Ergül, 2014).

Su kaynaklarının geliştirilmesinin ekonomik büyüme ve bölgenin kalkınmasında da büyük rolü vardır. Dolayısıyla tarımsal üretimin ve su kaynaklarının gelişmesine paralel olarak sanayi sektörü ve enerji sektörü de gelişmektedir. Ulusal veya uluslararası düzeyde hiçbir kuruluş bölgedeki ekonomik gelişmeyi tarım ve sulamanın geliştirilmesinden bağımsız düşünmemektedir(Balaban, 1986).

Günümüzde de su ve sulamanın ne kadar önemli olduğu, su arzının giderek artan dünya nüfusu karşısında ne kadar stratejik bir konumda olacağı tahmin edilebilmektedir. Dünyanın toplam nüfusu 2015 yılında 7 milyarı aşmıştır ve 2050’de ise 9,15 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. (DSİ,2017) Dolayısıyla suya gereken önemin verilmesi ileriki nesillerin refahı açısından büyük önem taşımaktadır.

78 milyon hektar yüzölçümüne sahip Türkiye’de ise 120 den fazla tabii göl, 1159 adet baraj gölü bulunmaktadır(Ağızan, 2018). Ülkemizde yıllık ortalama yağış 643 mm’ dir ve Doğu Karadeniz dışında tüm tarım arazilerinde baraj, göl veya gölet sulaması yapılmaktadır (Kaya, 2017). KOP Bölgesi ülkemizin en az yağış alan bölgelerinden birisidir. Yağışların az olmasından dolayı açık kanal sulamasının yeterli kalmadığı durumda yeraltı suları kullanılmakta olup yeraltı su seviyesinde devamlı bir düşüş yaşanmaktadır. İlerleyen zamanlarda şu an için sulanan alanların sulanamama riski de kaçınılmaz olacaktır (Doğmuş, 2020).

Sulamanın bir diğer önemi ise arazilerde bulunan ürünlerin gübreleme ve iyi tohumluk gibi ürünlerin kalitesini artıran etmenleri tetiklemesidir. Yani arazi yeteri kadar ve planlı sulanmaz ise kullanılan gübreden ve tohumdan yeteri kadar fayda elde edilemeyecektir(Gerçek & Aydın, 2019).

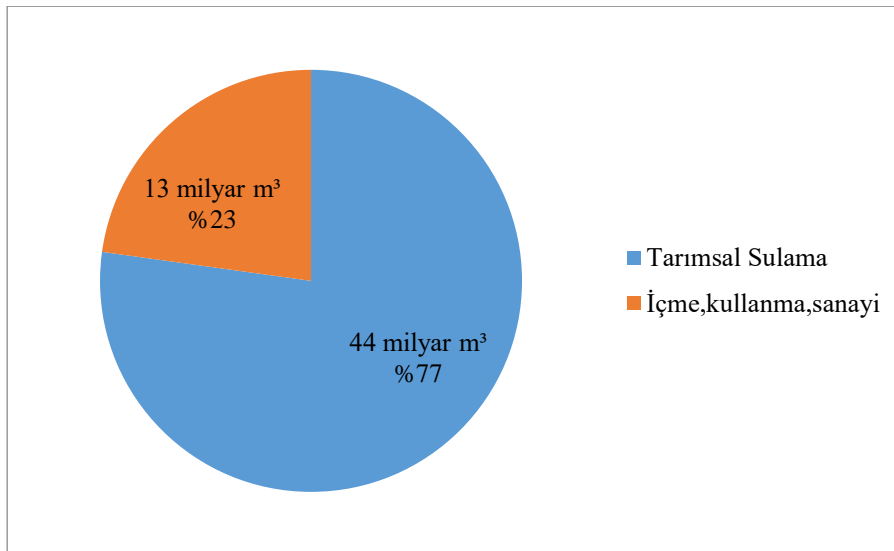
Su kaynaklarının yönetiminde ve bilinçli kullanılmasında en önemli unsur tarımsal sulamadır. Suyun kullanım alanları üzerine yapılan araştırmada dünyada toplam temiz su oranının yaklaşık %70 inin tarımsal sulamada kalan %30 luk kısmının ise endüstriyel ve evsel amaçlı kullanıldığı tespit edilmiştir.(Ak & Top, 2018) Aynı şekilde 2003 yılında ülkemizde yapılan araştırmada yıllık toplam 40100 hm³ su tüketildiği, bu su tüketiminde; % 74'ü sulama; % 15'i içme suyu-kullanma, % 11'i ise sanayi sektörü olmak üzere en büyük payı sulamanın aldığı görülmüştür(Çakmak, 2008).

Çizelge 1.1. Türkiye'nin su potansiyeli (Anonim, 2019)

Yıllık ortalama yağış	574 mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık yağış miktarı	450 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık yüzey akışı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	94 milyar m ³
Yer Altı Suyu	
Yıllık çekilebilir su miktarı	18 milyar m ³
Toplam kullanılabilir su	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
Sulama suyu	44 milyar m ³
İçme-Kullanma ve Sanayi Suyu	13 milyar m ³
Toplam kullanılan su	57 milyar m ³

Ülkemizde 24 milyon hektar tarım arazisi bulunmakta olup yapılan araştırmalarda sulanabilecek alan 8,5 milyon hektar olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 1.1' den görüleceği gibi toplam su potansiyeli 112 milyar m³ olup bu suyun 57 milyar m³'ü kullanılabilir durumdadır.



Şekil 1.1. Türkiye'nin su kullanım dağılımı

Türkiye'nin, 2017' nin sonu itibariyle nüfusu yaklaşık 81 milyon olup ve kişi başına 1400 m³ civarı su düşmektedir(Kırıtorun & Karaer, 2018). Bu miktar çok yüksek olmamakla beraber ilerleyen yıllarda su sıkıntısı yaşanmaması için tarımsal su kullanımında uygun sulama yönteminin seçilerek kaynaklarda ki mevcut suların bilinçli kullanılması gerekmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Küresel ısınmanın etkisiyle beraber tarımda suyun önemi gün geçtikçe artmaktadır. Su verimliliğinin artırılması, su yönetiminin iyi yapılması ve su tasarrufu sayesinde mümkündür. Bu çalışmanın mahali olan Çumra Bölgesinde tarım arazileri oldukça geniş yer kaplamaktadır ve yağış ortalaması düşüktür. Açık kanal sulaması yapılan yörede suyun yetersiz olduğu durumlarda yeraltı kuyularından sulama yapılmakta olup YAS seviyeleri her geçen gün daha da düşmektedir. Dolayısıyla mevcut suyun iletiminin en az kayıpla yapılması ve suyun bilinçli kullanılması hayati derecede önemlidir. Bu çalışmada Çumra Sulamasının bir ünitesi olan KOS 6 sulamasında tarımsal arazilerin su ihtiyacının ne kadar olduğu ve bu su ihtiyacının açık kanallarla karşılanması için barajdan ne kadar su kullanılması gerektiği incelenmiştir. Tarımsal suyun yetersiz kalmasının en önemli sebeplerinden birinin açık kanallarda yaşanan su kayıplarının olduğu tespit edilmiştir. Sulama sisteminin değiştirilmesi ya da mevcut kanalların bakım onarımlarının eksiksiz olarak yapılmasıyla ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi ile su kayıplarının minimum düzeyde olacağı öngörülmüştür. Yaptığımız çalışmanın amacı, Türkiye'nin tarım merkezi olan Konya Çumra Ovası'nda, tarımın en önemli unsuru olan suyun tarlalara en az kayıpla ulaşmasını sağlamaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Su iletim kayıpları ve su uygulama randımanları

Ertaş (1980), Konya Ovasında yaptığı bir araştırmada beton kaplamalı ve kaplamasız kanallarda su iletiminde meydana gelen sızma kayıplarını araştırmıştır. Araştırma neticesinde kaplamalı kanallarda kayıp 100 metrede 0.8 L/sn iken kaplamasız kanallarda ise 100 metrede 4L/sn olarak bulunmuştur. Kanalların kapasiteleri arttıkça kayıpların daha da arttığı 615 L/sn su nakleden kanalın 100 metresinde 14.2 L/sn kayıp olduğunu tespit etmiştir.

Şener (1976) açık kanallarda meydana gelen kayıplarda buharlaşma ve transpirasyonun çok yer tutmadığı asıl önemli kayıpların sızma kayıpları olduğunu söylemektedir. Kanalların kaplamasız olduğu durumlarda sızma kayıplarının %19.93 ile %57.29 arasında olduğunu saptamıştır.

Bayrak (1991) Samsun yöresinde beton kaplamalı kanallarda yaptığı araştırmada su iletim kayıplarını kanala giren suyun en az %0.137 en çok ise %3.315 olarak bulunmuştur.

Eskişehir Çifteler sulamasında yapılan araştırmada beton kaplı kanallarda meydana gelen sızma kayıpları 100 metrede ortalama 2.44 L/sn olup giren akımın yaklaşık olarak %1.88 i kadardır (Öğretir, 1981).

Açık kanallardaki kayıplar genellikle sızma ve buharlaşma yoluyla meydana gelmektedir. Su kaynağından alınan su, tarlada bitki kullanıncaya kadar çeşitli aşamalardan geçer. Her aşamada ayrı bir randıman durumu vardır. Su iletim randımanı toprak kanallarda %70 iken beton kaplı kanallarda %85 tir. Kapalı sulama sistemlerinde ise bu değer %100 e yakındır(Yenikale ve Yenikale , 2012)

Konya Alakova sulamasında yapılan bir çalışmada kanallarda bulunan suların ölçümleri yapılarak kayıplar tespit edilmiştir. Sulamanın kaynağı ortalama 40 L/sn olan YAS Kuyuları olup bu kuyulardan alınan sular beton kanallar vasıtasıyla tarlalara ulaştırılmaktadır. Buharlaşma değeri sıfır alınarak giren ve çıkan debi değerleri vasıtasıyla ölçümler yapılmıştır. Ölçümler neticesinde beton kanallarda sızma miktarı 100 metrede 2.8 L/sn olarak bulunmuştur(Beyribey & Balaban, 1989).

Klasik sulama sistemlerinde sulama randımanları düşük olmakta ve su kayıpları artmaktadır. Tava ve karık sulaması olduğu zaman su uygulama randımanı %60 civarlarındadır. Yağmurlama veya damlama sulamalar yapıldığında ise randıman %80 lere kadar ulaşmaktadır. Dolayısıyla sulama şekline bağlı olarak %20 tasarruf edilebilmektedir (Çakmak & Aküzüm, 2006).

Yaklaşık olarak bir asır önce sulamanın başladığı Hindistan sınırları içerisinde yer alan Nira Vadisi'nde toplam uzunluğu 162 km, 20,39 m³/s kapasiteli sulama kanalının ilk 30 km sinde su kayıpları üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırma neticesinde kanalın başında ve 30. kilometresinde ölçümler yapılmış olup kanaldaki suyun ortalama %15' inin kayıp olduğu tespit edilmiştir. Bölgedeki projeli sulama sahasının 60.656 hektar olduğu ve kanaldaki kayıplara bağlı olarak sulama alanının %45' i olan 27.328 hektar alanın sulandığı tespit edilmiştir. Kanalların astar ile kaplanarak sulama sisteminin modernizasyonun yapılması neticesinde su kayıplarının minimuma indirgeneceği öngörülmüştür(Sathe ve ark, 2018).

İran'da Varamin kanalında yapılan bir araştırmada tersiyer, yedek ve ana kanal üzerinde ultrasonik akış ölçer cihazı ile tersiyer, yedek ve ana kanallar üzerinde debi ölçümleri yapılarak ortalama sızma kayıpları hesaplanmıştır. Ölçümler neticesinde ana ana kanal, sekonder kanal ve tersiyer kanallardaki su kayıpları, ortalama olarak giren debinin sırasıyla %5, %9 ve %11'i olarak ölçülmüştür. Araştırmada, ana kanalların sekonder kanallara göre, sekonder kanallarında tersiyer kanallara göre daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir. Tersiyer kanallardaki su kayıplarının nedenleri, kanal betonlarındaki tahribatların olması, kanal derzlerinde su sızıntılarının oluşması ve kanaldaki yabancı otlar olarak saptanmıştır. Kanaldaki otların büyümesine bağlı olarak köklerinin betonları parçalaması ve suyun akış hızının düşmesine neden olduğu dolayısıyla sızıntı oranını artırdığı için kanal bakım ve onarımlarının eksiksiz olarak yapılması gerektiği vurgulanmıştır(Mohammadi ve ark , 2019).

Diyarbakır Devegeçidi sulamasında yapılan bir araştırmada, sulama sisteminin yaklaşık olarak 36 yıllık olmasına bağlı olarak ana kanalda %50 oranında, yedek kanallarda ise %60-70 oranında tahribat meydana geldiği, tersiyer kanalların ise tamamının kullanılamaz durumda olması sebebiyle sulama sisteminin bakım onarımlarının yapılmasının önem arz ettiği belirtilmektedir(Demir, 2008).

Tekiner (2008) Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yaptığı bir çalışmada, su dağıtım çalışmalarını yedek ve tersiyer kanallarda ölçüm yaparak incelemiştir. Tersiyer kanallarda yaptığı ölçümlerde kanalların kapasitelerinin yetersiz olduğunu tespit etmiştir. 22 parselde yürüttüğü çalışmada parsellerin su uygulama randımanını ortalama olarak %46 olarak hesaplamıştır. Tersiyer kanallarda yapılan ölçümlerde %70'inin suyu %4 ile %10 arası kayıpla taşıdığı, yedek kanallarda ise bu oranın %3 ile %11 arasında olduğunu belirtmiştir. Sızma kayıplarının oluşmasının en büyük nedeni olarak da sulama şebekesinin 35 yıldır kullanılan eski bir şebeke olması olarak göstermiştir.

Özdoğan (2010) İç Anadolu Bölgesi Kızılırmak havzasında yer alan Güldürcek barajı sulama sahasında yaptığı çalışmada sulama sistemi performanslarını şebekeye alınan su miktarları ile belirlemiştir. Sulama sistemine giren toplam su miktarı ve toplam sulama suyu ihtiyacı belirlenerek yıllık su temini oranları tespit edilmiştir. Yıllık su temini oranlarının 2,1 ile 24,01 arasında değiştiği saptanmış olup tarım arazilerine toplam su ihtiyacından fazla su saptırıldığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada tarım arazilerine verilen su ile sulanan alanlar kıyaslanmıştır. Birim alana dağıtılan su miktarının en düşük 7,68 m³ /ha, en yüksek ise 16,15 m³ /ha olduğu hesaplanarak birim sulanan alana dağıtılan sulama suyu miktarının çok yüksek olduğu görülmüştür.

Sarı (2010) Balıkesir ve Gönen Ovası sulamalarında bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye verilen su miktarları ile sulama randımanlarını ve işletmecilik sorunlarını incelemiştir. Planlanan ve gerçekleşen bitki desenlerine göre şebekeye alınan su miktarları karşılaştırıldığı zaman sulama randımanını %35 in altında olduğunu gözlemlenmiştir. Su uygulama randımanının düşük olmasının sebeplerini ise çiftçilerin bilinçsiz sulama yapmaları, suyun dağıtımı ve iletimini gerçekleştiren kuruluşun arazide gerekli kontrolleri yapmaması, çiftçilerin beyan ettiği sulayacakları alan ile suladıkları alan arasında fark olması ve sulama sisteminin 1977 yapımı olması nedeniyle şebekede bakım onarım ihtiyaçlarının olması olarak tespit etmiştir.

Donma (2008) Aşağı Seyhan Ovasında yaptığı bir araştırmada suyun durumunu, su yönetimini, sulama sistemlerini olası iklim değişiklikleri senaryosu ile birlikte incelemiştir. Yapılan projeksiyonlarda ovaya düşecek yağış miktarının 2070' li yıllarda ortalama olarak %45 azalacağı öngörülmüştür. Yapılan tespitlerde çiftçilerin gece sulaması yapmaması nedeniyle suların gece drenaj kanallarına dökülmesi, sulama kapaklarının denetleyici kuruluş tarafından yeterince kontrol edilmemesi, çiftçilerin verdikleri beyannameler ile fiilen ekim yaptıkları alanların bitki deseni ve alan olarak uyumsuz olması, sulama kanallarının bakım onarım ihtiyaçlarının olması sebebiyle oadaki su uygulama randımanının %40' larda olduğunu belirtmiştir. Yağışlarda oluşacak azalma nedeniyle sulama sezonunun daha erken başlayıp daha geç bitmesi ve zamanla tarım arazilerinin genişlemesine bağlı olarak gelecekte su kullanımının artacağını söylemektedir. Ayrıca su ihtiyacına bağlı olarak yeraltı suyuna olan talebin artacağını ve bunun sonucunda deniz suyunun yer altı suyuna karışacağını dolayısıyla sürdürülebilir su yönetimi planlamasının özellikle kıyı kesimlerde çok önemli olduğuna dikkat çekmektedir.

Korkmaz (2008) Açık kanal sulamasının yapıldığı Menemen Sol Sahil Sulamasında Sasalı sekonderi ve buna bağlı 11 adet tersiyer kanalet yapısında su dağıtım performansları ve sulama randımanları üzerine bir araştırma yapmıştır. Kanaletlerde yapılan ölçümler neticesinde giren akımın ortalama %1,5 unun sızma kaybı olduğunu tespit etmiştir. Oluşan sızma kayıplarının nedenlerini çiftçilerin yeni su alım noktaları oluşturması ve bunun teknik olarak uygun olmaması, priz kapaklarının tam kapanmaması, kanaletlerde oluşan çatlak ve yarıklar, sulama sonunda kanala bırakılan molozların çökmesi ve tersiyerlerde yetişen yabancı otların temizlenmemesi olarak açıklamıştır. Çalışmasında su uygulama randımanlarını da tespit etmiş olup ortalama olarak %65-75 arasındadır. Tarla içinde oluşan kayıpların nedenleri olarak ta üreticilerin sulama alışkanlıkları, bitkilerin suya ihtiyacı olmadığı zamanda sulama yapılması, tarlanın tesviyesi ve toprak çeşidi olarak belirtmiştir.

2.2. Konya Ovası Sulamasının Tarihçesi

İlk zirai medeniyetlere ev sahipliği yapan Konya Ovasında, yağışların yeterli olmaması ve su kaynaklarının kıt olmasına karşın tarım alanlarının geniş olması suyun uzaktaki kaynaklardan getirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Geçmiş yıllardan itibaren bu bölgede yaşanan su sıkıntısına sürekli olarak çözümler aranmıştır. Ovadaki su sıkıntısını çözmek amacıyla ilk çalışmalar Osmanlı Devleti döneminde başlamıştır.

Osmanlı İmparatorluğunun son dönemlerindeki en önemli projelerden bir tanesi Beyşehir Gölünden Konya Ovasına su getirilmesi işidir. Bu kapsamda ilk çalışmayı 1819 yılında Çelik Mehmet Paşa yapar. Suğla Gölündeki düdenleri kapatarak suyun birikmesini hedeflediği projede başarıya ulaşamaz. 1871, 1887, 1889, 1893 ve 1899 yıllarında su sorununun çözülmesi amacıyla çalışmalar yapılmış fakat sonuç alınamamıştır (Eroğlu,2013).

Bölgenin en büyük kaynağı Beyşehir gölü olmakla birlikte göl dolduğu zaman fazla sular yaklaşık 60 km uzaklıkta Seydişehir ve Bozkır arasında Suğla bataklığına akıtılır, buradan da düdenler vasıtasıyla çekilirdi. Düdenlerin doygunluğa ulaştığı zamanlarda ise fazla sular Sarayköy yakınlarındaki havzanın en alçak eşiğini aşarak Mavi Boğaz boyunca akarak Bozkır tarafından gelen Çarşamba Çayı ile birleşirdi. Daha sonra bu sular Çumra Alemdar bölgesinde kontrolsüz su birikintileri oluştururdu. Suyun olmadığı yıllarda ise Ovada su kaynağının olmaması sebebiyle büyük kıtlıklar yaşanırdı.1843, 1853, 1874 ve 1878 yıllarında büyük kıtlıkların içerisinde 1874 kıtlığı o

kadar şiddetliydi ki insanlar tarlalarını, elbiselerini satmak zorunda kaldı ve göçe zorlandılar (Eroğlu, 2013).

Ova köylerinden Kuru Kafa Mehmet Efendi adında bir vatandaş Bozkırdan gelen Çarşamba çayını sürekli olarak ovaya akıtmak amacıyla bir keşife çıkar. Çıktığı keşifte Çarşamba çayı ile birleşen bir dere görür ve bu dereyi takip ederek Beyşehir'e kadar ulaşır. Beyşehir Gölü'nü gördükten sonra tekrar köyüne döner ve etrafındakilere göldeki suyun ovaya aktarılmasının bir kanal açılması ile mümkün olacağını anlatır. Beyşehir gölünden gelen suyun Suğla bataklığına dökülmeden mevcut derenin yanına bir kanal açılması amacıyla yaklaşık 1000 kişi ile beraber kanal açılmaya başlanır. Ancak kanalın ilkel tekniklerle açılması kanal yan seddelerinin zayıf olmasına yol açar ve Beyşehir'den Mavi Boğaza kadar açılan kanal Karaviran civarında suyu taşıyamadığı için tahrip olur.

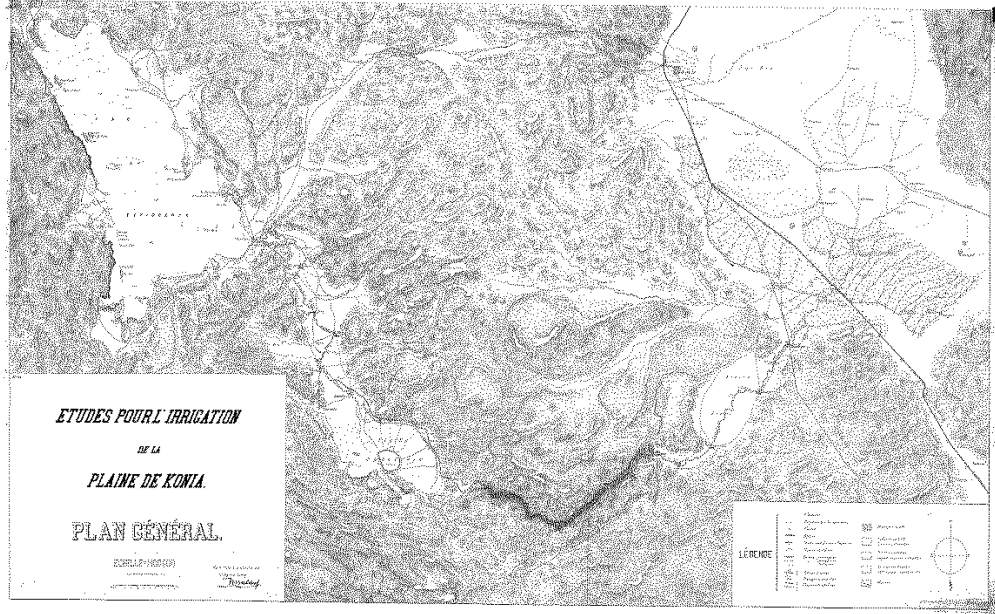
Kanal açılmasının başarısızlıkla sonuçlanmasından sonra Kuru Kafa Mehmet Efendi vefat eder ve oğlu babasının bu düşüncesini dönemin Konya Valisi Avlonyalı Ferit Paşaya arz eder. Avlonyalı Ferit Paşanın Abdülhamit Han'a sadrazam olarak atanmasıyla beraber proje padişaha sunulur. Abdülhamit Han'ın onaylamasına müteakip gerekli çalışmalar başlatılır.

Proje ile alakalı ilk etütler Waldorp adında İstanbul Haydarpaşa Demiryolları idaresinde çalışan Alman bir mühendis tarafından yapılmıştır. Beyşehir gölünü ve çevresindeki araziye inceleyen Waldorp Beyşehir Gölündeki su ile açılacak bir kanal vasıtasıyla 50000 hektar arazinin sulanabileceğini ayrıca projenin maliyeti ve tarımdan elde edilecek gelirleri kıyaslayarak projenin ekonomik olduğu raporunu hazırlar. Proje ihaleye çıktıktan sonra yüzde 4 tenzilatla dönemin Anadolu-Bağdat demiryolu hattını yapan "Societ du Chemin de fer Ottoman d'ANATOLIE" isimdeki şirkete verilir. Sözleşme 10 Kasım 1907 de Maliye Bakanı Ziya Paşa tarafından imzalanarak Abdülhamit Han tarafından tasdik edilir (Bildirici, 1994).

Proje kapsamında Beyşehir gölünden ana isale kanalı ve diğer kanallar toprak olarak açılmıştır. Açılan kanalın yanı sıra iş kapsamında köprüler, regülatörler, bekçi barakaları ve depolar yapılmıştır.

İşin toplam tutarı 19.500.000 Fransız Frangıdır. Müteahhit firmaya 6 ayda bir hakediş ödemeleri yapılmıştır. 1908 yılında başlayan işin kabulü 1913 yılında yapılmış olup sözleşmenin 8. Maddesi gereğince 1908-1913 yılları arasında şirket tarafından işletilmesi yapılmıştır (Bildirici, 1994).

Konya Ovası Sulamasının Beyşehir Gölü ve gölden çıkan kanalın güzergahının gösterildiği Almanlar tarafından hazırlanmış tarihi vaziyet planı Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tarihi Konya Ovası Sulaması Vaziyet Planı (DSİ KOS Şube Müdürlüğü, arşiv)

2.3. Proje Sahasının Tanıtılması

Şekil 2.2’ de Türkiye’de bulunan 25 havzanın hidrolojik sınırları gösterilmiştir. Bu havzalardan Konya, Akarçay, Van Gölü ve Burdur Havzaları kapalı havza konumundadır. Bu 4 havzanın denizle herhangi bir bağlantısı bulunmamaktadır. Suların havzalara dağılımında eşitsizlik bulunmaktadır. Toplam yıllık akışın %50’ sini 4 havzada bulunmaktadır. Bu havzalar Dicle-Fırat, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya havzalarıdır.



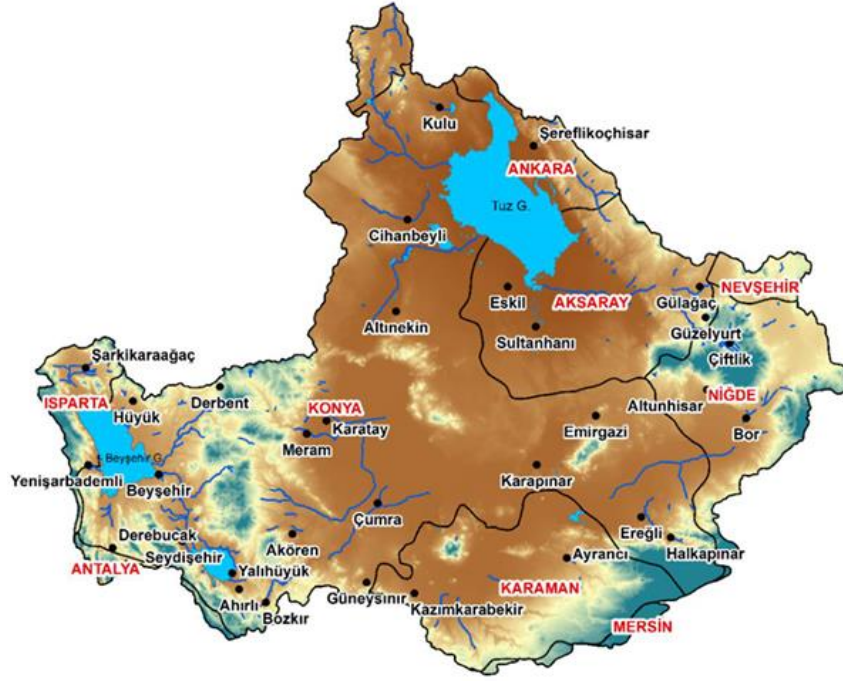
Şekil 2.2. Hidrolojik havza sınırları (Anonim, 2022)

25 Havzadan biri olan ve çalışma sahamız olan Konya Kapalı Havzası Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesinde $36^{\circ}51'$ ve $39^{\circ}29'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ}36'$ ve $34^{\circ}52'$ doğu boylamları arasında yer alır. Yüzölçümü 4.980.534 ha olup Türkiye'nin yaklaşık %7'sini teşkil eder.

Havza içerisinde kot ortalama olarak 1020 m seviyelerindedir. Havzanın denizle herhangi bir bağlantısı yoktur. Bölgede tortul, metaformik ve magmatik olmak üzere çeşitli kayaç türleri mevcuttur (DSİ,2000).

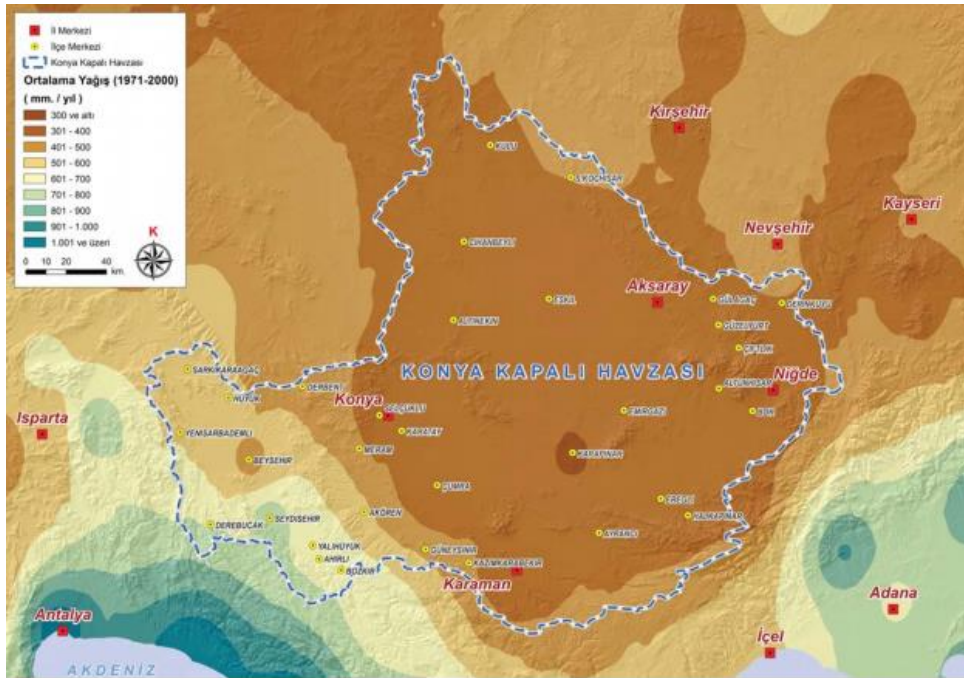
Havzayı kuzeyde Sakarya ve Kızılırmak, doğuda Kızılırmak ve Seyhan, güneyde Doğu Akdeniz, batıda Antalya ve Akarçay havzaları çevrelemektedir. Konya Kapalı Havzası, Anadolu'nun ortasında yükselen eski bir nehir yatağının hava hareketlerine bağlı olarak oluşmuştur. Konya Kapalı Havzası sınırları içinde Konya, Niğde, Isparta, Aksaray, Ankara, Karaman ve Nevşehir illerine bağlı bölgeler yer almaktadır. Ayrıca İçel ve Antalya illerinin yerleşim olmayan bazı bölgeleri de havza sınırları dâhilindedir.

Konya Kapalı Havzasında yer alan Çumra İlçesi $37-38^{\circ}$ doğu boylamları ile $33-34^{\circ}$ kuzey enlemleri arasında yer alır. Doğusunda Karapınar ilçesi, batısında Akören, güneyinde Güneysınır kuzeyinde ise Konya Merkez yer almaktadır. Deniz seviyesinden 1013 metre yüksekliğe sahip olan ilçenin yüzölçümü 172.082 hektardır. Şekil 2.3' de Çumra Ovasının Konya Kapalı Havzası içerisindeki konumu gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Konya kapalı havzası vaziyet planı (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2020)

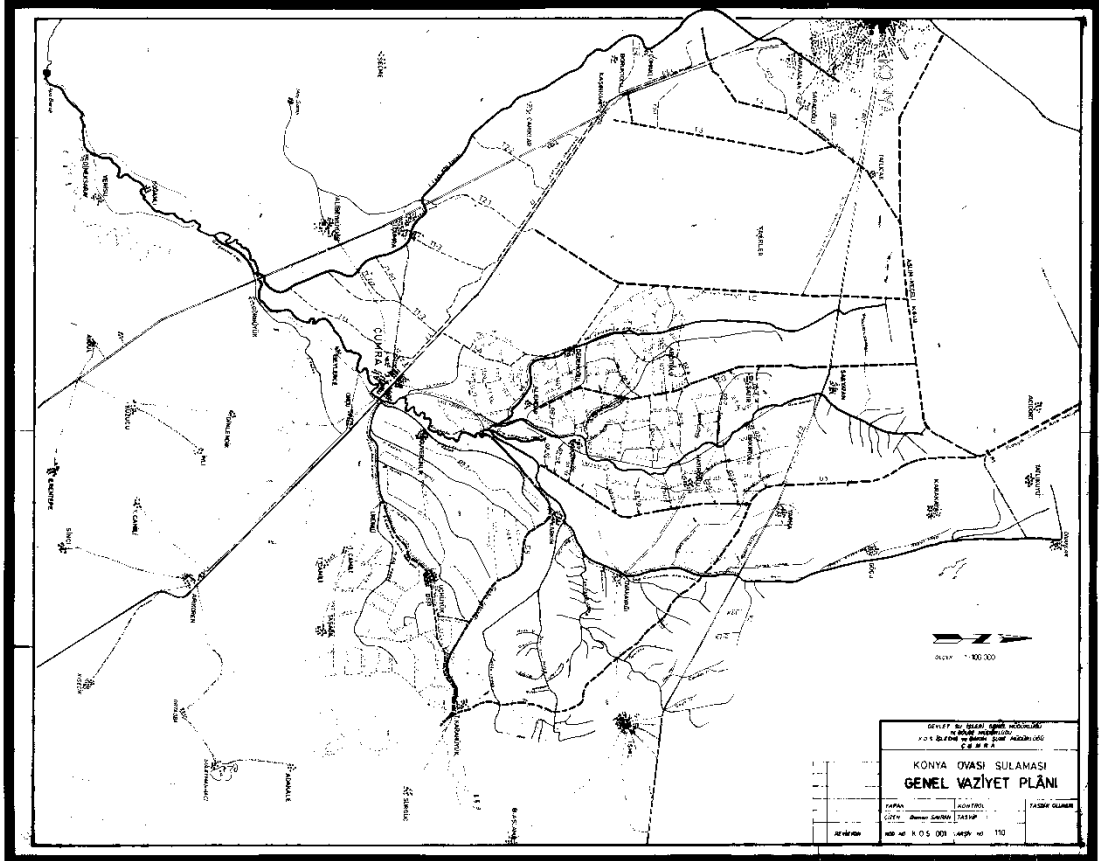
Konya Kapalı havzası yıllık yağış ortalaması ise 400 mm civarında olup bölgenin ortalama yağış haritası Şekil 2.4' de verilmiştir.



Şekil 2.4. Konya kapalı havzası yağış haritası (Berke ve ark, 2014)

Çumra Sulamasının projeli sulama alanı 59704 hektar sulama sahasına sahip olup Konya ili Çumra ilçesi Apa Mahallesi sınırlarından başlayarak Karatay ilçesi sınırlarında yer alan Sakyatan ve Yarma mahalleleri sınırlarına kadar ulaşmaktadır. Çumra Sulaması Ülkemizin en büyük 2. Sulama projesi kapsamındadır. Çumra ilçesi ve

Karatay ilçesi sınırlarında yer alan mahalleleri kapsamaktadır. Sulamanın 1.Esas, 2.Esas ve Simi Alkaran sulamaları Çumra Sulama Birliği'ne, Ova Sulaması ise Ova Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Çumra Sulamasının kanallarının gösterildiği vaziyet planı Şekil 2.5'de verilmiştir.



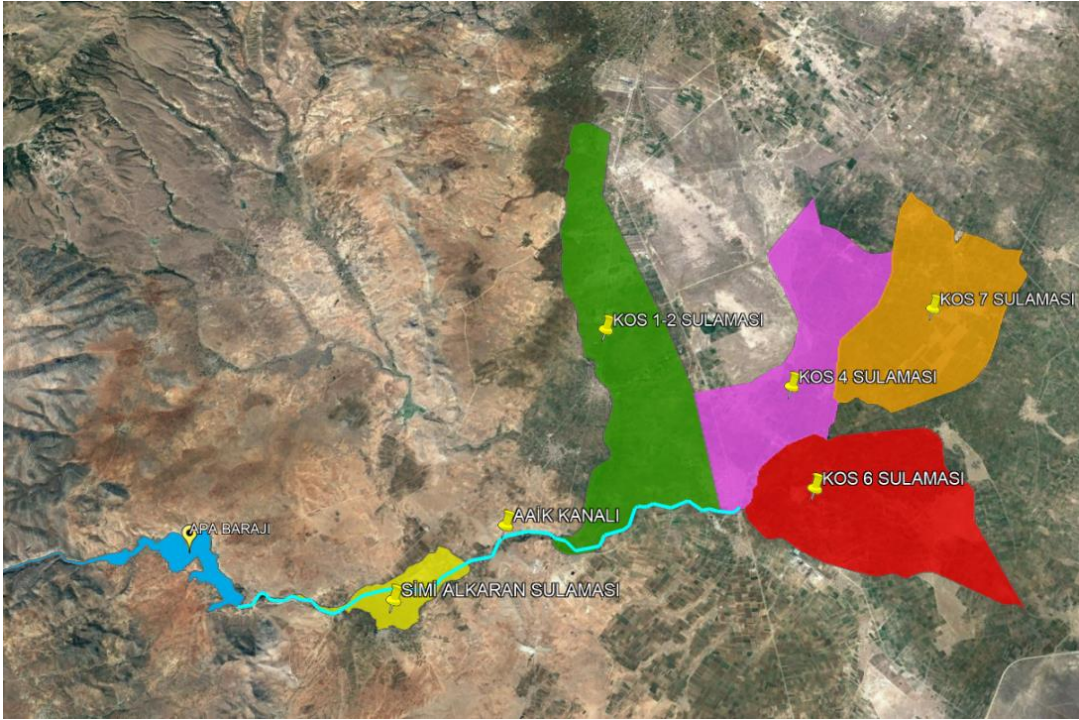
Şekil 2.5. Konya Ovası Sulaması vaziyet planı (DSİ KOS Şube Müdürlüğü, arşiv)

Çizelge 2.1' de Çumra Sulaması içerisinde yer alan farklı bölgelerdeki sulama sahalarının alanları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Sulama alanları

Sulamanın adı	Sulama Alanı (ha)
1.Esas Sulaması (KOS 1-2)	20770
2.Esas Sulaması (KOS 6)	11917
Simi Alkaran Sulaması	2095
Ova Sulaması (KOS 4-KOS7)	24922

Çalışma sahamız olan ve 11917 hektar alanı kapsayan KOS 6 (2.Esas) Sulaması ve üniteleri, DSİ tarafından yapımı tamamlanarak protokolle işletme ve bakım hizmetleri Çumra Sulama Birliğine devredilmiştir. Şekil 2.6'da kaynağı Apa Barajı olan Çumra Sulama ünitelerinin vaziyet planı yer almaktadır.



Şekil 2.6. Çumra sulaması vaziyet planı

2.4. Sulamaya ait tesisler

2.4.1. Apa barajı

Çumra Sulamasının başlıca su kaynağı Apa Barajı'dır. Bozkırdan gelen Çarşamba çayının tabii akımları, Beyşehir ve Suğla Gölünden BSA Kanalı vasıtasıyla gelen akımlar ile Bağbaşı Barajı'ndan gelen sular Apa barajında düzenlenmektedir.

Apa barajının minimum seviyesi 1034.34 m olup maksimum su seviyesi ise 1054.04 m (171 hm³)'dir. Kurak olmayan yıllarda Çumra Sulamasına ortalama 450 hm³ su verildiği göz önüne alınırsa bir sezonda ortalama Apa Barajı 3 kere doldurulup boşaltılmaktadır. Sulama sezonu başlamadan kış ve bahar aylarında diğer rezervuarlarda depolanan sular, sulama sezonunun başlamasıyla beraber Apa Barajında suyun azalmasına bağlı olarak buraya alınmaktadır. Şekil 2.7 de Apa Barajı ve barajdan suyun iletim kanalına döküldüğü kısım yer almaktadır.



Şekil 2.7. Apa Barajı (DSİ, 2021)

2.4.2. Beyşehir gölü

Ülkemizin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü, Konya ilinin batısında ve il merkezine 90 km mesafede, Beyşehir İlçesinin kuzeyinde, Şarkikaraağaç İlçesinin güneyinde Sultan dağları ile Anamas dağları arasındaki tektonik çukurlukta yer almaktadır. İdari olarak Konya ve Isparta sınırları içerisinde yer almaktadır. Tektonik kökenli olmasına rağmen göl alanının biçimlenmesinde karstik olaylar etkili olmuştur. Göl'ün güney ve kuzey kıyıları sığ olup, en derin yeri 10 metreyi bulmaktadır. Göl su seviyesi yağışların durumuna göre değişiklik göstermektedir. Göldeki sular, bölgedeki tarım arazilerinin su ihtiyacını karşılamakla beraber Konya ilindeki sulamalarında en büyük su kaynağı olma özelliğini taşımaktadır. Göl yüzey alanı, kurak ve yağışlı periyotlara bağlı olarak 650 km² ile 750 km² arasında değişmektedir. Beyşehir Gölü tabii bir göl olup, kendi yağış havzasının yağış rejimine bağlı olarak kurak yıllarda düşme, yağışlı yıllarda yükselme olarak gözlenen bir salınım göstermektedir.

Beyşehir Gölü işletmeye açılışından günümüze kadar geçen yaklaşık 100 yıllık periyotta yapılan gözlemlere göre göl su seviyesi, 1120,85 m ile 1125,50 m arasında değişmiş olup, 1981 yılında 1125.50 ile en yüksek seviyesine ulaşırken 1934 yılında 1120.83 kotu ile en düşük seviyede kalmıştır.

DSİ tarafından yapılan ölçümler neticesinde Beyşehir Gölünün kot, alan ve hacimleri Çizelge 2.2 deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 2.2. Beyşehir gölü kot, alan ve hacim değerleri

	Kot	Alan (m ²)	Hacim (m ³)
Minimum işletme	1121,03 m	611,1	2392,5
Maksimum işletme	1125,60 m	722	5409,9
Maksimum su	1125,60 m	723,8	5482,1

Beyşehir Gölü ve çevresi sit alanı olması sebebiyle gölden tarımsal sulama maksatlı su alma kotu 1122.40 olarak belirlenmiştir. Bu kotun üzerindeki sular, Beyşehir Merkezde bulunan tarihi regülatör vasıtasıyla BSA kanalına regüle edilmektedir. Sulama sezonunda Beyşehir ve Seydişehir bölgelerindeki yer alan tarım arazilerinin sulama suyu ihtiyacı karşılanarak, Konya Ovası Sulamaları için Apa Barajı'na takviye yapılmaktadır. Şekil 2.8 de Beyşehir Gölü'nün su alma yeri olan regülatör kapakları yer almaktadır.

**Şekil 2.8.** Tarihi Beyşehir regülatörü (DSİ,2021)

2.4.3. BSA iletim kanalı

Beyşehir-Suğla-Apa (BSA) Kanalı Beyşehir Regülatörü'nden başlayarak Apa Barajı'na kadar uzanmaktadır. KOP' un omurgasını teşkil eden bu kanal Türkiye'nin uzunluk ve debi bakımından ilk sıralarda yer alan kanallarından biridir. İletim kanalı Beyşehir Regülatörü'nden itibaren 68 km trapez kesitli beton kanal 43 km'si ise toprak kanal şeklindedir. Kanal sırasıyla Beyşehir, Seydişehir, Yalılıyük, Ahırlı, Akören ilçesi sınırlarından geçerek Çumra sınırları içerisinde yer alan Apa Barajı'na ulaşır.

Kanalın kapasitesi Beyşehir'den 131 m³/s ile başlayarak 187 m³/s 'e kadar ulaşmaktadır. Km 48+971' de Gökhüyük Regülatörü bulunmaktadır. Bu regülatör vasıtasıyla herhangi bir taşkın anında Beyşehir Gölü'nden gelen sular Suğla Depolamasına aktarılmaktadır.

BSA kanalı çok amaçlı bir kanaldır. Beyşehir ve Seydişehir bölgelerinde yer alan Gevrekli Sulaması (4438 ha), Seydişehir Cazibe Sulaması (7202 ha) ve Suğla Cazibe sulamasının (9530 ha) ana ve yedek kanallarını beslemektedir. Bunun yanında tarımsal sulama sezonunda DSİ tarafından yapılan işletme programına uygun olarak Apa barajına bu kanal vasıtasıyla su takviyesi yapılmaktadır. Ayrıca Beyşehir ve Mavi boğaz arasında yüksek kesimlerden gelen taşkın suları da BSA kanalı ile Suğla Depolamasına ya da Konya Çumra Ovasına aktarılmaktadır.

Kanalın ;

km : 0 + 000 ~ 1 + 655 arası 131,0 m³/s kapasiteli duvarlı kanal,

km : 1 + 655 ~ 17 + 300 arası 131,0 m³/s kapasiteli trapez kesitli kanal,

km : 17 + 300 ~ 48 + 971 arası 185,7 m³/s kapasiteli trapez kesitli kanal,

km : 48 + 971 ~ 60 + 900 arası 70,0 m³/s kapasiteli trapez kesitli kanal,

km : 60 + 900 ~ 61 + 300 arası 70,0 m³/s kapasiteli kapalı geçiş

km : 61 + 300 ~ 63 + 250 arası 70,0 m³/s kapasiteli trapez kesitli kanal,

km : 63 + 250 ~ 63 + 400 arası 70,0 m³/s kapasiteli kapalı geçiş

km : 63 + 400 ~ 68 + 550 arası 100,0 m³/s kapasiteli trapez kesitli kanal

şeklindedir. Şekil 2.9 da BSA Kanalı ve Gökhüyük Regülatörü'nün olduğu kısım yer almaktadır.



Şekil 2.9. BSA kanalı (DSİ, 2021)

2.4.4. Suğla depolaması

Konya ili Seydişehir ilçesi eski Suğla Gölü yatağında bulunan Suğla Depolaması; Süberte ve Irmak çayları ile Gökhüyük kanalı suları ve Beyşehir taşkın sularını toplayıp, Konya Çumra Ovasına sulama suyu olarak akıtmak maksadıyla 2003 yılında işletmeye açılmıştır. Suğla depolaması 581 km² lik bir yağış alanına sahiptir. Kendi drenaj alanından ve Beyşehir gölünden BSA kanalı vasıtasıyla gelen sularla beraber kış aylarında doluluk oranı artmaktadır. 66.9 km sedde ile çevrili olan depolamada biriken sular depolamada yer alan pompa istasyonu vasıtasıyla tekrar BSA kanalına aktararak Çumra ovasına aktarılmaktadır. 4000 ha göl alanına sahip depolamanın maksimum göl hacmi 258,5 hm³'tür. Suğla depolaması ve suyun kanala aktarılmasını sağlayan Suğla merkez pompa istasyonu Şekil 2.10'da yer almaktadır.



Şekil 2.10. Suğla Depolaması (DSİ, 2021)

2.4.5. Bağbaşı barajı ve mavi tünel

Konya Çumra 3.Merhale projesinin en önemli ünitesini Bağbaşı Barajı ve Mavi Tünel oluşturmaktadır. Konya'nın Hadim ilçesi Bağbaşı mahallesinin 1 km kuzeybatısında ve Göksu nehri üzerindedir. Barajın gövde hacmi 3,9 milyon m³ olup rezervuar hacmi ise 205 hm³ tür. Ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu olarak inşa edilen barajın kullanım maksadı içme suyu temin etmek, hidroelektrik enerji elde etmek ve sulamadır.

Mavi Tünel ise Bağbaşı Barajı ve Mavi Boğaz arasında yer almaktadır. 17.034 m uzunluğundaki Mavi Tünel, dünyanın en uzun 5.tüneli olmakla birlikte çift kalkanlı tünel delme makinası ile delinen Türkiye'nin ilk tüneldir.

Mavi Tünel vasıtasıyla Bağbaşı Barajından alınan sular BSA Kanalı vasıtasıyla Apa barajına alınmaktadır. Mavi Tünel su alma yapısından suyun çıkış anı Şekil 2.11' de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Mavi Tünel su çıkışı (DSİ,2021)

2.4.6. Bozkır Barajı

Göksu Nehri üzerinde yer alan, kret uzunluğu 517 m ve depolama hacmi 360,69 hm³ olan Bozkır Barajı'nda biriken sular Konya kapalı havzasına su temin etmek maksadıyla Bağbaşı barajına aktarılmaktadır. Bozkır Barajı ve barajın gövdesi Şekil 2.12' de verilmiştir.



Şekil 2.12. Bozkır Barajı (DSİ, 2021)

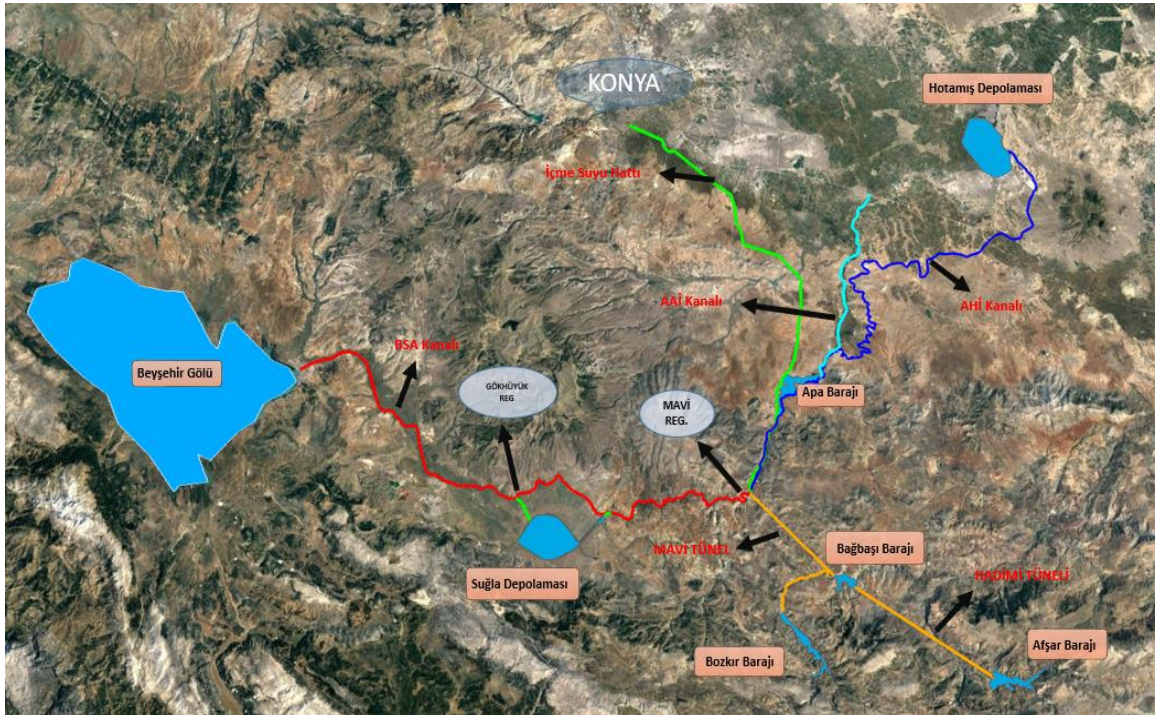
2.4.7. Ahi Kanalı

125 km uzunluğundaki Ahi kanalı, Mavi Tünel vasıtasıyla Bağbaşı barajından gelen sular ile BSA kanalından gelen akımları Mavi Regülatörü'nden başlayarak Hotamış Depolamasına iletecek şekilde yapılmıştır. Bu kanal vasıtasıyla iletilen sular, kanal üzerinde su alma yapıları bulunan kapalı sulama sistemlerinde kullanılacaktır. Kanalin 21 km'si duvarlı kanal, 100 km' si trapez kanal, kalan 5 km'si ise tünel ve sifon şeklindedir.

2.4.8. Hotamış Depolaması

Konya'nın Çumra ilçesi sınırları içinde, ilçe merkezinin 10 km güney doğusunda Hotamış Gölü üzerinde inşa edilen Hotamış Depolaması'nın maksimum depolama hacmi 580 hm³'tür. Yapılış amacı Göksu nehrinden çevrilecek olan fazla suları depolamaktır.

Şekil 2.13 de yer alan vaziyet planında görüldüğü üzere, inşa edilen ve yapımı devam eden baraj, göl, depolama tesislerden gelen sular Konya Çumra Ovası'nda yer alan tarım arazilerinde kullanılmak üzere Apa Barajı'nda depolanmaktadır.



Şekil 2.13. Rezervuarlar ve iletim hatları

2.5. Su iletim ve dağıtım yapıları

Sulama sistemlerinde göl, baraj vb. gibi depolamalardan alınan sular kanallar yardımıyla tarlalara ulaşır. Suyun minimum kayıpla arazilere iletilmesi için sulama

sistemi planlamasının iyi yapılması önem arz etmektedir. Uygun bir su dağıtım planlaması

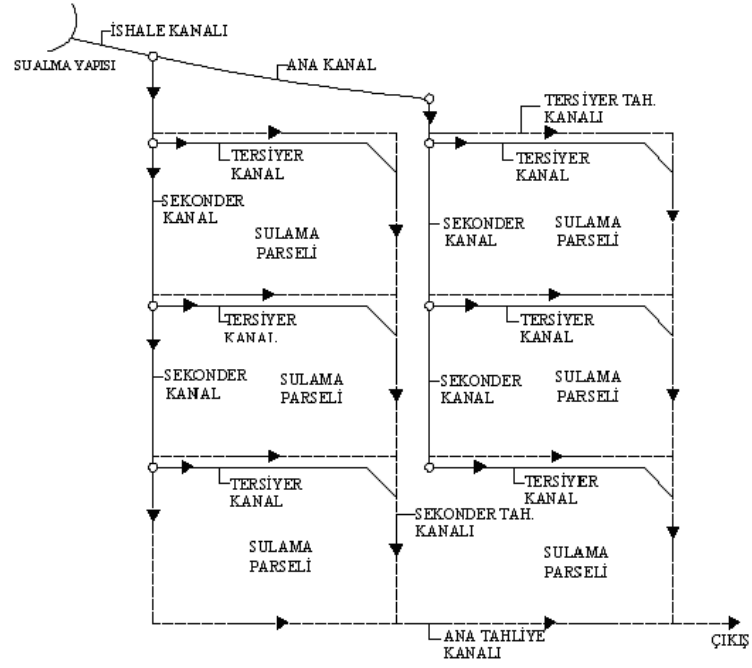
- Sulanacak tarım arazilerinin büyüklüğünün belirlenmesi
- Mevcut su miktarının iyi saptanması
- Topografik durum ve toprak yapısının belirlenmesi
- Sulama sistemlerinin düzgün seçilmesi
- Su iletim ve dağıtım yapılarının gerekli bakımlarının yapılması sayesinde mümkün olmaktadır.

Sulama şebekesi elamanları regülatörler, kanallar, priz yapıları vb. elemanlardan oluşmaktadır. Regülatörler kanalda bulunan suyun akışını düzenleyen, gerekli olan suyun istenilen kanala çevrilmesini sağlayan yapılardır. İletim kanalı, suyun rezervuardan alınarak ana kanallara taşınmasını sağlayan kanaldır. Ana kanal, suyu iletim kanalından alarak yedek kanallara taşıyan kanaldır. Yedek kanal, suyu ana kanaldan alarak tersiyer kanallara ileten kanaldır. Tersiyer kanal ise üzerinde çiftçilerin su alması için prizlerin bulunduğu, suyu yedek kanaldan alarak tarım arazilerine taşıyan kanaldır. Tahliye ve drenaj kanalları da sulamadan dönen suların tarım arazilerinden uzaklaştırılmasını sağlayan kanallardır. Şekil 2.14 de Apa Alemdar İsale Kanalı üzerinde yer alan Kısıkyayla Regülatörü gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Kısıkyayla Regülatörü

Şekil 2.15’de sulama sisteminde yer alan kanalların ve parsellerin şeması verilmiştir.



Şekil 2.15. Sulama şebekesi elemanları (Usta, 2020)

3.2. Metot

3.2.1. Arazide ölçümler alınırken uygulanacak yöntem

KOS 6 Sulama sisteminde barajdan gelen isale kanalına bağlı bir adet ana kanal ve buna bağlı 4 adet yedek kanal ile yedek kanallara bağlı tersiyer kanallar bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada isale kanalı, ana kanal, 1 adet yedek kanal ve 8 adet tersiyer kanalda debi ölçümleri yapılarak kayıp su miktarları incelenmiştir. Ölçümler esnasında barajdan kanala verilen su seviyesinde herhangi bir değişiklik yapılmamış olup baraj çıkış debisi sabit tutulmuştur. Tüm ölçümler akustik doppler cihazı ve muline yardımıyla yapılmıştır.

3.2.2. Akustik doppler akım profilleyicisi (ADAP)

Akustik doppler akım profili çıkarma cihazı ses dalgaları yayarak ve geri dönen ses dalgalarını algılayarak farklı derinliklerde su akış hızını ölçen bir çeşit sonardır. Yüzer bot 4 kez sağ sahil ve sol sahile götürülerek elde edilen değerlerdeki hata payı %5'in altında ise verilerin ortalaması alınarak debi bulunmaktadır. Ölçümler geniş ve derin nehirler için uygun olmakta olup ve 25 cm'nin altında olan su derinliklerinde bu cihaz ile ölçüm yapılamamaktadır.

4.BULGULAR

4.1.Araştırma Sonuçları

4.1.1.İsale (İletim) kanalında yapılan ölçümler

Apa Alemdar İsale Kanalı, kaynağını Apa Barajı'ndan alarak Çumra arazilerini sulamaktadır. Maksimum 80 m³ debiyle Apa Barajı'ndan Kısıkyayla Regülatörü'ne gelen kanaldan 22 m³ debi 1.Esas kanalı ayrılmaktadır. Ayrılan 1.Esas kanalı İçeri Çumra'dan geçip Kaşınhanı'na kadar giderek Çumra Sulama Birliği'nin arazilerini sulamaktadır. Kısıkyayla'dan sonra Çumra merkezde Postalcık Regülatörü'ne kadar gelen Apa Alemdar İsale Kanalı'nda, Çumra Sulama Birliği'nin sahalarını sulamak üzere, 2.Esas Kanalı ayrımı vardır. Postalcık'tan sonra Karkın'a kadar devam eden kanal buradan da Ova Sulama Birliği arazilerini sulamak üzere Sağ Çarşamba, Ova Kanalı ve Sol Çarşamba'ya ayrılmaktadır.

Kanalda ölçüm alınırken başlangıç debisi DSİ tarafından kurulan ölçüm istasyonundan alınan veri baz alınmıştır. Kanalın orta kısımlarından 3 noktadan, mansabında 2 noktadan olmak üzere aynı gün içerisinde 5 noktada akustik doppler cihazı ile ölçümler alınmıştır. Ölçümlerin hassasiyetle alınabilmesi için, baraj çıkış debisi sabit tutularak kanal üzerinde bulunan çek yapılarında herhangi bir açma kapatma işlemi yapılmamıştır. Hata oranını azaltmak için cihaz ile ölçümler yapılırken; cihaz kanalda akışa dik olacak şekilde 2 kere sağ sahil 2 kere de sol sahil olmak üzere toplam 4 kere hareket ettirilerek alınan ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Çizelge 4.1 de isale kanalı üzerinde ölçüm yapılan noktaların koordinatları, Çizelge 4.2 de ise ölçüm sonuçları verilmiştir.

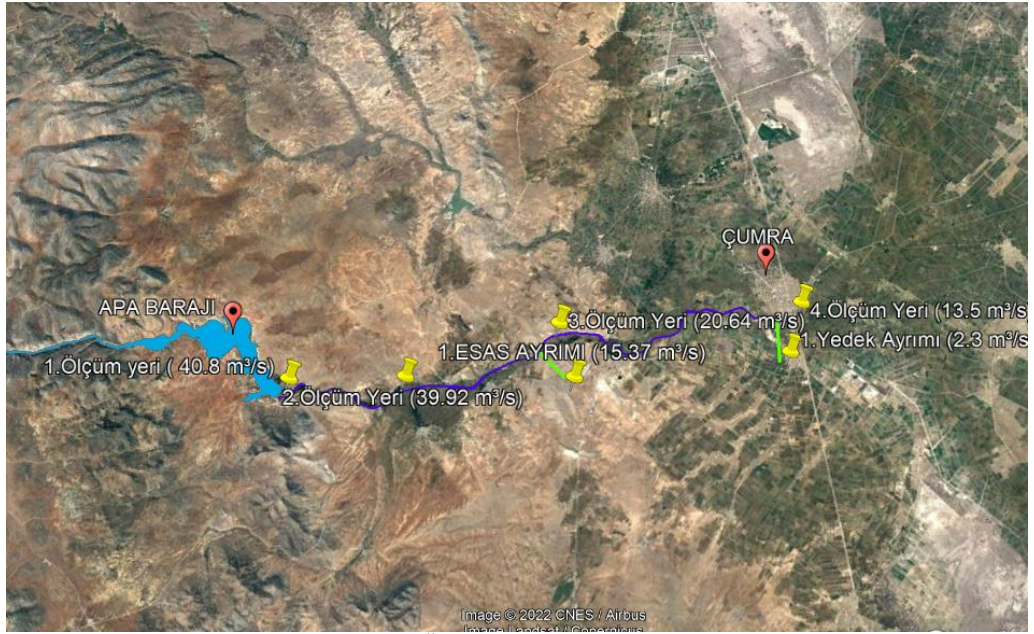
Çizelge 4.1. İsale kanalı ölçüm yerleri

Ölçüm İstasyonu Adı	Enlem	Boylam
Apa Barajı Çıkışı (1. Nokta)	37°22'20.74"K	32°33'21.85"D
Dineksaray Mahallesi (2. Nokta)	37°23'19.43"K	32°36'19.91"D
Kısıkyayla Regülatörü (3. Nokta)	37°27'59.56"K	32°40'8.53"D
1.Esas Regülatörü (Kanal ayrımı 1)	37°27'54.97"K	32°40'14.15"D
2.Esas Regülatörü (4.Ölçüm Noktası)	37°33'55.79"K	32°47'53.22"D
Güvercinlik Mahallesi (Kanal ayrımı 2)	37°34'5.90"K	32°47'55.57"D

Çizelge 4.2. İsale kanalı ölçüm sonuçları

Ölçüm İstasyonu Adı	Ölçüm Sonucu (m ³ /s)
Apa Barajı Çıkışı (1. Nokta)	40.8
Dineksaray Mahallesi (2. Nokta)	39.92
Kısıkyayla Regülatörü (3. Nokta)	20.64
1.Esas Regülatörü (Kanal ayrımı 1)	15.37
2.Esas Regülatörü (4.Ölçüm Noktası)	13.50
Güvercinlik Mahallesi (Kanal ayrımı 2)	2.3

Apa Barajı'ndan $40.8 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile gelen kanalda orta noktalardan alınan verilere bakıldığında Dineksaray Mahallesi'nde kanalda $39.92 \text{ m}^3/\text{s}$ suyun olduğu görülmektedir. Bir sonraki ölçüm istasyonunda ise $20.64 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçüm yapılmış fakat bu ölçüm istasyonundan önce $15.37 \text{ m}^3/\text{s}$ debili 1.Esas sulama kanalı ayrılmaktadır. Son ölçüm istasyonunda ise $13.50 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak veri alınmış ve bu ölçüm istasyonundan hemen önce debisi $2.3 \text{ m}^3/\text{s}$ olan yedek kanal ayrılmaktadır. Şekil 4.1 de isale kanalında ADAP ile ölçüm yapılan noktalar işaretlenmiştir.



Şekil 4.1. Ölçüm yerleri vaziyet planı

Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve çizelge 4.7' de ADAP ile 4 defa ölçüm yapılan noktalardan elde edilen kanal genişliği, alan ve debi değerleri ile bu değerlerin ortalaması gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. Dineksaray ölçüm parametreleri

Ölçümler	Botun kanala uzaklığı (m)	Botun kanala uzaklığı (m)	Bot hızı (m/s)	Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Hız (m/s)	Toplam Debi (m ³ /s)
1.ölçüm	1.75	1.50	0.279	36.99	50.69	0.797	40.392
2.ölçüm	1.75	1.50	0.351	37.65	50.68	0.778	39.445
3.ölçüm	1.75	1.50	0.320	36.80	50.68	0.782	39.663
4.ölçüm	1.75	1.50	0.310	37.84	50.69	0.794	40.172
Ölçüm Ortalaması	1.75	1.50	0.315	37.32	50.69	0.788	39.918

Çizelge 4.4. 1.Esas ayrımı ölçüm parametreleri

Ölçümler	Botun kanala uzaklığı (m)	Botun kanala uzaklığı (m)	Bot hızı (m/s)	Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Hız (m/s)	Toplam Debi (m ³ /s)
1.ölçüm	0.50	0.50	0.253	20.17	24.99	0.642	16.041
2.ölçüm	0.50	0.50	0.266	16.33	22.71	0.668	15.166
3.ölçüm	0.50	0.50	0.277	15.90	22.60	0.648	14.634
4.ölçüm	0.50	0.50	0.269	16.93	23.64	0.662	15.642
Ölçüm Ortalaması	0.50	0.50	0.266	17.33	23.49	0.655	15.371

Çizelge 4.5. Kısıkyayla regülatörü ölçüm parametreleri

Ölçümler	Botun kanala uzaklığı (m)	Botun kanala uzaklığı (m)	Bot hızı (m/s)	Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Hız (m/s)	Toplam Debi (m ³ /s)
1.ölçüm	0.50	0.50	0.181	22.82	33.50	0.607	20.331
2.ölçüm	0.50	0.50	0.247	25.70	35.42	0.588	20.841
3.ölçüm	0.50	0.50	0.277	27.77	36.78	0.559	20.571
4.ölçüm	0.50	0.50	0.290	26.73	36.07	0.577	20.812
Ölçüm Ortalaması	0.50	0.50	0.249	25.76	35.44	0.583	20.639

Çizelge 4.6. 2.Esas ana kanalı ölçüm parametreleri

Ölçümler	Botun kanala uzaklığı (m)	Botun kanala uzaklığı (m)	Bot hızı (m/s)	Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Hız (m/s)	Toplam Debi (m ³ /s)
1.ölçüm	0.70	0.70	0.224	11.06	13.44	0.969	13.025
2.ölçüm	0.70	0.70	0.253	11.55	14.25	0.987	14.069
3.ölçüm	0.70	0.70	0.240	10.94	13.44	0.998	13.405
4.ölçüm	0.70	0.70	0.239	11.19	13.71	0.985	13.500
Ölçüm Ortalaması	0.70	0.70	0.239	11.19	13.71	0.985	13.500

Çizelge 4.7. 1.Yedek ayrımı ölçüm parametreleri

Ölçümler	Botun kanala uzaklığı (m)	Botun kanala uzaklığı (m)	Bot hızı (m/s)	Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Hız (m/s)	Toplam Debi (m ³ /s)
1.ölçüm	0.60	0.70	0.13	6.8	5.6	0.45	2.52
2.ölçüm	0.60	0.70	0.17	5.6	4.7	0.43	2.02
3.ölçüm	0.60	0.70	0.16	6.4	5.3	0.40	2.12
4.ölçüm	0.60	0.70	0.14	6.0	5	0.52	2.58
Ölçüm Ortalaması	0.60	0.70	0.15	6.2	5.15	0.45	2.31

Yapılan ölçümler neticesinde isale kanalının 34.71 km sinde 9.63 m³/s' lik bir kayıp-kaçak oranı tespit edilmiştir. Bu kayıp ve kaçakların miktarı ile kanalda ölçüm yapılan yerlerin arasındaki mesafeler çizelge 4.8' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. İsale kanalı kayıp-kaçak ve sızma miktarları

Ölçüm İstasyonu Adı	Mesafe (km)	Kayıp Miktarı (m ³ /s)
1-2 arası	5.41	0,88
2-3 arası	11.2	3,91
3-4 arası	18.1	4,84
1-4 arası	34.71	9.63

Akustik doppler cihazının araç ile taşıma işleminden sonra arazide ölçüm yapılacak noktada indirilerek kurulumu Şekil 4.2' de, kanala yerleştirilmesi ve kanalda ölçüm yapılması ve ölçüm yapılırken bilgisayar ortamında ölçümlerin takip edilmesi ile ilgili fotoğraflar ise Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5' de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Akustik doppler kurulumu



Şekil 4.3. Cihazın kanala yerleştirilmesi



Şekil 4.4. Cihazla ölçüm yapılması



Şekil 4.5. Ölçümlerin takip edilmesi

4.1.2. Ana kanalda yapılan ölçümler

Çumra Sulaması'nda 11917 hektarlık bir alanı kapsayan KOS 6 Sulamasının ana kanalı olan 2.Esas kanalından 5 adet yedek kanal ayrılmaktadır. Bu kanalların 3 tanesi aynı kesit özelliklerine sahip trapez kesitli beton yedek kanal olup bir tanesi dikdörtgen kesitli duvarlı beton kanaldır. Yedek kanallarda ölçüm yapılarak ana kanaldaki kayıp kaçak oranı belirlenmiştir. 1.Yedek kanalı suyunu direk iletim kanalından alırken diğer 4 yedek kanal ana kanaldan çek yapıları vasıtasıyla suyunu almaktadır.

Yedek kanalların başlangıcından ölçümler yapılarak ana kanaldaki suyun kayıp kaçak oranı tespit edilmiştir. Sekonder kanallarda ölçüm yapılan yerlerin koordinatları Çizelge 4.9' da, ölçüm sonuçları ise çizelge 4.10' da gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Sekonder kanal ölçüm koordinatları

Ölçüm İstasyonu Adı	Enlem	Boylam
Ana Kanal Girişi	37°33'55.79"K	32°47'53.22"D
2.Yedek Kanalı	37°33'37.55"K	32°48'54.60"D
3.Yedek Kanalı	37°33'49.91"K	32°50'32.46"D
4.Yedek Kanalı	37°34'7.95"K	32°52'23.80"D
5.Yedek Kanalı	37°33'36.79"K	32°52'54.57"D

Çizelge 4.10. Sekonder kanal ölçüm sonuçları

Ölçüm İstasyonu Adı	Ölçüm Sonucu (m ³ /s)
Ana Kanal Girişi	13.5
2.Yedek Kanalı	3.62
3.Yedek Kanalı	3.62
4.Yedek Kanalı	3.62
5.Yedek Kanalı	1.69

Yapılan ölçümler neticesinde 2.Esas kanalında 7.46 km boyunca 4 adet yedek kanal bulunmaktadır. Bu kanalların debileri toplamı 12.55 m³/s, ana kanala giren su miktarı ise 13.5 m³/s' dir. Ana kanalın 7.46 km sinde 0.95 m³/s, 100 metrede ise 12.83 l/s kayıp kaçak/sızma olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.6' da, KOS 6 sulama sahası ve sulama sahasına ait yedek kanalların bulunduğu vaziyet planı yer almaktadır.

**Şekil 4.6.** Sekonder(yedek) kanallar vaziyet planı

Şekil 4.7 de 1.yedek kanal üzerinde ADAP ile yapılan ölçümler, Şekil 4.8' de ise dikdörtgen kesitli 5.yedek kanal üzerinde yapılan ölçümlere ait fotoğraflar yer almaktadır.



Şekil 4.7. Yedek kanal ölçüm



Şekil 4.8. 5.yedek kanal ölçüm

4.1.3. Sekonder(yedek) ve tersiyer kanalda muline yapılan ölçümler

KOS 6 sulamasına ait 1.yedek kanalı ve buna bağlı içinde su bulunan 8 adet tersiyer kanalda muline ile ölçümler yapılmıştır. 2 adet tersiyer kanalda giren debinin tamamının kanalın orta kısımlarında salma sulama yapmak amacıyla tarım arazisine verildiği tespit edilmiştir. Diğer 6 adet tersiyer kanalda giren ve çıkan debiler ölçülerek tabloda belirtilmiştir. Kanal güzergahında sulama yapan su motorları tespit edilerek yedek kanaldan alınan su miktarı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11 de 1.tersiyer kanalı üzerinde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen hız, kesit alanı, mulinenin devir adedi vb. parametreler gösterilmektedir.

Çizelge 4.11 1.Tersiyer de muline ile yapılan ölçümlere ait parametreler

Hakiki Su Derinliği (m)	Hız alınma derinliği (m)	Devir adedi	Zaman (saniye)	Ölçülen hız (m/s)	Kesit Alanı (m ²)	Akım (m ³ /s)
0,18	0,7	121	50	0,326	0,072	0,023
0,38	0,15	174	50	0,458	0,114	0,052
0,38	0,15	195	50	0,51	0,114	0,058
0,24	0,24	188	50	0,493	0,096	0,047

Bir akarsu kesitinden geçen debi, bu kesitten geçen suyun ortalama akış hızı ile kesit ıslak alanının çarpılması sonucu bulunur.

Toplam debi = (Alan₁*Hız₁) +(Alan₂*Hız₂) +...+ (Alan_n*Hız_n) formülü ile hesaplanır.

Formülde:

$$Q = A * V$$

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \text{ ve } q = \sum_{i=1}^n a_i * v_i$$

denklemleriyle debi hesabı yapılır. Buna göre, debi ölçümü yapılan bir akarsu kesitindeki ara alanlarda ölçülen ortalama hızların, ait oldukları ara alanlarla çarpılması sonucu, kaç tane ara alan kesitinden geçen debi hesaplanmış ise, hepsinin toplanması sonucu, o kesitten geçen toplam debiyi verecektir.

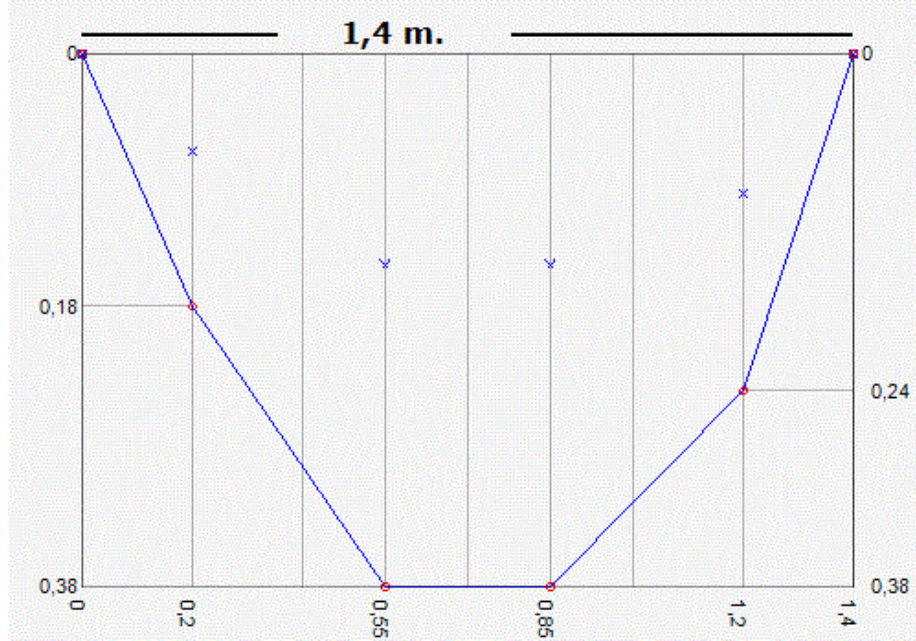
Buna göre her ara kesitteki debi q (x) ;

$$q_x = v_x * \left[\frac{b(x+1) - b(x-1) dx}{2x} \right] * dx$$

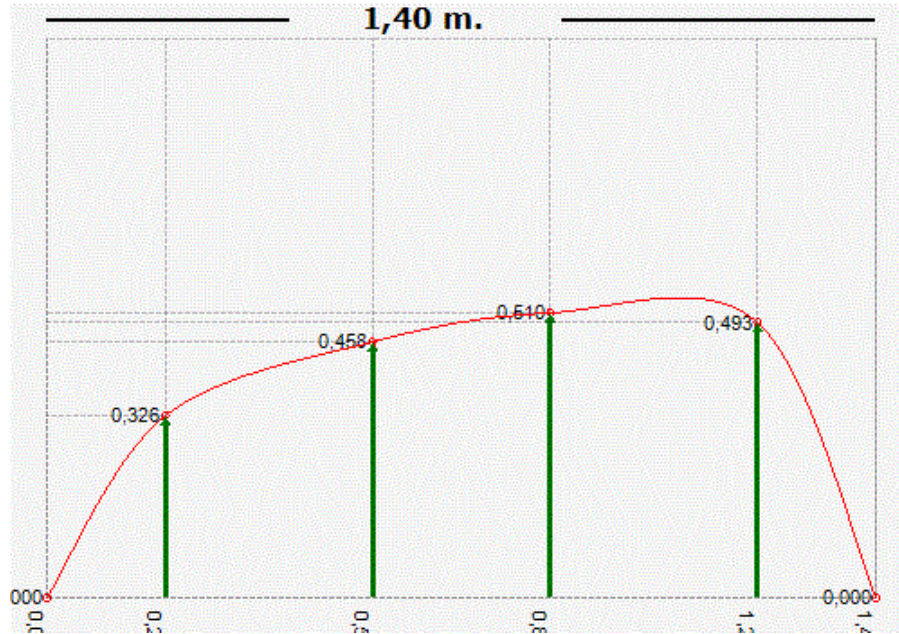
q_x : x ara kesitinden geçen debi miktarı, m³/s

v_x : x yerinde ortalama hız, m/s

Şekil 4.10' da 1.tersiyer de yapılan muline ile ölçüm sonucu oluşan debi kesit grafiği gösterilmektedir. Genişliği 1,4 m olan kanalda kesitte 4 farklı noktalardan hız ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.11' de ise ölçüm yapılan noktalarda elde edilen hızlar gösterilmektedir.



Şekil 4.10. 1.Tersiyer debi-kesit grafiği



Şekil 4.11. 1.Tersiyer debi hız grafiği

Ölçüm yapılan tersiyer kanalların koordinatları Çizelge 4.12’de ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tersiyer kanal ölçüm koordinatları

Ölçüm İstasyonu Adı	Enlem	Boylam
Yedek Kanal Girişi	37°34'0.34"K	32°47'50.27"D
1.Tersiyer	37°34'1.28"K	32°47'52.46"D
2.Tersiyer	37°34'19.01"K	32°48'2.36"D
3.Tersiyer	37°34'34.71"K	32°48'6.52"D
4.Tersiyer	37°34'56.47"K	32°48'18.49"D
5.Tersiyer	37°35'37.07"K	32°49'2.81"D
6.Tersiyer	37°36'30.48"K	32°49'53.33"D
7.Tersiyer	37°37'51.71"K	32°50'12.40"D
8.Tersiyer	37°38'15.40"K	32°50'23.38"D

Çizelge 4.13. Tersiyer kanal ölçüm sonuçları

Ölçüm İstasyonu Adı	Ölçüm Sonucu (m ³ /s)
Yedek Kanal Girişi	2,3
1.Tersiyer	0,18
2.Tersiyer	0,19
3.Tersiyer	0,17
4.Tersiyer	0,18
5.Tersiyer	0,35
6.Tersiyer	0,25
7.Tersiyer	0,16
8.Tersiyer	0,3

Yedek kanalda giren 2,3 m³/s su, 8.tersiyerin olduğu kapaklarda bitmektedir. Tersiyer kanallardaki suyun toplamı 1,78 m³/s olarak hesaplanmış olup yedek kanal üzerinde 6 adet su motoru ile sulama yapan çiftçi tespit edilmiştir. Bu arazilerde çiftçilerin kullanmış olduğu su motorlarının silindir hacmi 638 cm³ motor devri 3000 d/dk-rpm olduğu görülmüştür. Bu motorların verimli çalışma aralığı 50-145 ton/saat olup ortalama 100 ton/saat su bastığı kabul edilmiştir.

$$100 \text{ ton/saat} = 100000 \text{ lt} / 60 * 60 \text{ s} = 27,7 \text{ lt/s dir.}$$

Sonuç olarak sekonder (yedek) kanalda kayıp miktarı yaklaşık olarak 0,36 m³/s olarak ölçülmüştür.

Yapılan ölçümler neticesinde tersiyer kanallara ait giren debiler, çıkan debiler, kanal üzerindeki kullanımlar ve kayıp su miktarları Çizelge 4.14’ te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Tersiyer kanal ölçüm sonuçları

Ölçüm İstasyonu Adı	Kanalın Uzunluğu (m)	Giren Debi (m ³ /s)	Çıkan Debi (m ³ /s)	Çiftçi Kullanımı (m ³ /s)	100 metrede kayıp su miktarı (l/s)	Kayıp Oranı
3.Tersiyer	1502	0,17	0,14	0	2	%18
4.Tersiyer	1213	0,18	0,15	0	2,47	%17
5.Tersiyer	616	0,35	0,30	0,027	3,73	%7
6.Tersiyer	872	0,25	0,22	0	3,44	%12
7.Tersiyer	439	0,16	0,12	0,027	2,96	%8
8.Tersiyer	1540	0,3	0,18	0,081	2,53	%13

Kanallarda ölçüm yapılırken 3 adet tersiyer kanalda su kullanımı olmadığı için giren debi ve kanalın sonundaki debi baz alınarak ölçümler yapılmıştır. 3 adet tersiyer kanalda ise tarım arazilerinde su kullanımı olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçları incelendiğinde tersiyer kanallarda kayıp-kaçak ve sızma oranlarının %18 ile %29 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.12 ve şekil 4.13 de muline ile ölçüm yapılan tersiyer kanal fotoğrafları yer almaktadır.

**Şekil 4.12.** Tersiyer kanallarda muline ile ölçüm yapılması



Şekil 4.13. Tersiyer kanallarda muline ile ölçüm yapılması

4.1.4. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Çumra Sulamasına ait sulama, tahliye ve drenaj kanalları 1970 yılında yapılarak işletmeye açılmıştır. Sulamanın bir bölümü olan KOS 6 Sulamasına ait iletim kanalı, ana kanal, yedek kanal ve tersiyer kanalda yapılan ölçümler neticesinde açık kanal sulamalarda kayıp-kaçak ve sızıntı oranları tespit edilmiştir.

İletim Kanalı olan AAİK Kanalı toprak bir kanal olup kanalın 34,7 km sinde giren toplam akımın kayıp kaçak ve sızıntı miktarı $9,63 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Ana sulama kanalı olan 2.esas kanalının ise 7,46 km sinde yapılan ölçümler sonucu giren akımda kayıp kaçak debisi $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak gözlemlenmiştir. KOS 6 Sulamasına ait 1.Yedek Kanalda 8,9 km boyunca kanaldan ayrılan tersiyer kanalların ve kanaldan yapılan çiftçi sulamalarında çekilen su miktarları hesaplanarak kayıp kaçak debisinin $0,36 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu tespit edilmiştir.1.Yedek kanala bağlı olan 14 adet tersiyer kanalda sulama planlaması dahilinde 8 adet tersiyerde su bulunduğu görülmüştür. 8 adet tersiyerde yapılan ölçümlerde 2 adet tersiyerde salma sulama yapılması sebebiyle çıkan debi ölçümü yapılmamıştır.

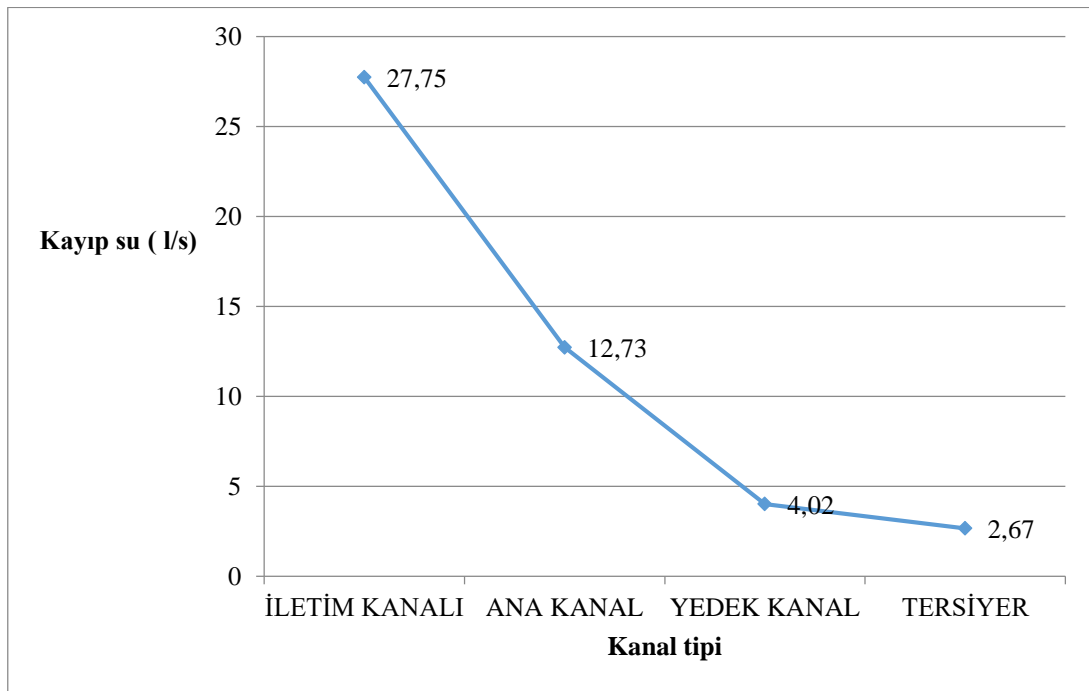
Kanallarda debi yükselmesine bağlı olarak kayıp-kaçak oranlarının arttığı yapılan çalışmada görülmektedir. İletim kanalında su kayıplarının fazla olmasının

başlıca sebebi kanalın yapısının toprak kanal olmasıdır. Bir diğer nedeni ise, kanalda su yüküne bağlı olarak lokal olarak obrukların meydana gelmesidir. Yedek kanal ve tersiyer kanallarda kayıp su miktarının fazla olmasının temel nedeni ise kanalların bakım onarım eksikliği ve tarla sulamalarının bilinçsiz yapılmasıdır.

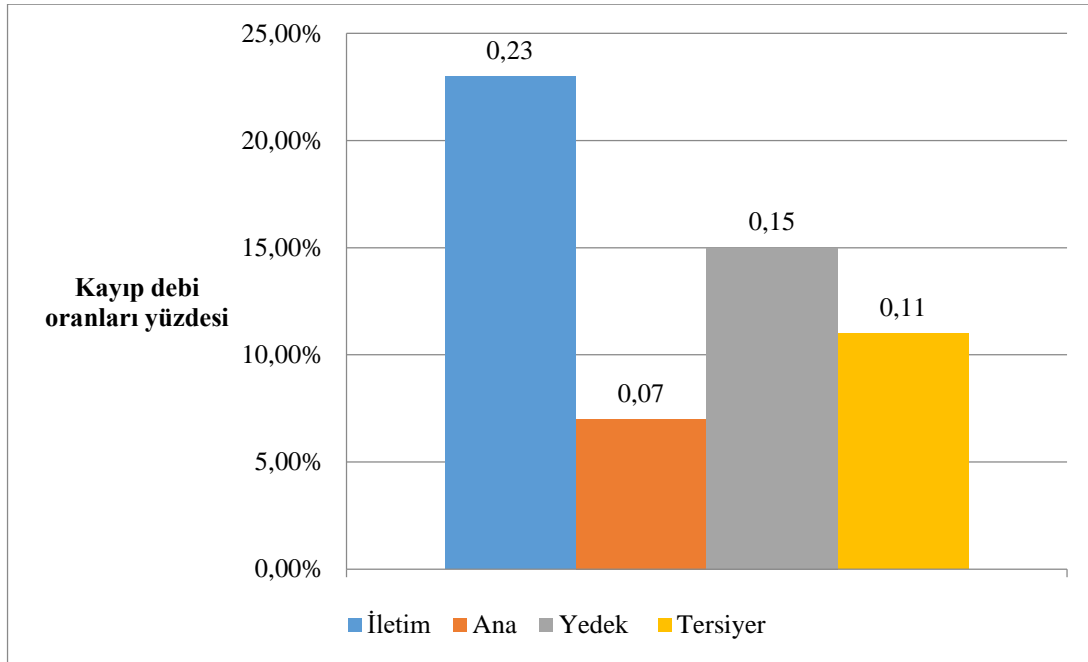
Ölçüm yapılan kanallarda ki kayıp su miktarları kanal uzunluğuna bölünerek 100 metrede kayıp su miktarı, yine aynı şekilde kayıp su miktarları kanala giren debiye bölünerek kayıp oranları bulunmuş olup Çizelge 4.15'te verilmiştir. Kanal türüne göre her 100 metrede meydana gelen kayıp su miktarları Şekil 4.14'te, kayıp oranları ise Şekil 4.15'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Kanallardaki kayıp su miktarları

Kanalın tipi	Kanalın Uzunluğu (m)	Her100 metrede kayıp su miktarı (l/s)	Kayıp Oranı
İletim Kanalı	34710	27,75	%23
Ana Kanalı	7460	12,73	%7
Yedek Kanal	8900	4,02	%15
Tersiyer Kanallar (ortalaması)	872	2,67	%11



Şekil 4.14. Her 100 metrede kayıp su miktarları



Şekil 4.15. Giren debi kayıp oranları

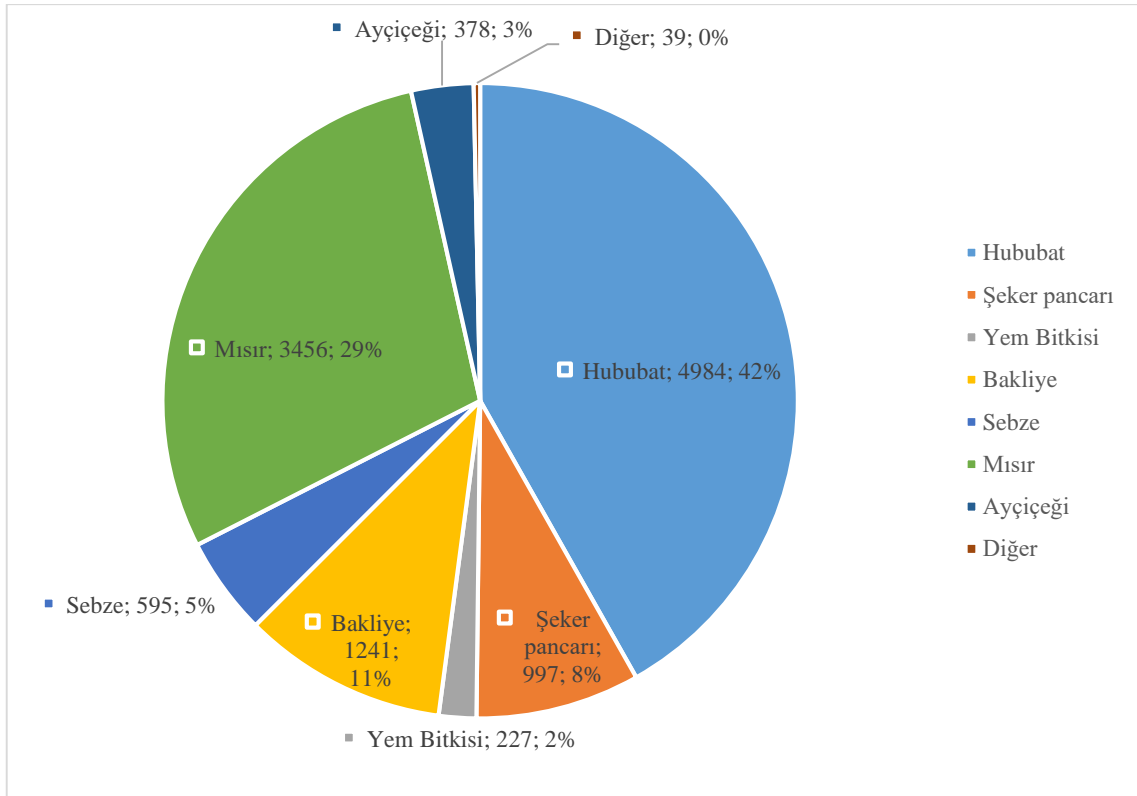
4.1.5. Bitki deseni ve su ihtiyacının hesaplanması

Çalışma alanımız olan KOS 6 sulamasının işletme ve bakım faaliyetleri Çumra Sulama Birliğine devredilmiş olup birlik tarafından her yıl sulama sezonu başlamadan önce çiftçilerden tarım arazilerine ekecekleri ürünler konusunda beyanname alınmaktadır. 2021 yılı alınan beyannamelerde ekilecek bitki desenleri ürün grubuna göre ayrılıp sulama suyu ihtiyacı hesaplanmıştır.

Sulama alanında bitkilerin su ihtiyacının hesaplanması için Çumra Sulama Birliği'ne üreticiler tarafından verilen beyannameler sonucunda bitkilerin ekim ve dikim alanları Çizelge 4.16'da ve Şekil 4.16' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Bitki ekim alanları

Bitki Deseni	Ekim Alanı (ha)	Ekim Oranı (%)
Hububat	4984	41,8
Şeker Pancarı	997	8,37
Meyve bahçesi	22	0,19
Yem bitkisi	227	1,91
Bostan	3	0,03
Bakliye	1241	10,4
Sebze	595	4,99
Patates	14	0,11
Mısır	3456	29
Ayçiçeği	378	3,17
Toplam	11917	100



Şekil 4.16. Bitki ekim oranları

Bitkilerin kök gövdesinde ihtiyaç olan birim su miktarları ise DSİ tarafından Çumra Sulaması için hazırlanan planlı su dağıtım raporlarından alınarak Çizelge 4.17’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Bitki su ihtiyacı

	Bitki Su ihtiyacı (mm)							Toplam
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
Hububat		101,5	102	14,76				218,23
Şeker pancarı		15,19	102,76	153,89	169,34	109,41	12,70	563,29
Meyve bahçesi			105,60	158,98	120,23	49,23		434,04
Yem bitkisi		18,45	123,14	172,44	160	98,42	24,72	597,17
Bostan			35,71	104,84	80,5	36,41		257,46
Bakliye		12,13	73,14	139,80	129,98	69,11		424,16
Sebze		57,67	119,89	144,36	129,84	50,17		501,93
Patates			72,47	151,15	135,36	89,28		448,26
Mısır		2,43	97,18	150,54	139,89	84,59		474,63
Ayçiçeği			48,73	142,36	131,73	41,29		364,11
Toplam		207,33	880,63	1333,12	1196,87	627,91	37,42	4283,28

Yukarıdaki tabloda bitkilerin birim alandaki su ihtiyacını göstermektedir. Bitkilerin ekim oranları ile düzeltilerek Çizelge 4.18’ de verilen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Bitki su ihtiyacı
Bitki Su ihtiyacı (mm)

	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Hububat		42,44	42,67	6,17				91,28
Şeker pancarı		1,27	8,60	12,88	14,17	9,16	1,06	47,14
Meyve bahçesi			0,2	0,30	0,22	0,09		0,81
Yem bitkisi		0,35	2,35	3,29	3,05	1,88	0,47	11,39
Bostan			0,01	0,03	0,02	0,01		0,06
Bakliye		1,26	7,62	14,56	13,54	7,2		44,17
Sebze		2,88	5,99	7,21	6,48	2,51		25,07
Patates			0,08	0,17	0,15	0,10		0,51
Mısır		0,7	28,18	43,65	40,56	24,53		137,62
Ayçiçeği			1,54	4,51	4,17	1,31		11,54
Toplam		48,91	97,23	92,76	82,38	46,77	1,53	369,59

Toplam net sulama suyu ihtiyacı = $0,369 \times 11917 \times 10000 = 44.040.000 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Literatürde su uygulama randımanı ve su iletim randımanı değerleri Çizelge 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. Arazide genel olarak yağmurlama sistemi ile sulama yapıldığı için su uygulama randımanı %70 olarak alınmıştır. Su iletim randımanı ise arazideki ölçümler sonucu hesapladığımız değer alınmıştır.

Çizelge 4.19. Kanal yapısına göre su iletim randımanı

Su iletim hattı	Su iletim randımanı (Ec %)
Toprak kanal	70
Beton kaplamalı kanal	85
Kanalet	97
Basınçlı boru hattı	100

Çizelge 4.20. Su uygulama randımanı

Sulama yöntemi	Su uygulama randımanı (Ea %)
Damla sulama	85-95
Yağmurlama sulama	65-80
Yüzey sulama	40-80
Salma sulama	30-40

Çalışma sahamız olan 11917 hektarlık Çumra Sulaması KOS 6 ünitesinde yer alan tarım arazilerindeki bitkilerin net sulama suyu ihtiyacı 44 hm^3 'tür. Bir başka deyişle bu bitkiler, kök bölgesinde 44 hm^3 suya ihtiyaç duymaktadır. Bu suyun

yağmurlama sistemi ile bitki kök gövdesine ulaşabilmesi için tarla başında ihtiyaç duyulan su miktarı şu şekilde hesaplanmıştır.

$$dt = \text{Toplam sulama suyu ihtiyacı (mm)}$$

$$Ec = \text{Su iletim randımanı}$$

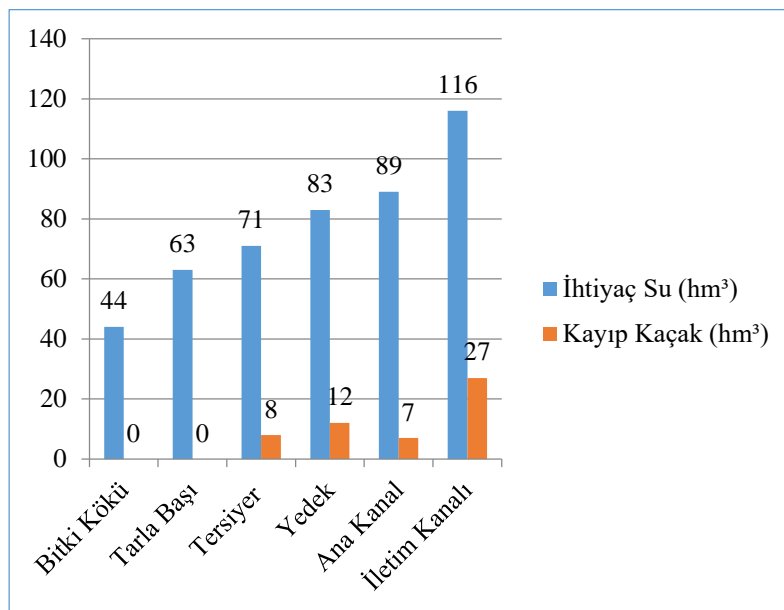
$$Ea = \text{Su uygulama randımanı}$$

$$dt = dn / (Ea * Ec)$$

$$dt = 44 / (0,7) = 62,9 \text{ hm}^3$$

Tersiyer kanallarda meydana gelen %11 kayıpla 63 hm³ suyun bitkilere ulaşabilmesi için tersiyer kanallara 71 hm³ su verilmesi gerekmektedir. 71 hm³ suyun tersiyer kanallara gelebilmesi için yedek kanallara 83 hm³ su alınması gerekmektedir. Aynı şekilde 83 hm³ suyun ana ve iletim kanaldaki kayıp oranları göz önünde bulundurulduğunda ana kanala 89 hm³ su verilmesi gerekmekte, iletim kanalının membasında yani suyun kaynağında 116 hm³ suya ihtiyaç duyulmaktadır.

Özetle Çumra Sulamasının 12000 hektarlık alanında sulama kanallarında yapılan araştırmalar neticesinde bitki kökünde 44 hm³ suya ihtiyaç duyulurken seçilen sulama sistemlerine ve açık kanal sulamasına bağlı olarak su kaynağında bu su miktarı 116 hm³ suya çıkmaktadır. Şekil 4.17' de yer alan grafikte çalışma alanımızda bitkilerin su ihtiyacı ve bu su ihtiyacını karşılayabilmek için kanallara ne kadar su verilmesi gerektiği gösterilmiştir.



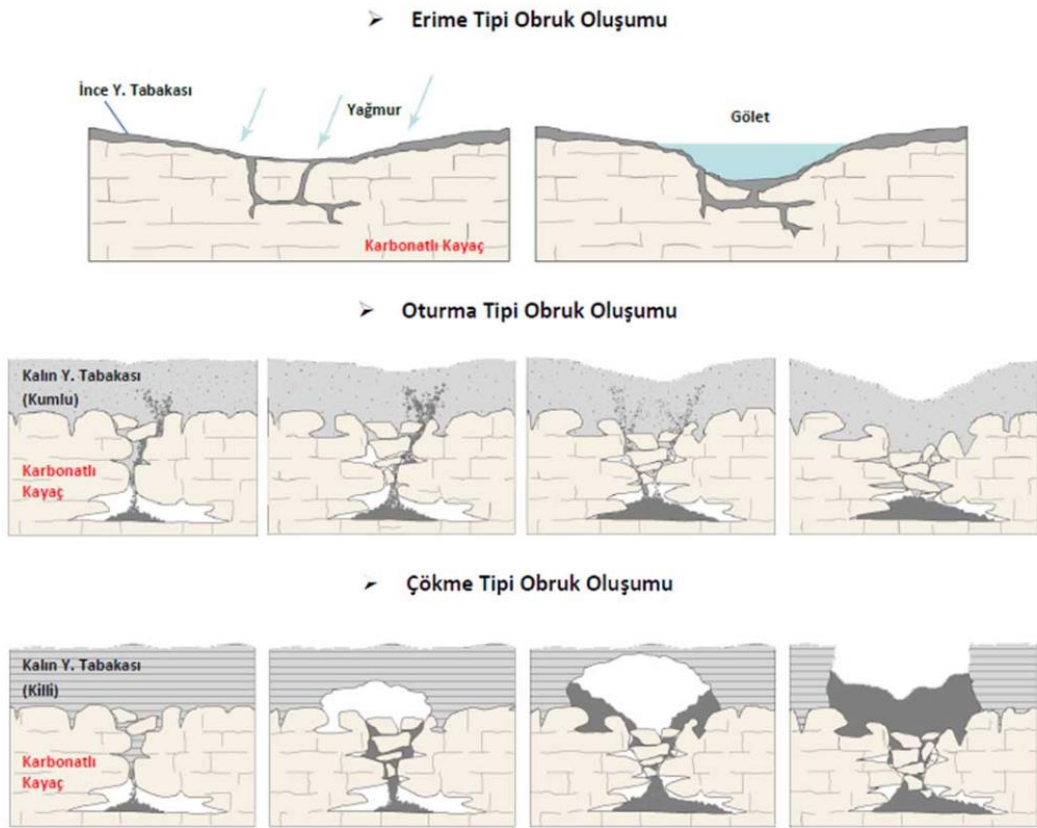
Şekil 4.17. Kanallarda oluşan su kayıpları

Sulama şebekelerinde suyun fazla kullanılmasının başlıca nedenlerinden biri, şebekelerde su kayıplarının çok yüksek olmasıdır. Yapılan çalışmalarda Konya Ovasının başlıca su kaynağı olan Apa-Alemdar İsale kanalının toprak kanal olması sebebiyle sulama sezonunda ciddi büyüklükte su kayıpları meydana geldiği görülmüştür. Bu su kayıplarının başlıca sebeplerinden birisi, kanalın toprak bir kanal olması ve bu toprağın gözenekli yapısı sebebiyle gelen suyun bir kısmının alt toprak katlarına veya taban suyuna doğru sızmasıdır.

Kayıplardaki diğer bir etken ise, arazinin jeolojik yapısından dolayı, suyun belirli bir yüksekliğe ulaştıktan sonra yaptığı basınçla kanalın belirli bölgelerinde düdenler oluşturmasıdır. Bu düdenler suyun yeraltı suyuna doğru sızmasına neden olarak kayıp oranını artırmaktadır. Kanalda oluşan düdenlerin su kaybına neden olmasının yanı sıra, düdenleri kapatmak için bakım onarım çalışmalarına ihtiyaç duyulmakta, bu da maliyet ve zaman açısından sulama işletmeciliğinde sıkıntılar oluşturmaktadır.

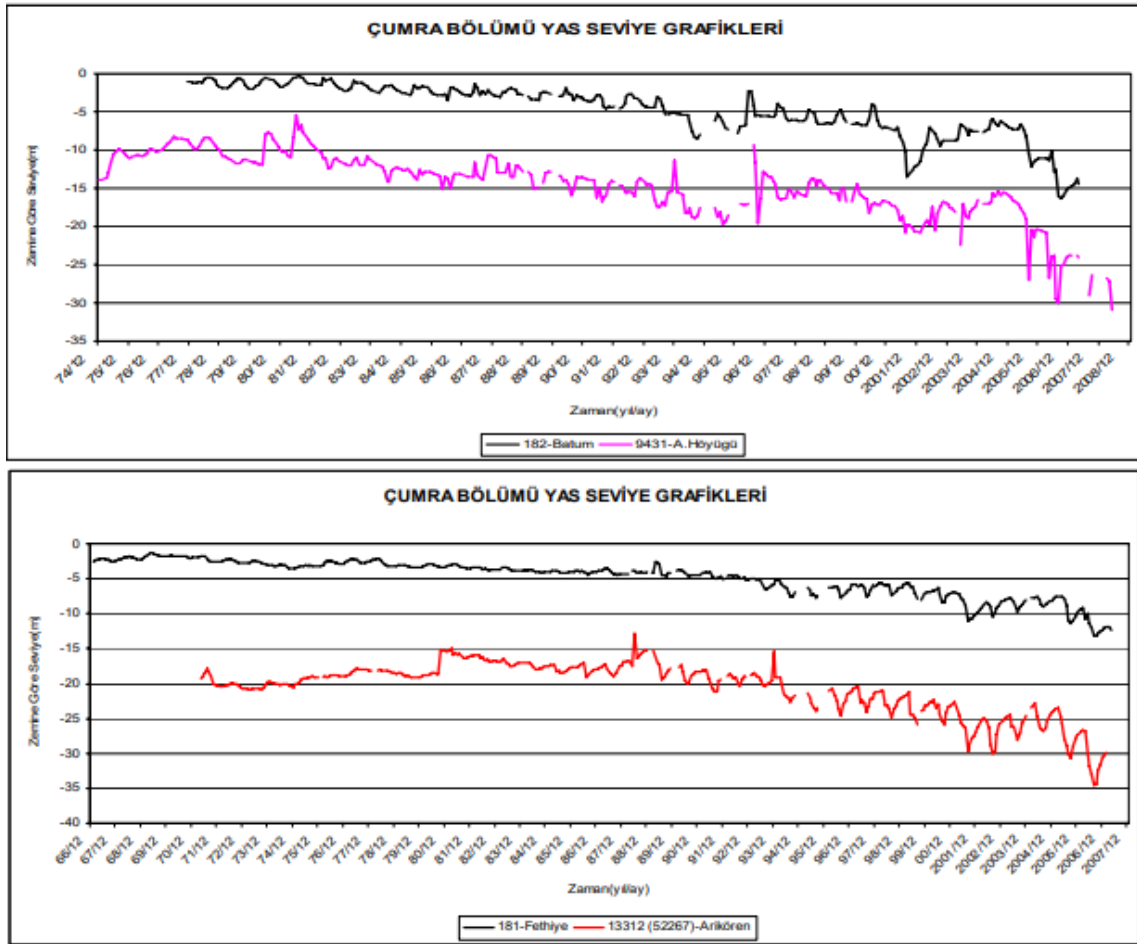
4.1.6.Obruk Oluşumu ve Nedenleri

Obruklar yer altındaki kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn ve dolomit gibi malzemelerin su ile etkileşim durumunda erimesi sonucu ortaya çıkan boşluklardır. Kayaçların gözenekliliği ve geçirimsizliğinin yüksek olmasına bağlı olarak yer altındaki malzemenin su ile etkileşimi fazla olmaktadır. Obruk oluşumunda öncelikle yeraltında bulunan eriyebilen tabakalarda yer alan su küçük boşluklar oluşturmaktadır. Daha sonra bu boşluklar suların hareketi ile büyürken, üst toprak tabakası kendi ağırlığını taşıyamayarak ani olarak çökmektedir. (Arık, 2018) Şekil 4.18' de obruk oluşumu şematize edilmiştir.



Şekil 4.18. Obruk oluşumu (Anonim,2020)

Son yıllarda Konya bölgesinde obrukların arttığı gözlemlenmektedir. Oluşan bu obrukların yeraltı suyu seviyesinin düşmesi olarak yorumlanmaktadır. Şekil 4.19'da Konya Çumra Ovasının yaklaşık olarak 34 yıllık yer altı suyu seviyesi gözükmektedir.



Şekil 4.19. Konya ovası yeraltısuyu değişimleri

Bölgede oluşan obruklardan 1 tanesi iletim kanalının güzergahında 18.-22. km ler arasında gözlenmektedir. Boyutları 3*3 metre derinliği yaklaşık olarak 4 metre olan bir obruğun tekrar kapatılarak kanalın eski haline getirilmesi için yaklaşık 30.000 lira bir maliyet hesaplanmıştır. Sulama sezonunda ortalama 3 kere oluşan bu obruklar için yıllık 100.000 TL civarında bir işletme ve bakım gideri ortaya çıkmaktadır. Çizelge 4.21 de 2022 Kamu kurum ve kuruluşlarının açıklamış olduğu birim fiyatlar ile obruk kapatma maliyeti hesaplanmıştır.

Çizelge 4.21. Obruk kapatılması yaklaşık maliyet

Poz no	Tanım	Birim	Birim fiyat (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
15.120.1001	Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması (serbest kazı)	M ³	17,30	200	3460
43.610.1006	Kil dolgu yapılması	M ³	268,75	43,2	11610
KGM/2205	Her cins toprağın sulanması ve sıkıştırılması	M ³	9,89	167	1070,5
Toprak nakliyesi	Kilin Nakli	M ³	16,34	43,2	705,9
Su nakliyesi	Suyun Nakli	TON	9,07	16,7	151,5
52.150.1081	Ocak taşı ile istifli tahkimat	M ³	245,75	50	12287,5
Ocak taşı nakliyesi	Ocak Taşının Nakli	M ³	10,95	50	1134

Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’ de isale kanalında oluşan obruklar, Şekil 4.22’ de ise bu obrukları kapatmak için yapılan makinalı çalışma fotoğrafları yer almaktadır.



Şekil 4.20. Toprak kanalda oluşan obruklar



Şekil 4.21. Toprak kanalda oluşan obruklar



Şekil 4.22. Obruk kapatma çalışmaları

Yapılan ölçümler neticesinde ana kanalda su kayıp oranının yedek ve tersiyer kanallara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yedek ve tersiyer kanallarda su kayıplarının fazla olma sebebinin kanalların zemin ve şev betonlarında meydana gelen çatlaklar ve kanalın bazı kısımlarında betonların ömrünü tamamlayarak tamamen kırılması olarak belirlenmiştir. Ayrıca tersiyer kanallarda çiftçilerin su almak için kanal betonunu kırarak suyu arazilerine çevirdikleri tespit edilmiştir. Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’ de yer alan tersiyer ve yedek kanalların bakım onarım eksiklikleri gösterilmektedir.



Şekil 4.23. Tersiyer kanal



Şekil 4.24. Yedek kanal

Ölçümleri yapılan 8 adet tersiyerin 2 tanesinde tersiyer kanallardan sadece bir çiftçinin salma sulama yaparak suyu tamamen kendi arazine çevirdiği görülmüştür. Şekil 4.25'te salma sulama yapılan tarım arazisi yer almaktadır.



Şekil 4.25. Salma sulama yapılan arazi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Açık sulama kanallarında yaşanan kayıpların temel nedeni kanalların bakım onarım eksiklerinin bulunmasıdır. Sulama sisteminin 30 yılı aşkın bir süre önce inşa edilmesi sebebiyle kanal betonları ömrünü tamamlamıştır. Kanal içerisinde otlanmaya bağlı olarak derzlerde tahribatlar gözlemlenmiştir. Ayrıca vatandaşlar tarafından sulama yapmak maksatlı kanalların betonunu kırmak suretiyle kanallara müdahale edildiği tespit edilmiştir. Kanalların bakım onarımlarının yapılması su kayıplarını azaltacaktır.

İletim kanalının çok büyük bir debi taşınması sebebiyle mutlak olarak kanal yapısının değiştirilerek beton olarak projelendirilmesi gerekmektedir. Obruk oluşan bölgelerde zeminin jeolojik haritası incelenerek kesit daha da güçlendirilmeli ya da kanalın güzergahı değiştirilmelidir.

KOS 6 Sulaması Çumra Sulamasının bir ünitesi olup işletme ve bakım hizmetleri 1995 de kanunla kurulan Çumra Sulama Birliğine devredilmiştir. DSİ ve Sulama Birliği tarafından yapılan devir protokolünde; tesislerin işletilmesi, bakım onarımları, suyun iletimi ve çiftçiye adil olarak dağıtılması sulama birliğinin görevleri arasındadır. Sulama Birliğinin sulama sezonunda suyun takibini ve kontrolünü titizlikle yapması gerekmektedir. Vatandaşların kesinlikle kanallara, çek yapılarına vb. müdahale etmesine izin vermemelidir. Bu iş için Sulama Birliklerinde yeterli sayıda ve kalifiyeli su dağıtım teknisyenlerinin görev alması gerekmektedir.

Tesislerin işletmesini devralan Sulama Birliği bütçesinin belirli bir kısmını bakım onarım çalışmaları için ayırmaktadır. Tesislerin bakım onarım çalışmalarının birlik bütçesi dahilinde yapılması, bütçeyi aşan durumlarda ise DSİ ile ortak çalışma yapılarak tesislere muayene raporu hazırlanmaktadır. Hazırlanan muayene raporlarında yaklaşık maliyetler hesaplanarak DSİ tarafından bakım onarım çalışmaları yapılarak taksitler halinde Sulama Birliği tarafından geri ödemesi yapılmaktadır. Dolayısıyla sulama sezonu başlamadan kanallarda ve diğer sulama tesislerinde muayene raporlarının titizlikle hazırlanarak bakım onarım çalışmalarının eksiksiz bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Her yıl DSİ'nin açıklamış olduğu su kullanım hizmet bedelleri genelgesi çerçevesinde Sulama Birlikleri ekim yapılan alanlarda su kullanım ücreti belirlemektedir. Belirlenen bu fiyatlar dekar başına olup bitki çeşidine göre değişmektedir. Kullanılan sudan alınan ücret ekim alanına göre yapılmakta olup hacim

esaslı değildir. Dolayısıyla vatandaşlar bitkilerin ihtiyacından fazla su kullanmaktadır. Tarifelerin alan bazlı yerine hacim bazlı hazırlanması için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

DSİ tarafından sulama sistemlerinin rehabilitasyonu ve kapalı sulama sistemlerinin yapımları gün geçtikçe artmaktadır. Kapalı sulama sistemlerinde su iletim kayıpları sifıra yakındır. Hacim bazlı ücretlendirme tarifeleri uygulanarak da üreticilerin suyu tasarruflu ve bitkinin ihtiyacı kadar kullanması sağlanmaktadır. Fazla sulanma olmadığı için drenaj problemlerini de ortadan kaldırmaktadır. Modern basınçlı sulama sistemleri sudan, enerjiden ve işçilikten tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca borulu sulama şebekelerinde doğal olaylardan sel vb. etkilenmedikleri için bakım onarım masrafları da düşüktür. Özetle açık kanal sulamasından kapalı sulama sistemlerine geçilmesi sayesinde, iletim ve buharlaşma kayıpları minimuma indirgenerek mevcut kaynaklardaki suyun boşa gitmesi engellenecek ve sulu tarım yapılan alanların miktarı artacaktır.

Arazide yapılan incelemelerde sulama metodu olarak genelde yağmurlama sulama yapıldığı fakat az da olsa salma sulama yapıldığı görülmüştür. Salma sulama yapılarak arazinin tamamen su altında kalması hedeflense de arazideki kot farkının düzgün olmaması sebebiyle verilen sular eşit olarak dağılmamaktadır. Bu durum bitkilerin bir kısmının susuz kalmasına bir kısmında toprak gözenekleri içindeki havanın suyla dolması sonucu bitki kökünün yeterince hava alamamasına sebep olmaktadır. Ayrıca tabansuyu yükseldiği için tuzluluk problemleri de oluşmaktadır. Dolayısıyla Çumra ovasında bitki deseni seçimleri ve sulama süresi ile metodları konusunda düzenleme gerekmektedir. Aksi takdirde ilerleyen yıllarda sulanmayan alanların miktarı artacaktır.

Her yıl sulama sezonu başlamadan Sulama Birliği tarafından üreticilerden ne kadar alana hangi bitki çeşidini ekecekleri ile alakalı beyanname toplanmaktadır. Toplanan beyannamelere istinaden bitki su ihtiyaçlarına göre genel sulama planlaması hazırlanmaktadır. Sulama sezonu başladığında ise arazilerde verilen beyannameler ile fiilen ekim dikim yapılan alanların kontrolü sağlanmalıdır. Beyannamede taahhüt edilen bitki çeşidi ve alanı ile arazide ekim dikim arasında farklılık varsa cezai işlemler uygulanmalıdır.

Gün geçtikçe küresel ısınmanın etkisi, ekili dikili alanların artması, üreticilerin iklime uygun bitkiden çok getirisi çok bitkiye yönelmeleri su ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Kurak geçen yıllarda rezervuarlarda bulunan sular tarım arazileri için

yeterli olmamaktadır. Bunun sonucu olarak yeraltı suyuna olan talep artmakta olup gün geçtikçe kaçak kuyu sayısı artmaktadır. Kaçak kuyuların açılması sonucu yeraltı rezervlerinde kontrolsüz bir düşüş yaşanarak, enerji maliyetleri artmakta, obruk oluşumu ve yeraltı sularının kirlenmesi gibi çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Yeraltı su seviyelerinin yönetimi ile ilgili yeni tedbirler alınarak yeraltı su seviyesinin korumak maksadıyla sadece ruhsatlı kuyuların bulunduğu bir gelişim planı yapılmalıdır.

Konya Çumra Sulamasında tarım alanları günden güne genişlemektedir. Her yıl ortalama olarak 450 hm³ su tarımsal sulama maksatlı Apa Barajı'ndan kanallara verilmektedir. DSİ tarafından yapılan Bağbaşı ve Bozkır Barajı ile yapımı devam eden Afşar Barajı sayesinde her yıl 414 hm³ su ovaya aktarılacaktır. Artan tarım arazileri, nüfus artışı, kuraklık gibi sebeplerle bu suyun da Konya Ovası için yetersiz kalma ihtimaline karşı komşu havzalardan alternatif su kaynakları için araştırmalar yapılmalıdır.

Konya ili evsel atık suları ile Konya organize sanayi bölgesinin atık suları ana tahliye kanalı vasıtasıyla Karatay İlçesi Karakaya Mahallesi'nde bulunan 1 nolu pompa istasyonuna gelmektedir. Buradan 2. ve 3. pompa istasyonuna basılan sular 3.pompa istasyonundan sonra cazibeli olarak Tuz Gölü'ne boşalmaktadır. Ayrıca yoğun yağışlı dönemlerde Çumra bölgesindeki tahliye ve drenaj kanallarında biriken temiz sularda Tuz Gölü'ne mansaplanmaktadır. Su kıtlığının yaşandığı havzada atık suların arıtma tesislerinde su kalitesinin artırılarak yeniden tarımda kullanılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2022) <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler>, Havza içi eğitim sunusu, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim (2019) <https://www.dsi.gov.tr/>, Toprak Su Kaynakları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Anonim (2020) <https://www.insapedia.com.tr/>, Obruk Nedir? Neden ve Nasıl Oluşur?
- Ağızan, S. (2018). Tarımsal sulama sistemlerinin karşılaştırmalı yatırım analizi; Konya ili Çumra ilçesi örneği. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Ak, M., & Top, İ. (2018). Arıtılmış kentsel atıksuların tarımsal sulama amaçlı kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(6), 1161–1168.
- Arık (2018). Obruklar, Orta Anadolu'da obruk oluşumları ve çözüm önerileri. Maden ve İnsan Dergisi, Yıl :1 Sayı:3
- Arslan, F., & Ergul, M. (2014). Çaygören barajı sulama havzası ve çevresinde tarımsal faaliyetler, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 171-190
- Balaban, A. (1986). Su Kaynaklarının Planlanması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1986, Ankara.
- Bayrak, F. (1991). Samsun Yöresinde Sulamaya Açılan Alanlar ve Su İletim Kayıpları ve Sulanır Alanlarda Su Uygulama Randımanları. Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın, 69/60, 1–41.
- Berke M., Dıvrak B. , Sarısoy H. (2014). Konya'da Suyun Bugünü Raporu, WWF (World Wildlife Fund), 2014.
- Beyribey, M., & Balaban, A. (1989). Konya-Alakova yeraltısuyu işletmesinde su dağıtım ve kullanım etkinliği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.
- Bildirici, 1994 Tarihi Su Yapıları Konya Karaman Niğde Aksaray, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- Çakmak, B. & Aküzüm, T. (2006). Türkiye’de tarımda su yönetimi, sorunlar ve çözüm önerileri. TMMOB Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı 2.Cilt, 349–360.
- Çakmak, B. & Yıldırım, M., & Aküzüm, T. (2008). Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.

- Demir, N. (2008). Diyarbakır Devegeçidi sulama şebekesinde sulama sorunları. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Doğmuş, N. (2020). Pompaj sistemlerinde enerji verimliliğinin incelenmesi ve Alibeyhüyüğü Bölgesi örneği. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Donma S, (2008). İklim değişimi sürecinde aşağı seyhan ovasında sürdürülebilir arazi ve su yönetimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Doktora Tezi, Adana
- DSİ KOS Şube Müdürlüğü. Konya Ovası Sulaması İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü Arşivi, DSİ 4.Bölge Müdürlüğü , Konya.
- DSİ, (2017). DSİ 2017 Yılı Faaliyet Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü Ankara.
- DSİ, (2019). DSİ Hidrometrik Ölçüm Yönergesi, DSİ Genel Müdürlüğü Etüt Planlama ve Tahsisler Daire Başkanlığı, Ankara.
- DSİ, (2000). Konya-Çumra 3.Merhale Projesi Planlama Raporu Cilt 1, DSİ Genel Müdürlüğü Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- DSİ (2021). Destek Hizmetleri Şube Müdürlüğü Arşivi, DSİ 4.Bölge Müdürlüğü , Konya.
- Ertaş, R. (1980). Konya Ovası sulama şebekesi alanında su iletim kayıpları ve su uygulama randımanları. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müd., Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın, 67/53, 18–20.
- Eroğlu V. 2013 Asırlık rüya Konya Ovası Projesi, Prof.Dr.Veysel Eroğlu,Devlet Su İşleri Vakfı, Ankara
- Gerçek, S., & Aydın, E. (2019). Kayseri ili sarımsaklı pompaj sulama birliğine bağlı arazilerde mevcut olan açık kanal sulamasının kapalı sisteme geçirilmesiyle elde edilecek kazanımların belirlenmesi, Mas 9th International European Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, Bursa, 261-271.
- Kaya, N. (2017). Konya ili sulama birliklerinin tarımsal sulama işletmeciliğindeki yeri; Çumra Sulama Birliği örneği. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Kırtorun, E., & Karaer, F. (2018). Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 1(2), 151–159.
- Korkmaz N. (2008). Menemen sol sahil sulamasında tarla düzeyinde su dağıtım performansı ve sulama randımanlarının belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Doktora Tezi, İzmir

- Mohammadi, A., Rizi, A. P., & Abbasi, N. (2019). Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin Irrigation Scheme, Iran. *Global Ecology and Conservation*, 18, e00646.
- Öğretir, K. (1981). Çifteler DSİ Sulama Şebekesinde su iletim kayıpları ve sulanan alanlarda su uygulama randımanları. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın, 164/124, 57–60.
- Özdoğan K.(2010). Güldürcek Sulamasında sulama performansının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Sarı T. (2010). Balıkesir ve Gönen Ovaları Sulama Sistemlerinin performanslarının incelenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Sathe, N. J., Nagawade, A. S., & Nıkam, S. S. (2018). Calculation of Canal Losses in Nira Left Bank Canal and Suitable Method to Reduce IT. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 5(9), 1–5.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2020). Konya Kapalı Havzası Taşkın Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Raporu , Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Şener, S. (1976). Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerinde Bir araştırma. Menemen Bölge Toprak-Su Araştırma Ens. Mud. Yayınları, İzmir.
- Tekiner M.(2008). Yüzey Sulama Sistemlerinde Sulama İşletmeciliği Model Yaklaşımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Doktora Tezi, Ankara
- Usta S. (2008). Açık Kanallı Sulama Şebekelerinin Projelendirme İlkeleri , Van 100. Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksek Okulu İnşaat Bölümü İnşaat Teknolojisi Programı, Van
- Yenikale, A. & Yenikale, A. (2012). Sulama ve sulama yöntemlerinin projelendirilmesi. TC Kalkınma Bakanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama sistemlerinin tasarımı. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

EKLER

EK 1 : Muline kalibrasyon sertifikası

 <p>TÜRKAK TÜRK AKREDİTASYON KURUMU TURKISH ACCREDITATION AGENCY tarafından akredite edilmiş</p> <p>DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI Hidrolik Model Laboratuvarı Şube Müdürlüğü Esenboğa Yolu Çankırı Yol Ayrımı Altınova – ANKARA Tel : 312 399 2796 Fax : 312 399 2795 e-posta: takk@dsi.gov.tr</p> <p>Kalibrasyon Sertifikası Calibration Certificate</p>		 		
<table border="1"> <tr><td>AB-0051-K</td></tr> <tr><td>M-253</td></tr> <tr><td>07-15</td></tr> </table>		AB-0051-K	M-253	07-15
AB-0051-K				
M-253				
07-15				
Cihazın Sahibi /Adres Customer /Address	: 4. Bölge Müdürlüğü - Konya			
İstek Numarası Order No.	: 15-0024			
Makine / Cihaz Instrument / Device	: Muline (Akım Ölçer)			
İmalatçı Manufacturer	: AKIM			
Tip Type	: Pervaneli Pervane Çapı : 10,0 cm Diameter of Propeller Redüksiyon : 1 Devir / 1 Sinyal Reduction			
Seri Numarası Serial Number	: Muline / Pervane : CM-32 12.01-208 / P1-90x100-208 Current-Meter / Propeller			
Kalibrasyon Tarihi Date of Calibration	: 09.07.2015			
Sertifikanın Sayfa Sayısı Number of pages of the Certificate	: 7			
<p>Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler. This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of Measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanıma antlaşmasını imzalamıştır. The Turkish Accreditation Agency (TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation (ILAC) for the Mutual recognition of calibration certificates.</p> <p>Ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. The measurements, the uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.</p>				
Mühür Seal	Tarih Date	Kalibrasyonu Yapan Calibrated by	Laboratuvar Müdürü Head of Calibration Laboratory	
	23.07.2015	Hüseyin POYRAZ İnş. Müh.	Doç. Dr. Mehmet Ali KÖKPINAR	

Bu sertifika, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.
This certificate shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing certificates without signature and seal are not valid.

EK 2 : Akustik doppler veri çıktıları (1.Esas ayrımı)

Station Number: D16A009

Meas. No: 0

Station Name:

Date: 06/24/2022

Party:	Width: 17.3 m	Processed by:
Boat/Motor:	Area: 23.5 m ²	Mean Velocity: 0.655 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000 m	Discharge: 15.4 m ³ /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.070 m	Index Vel.: 0.00 m/s	Rating No.: 1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.:10	Adj.Mean Vel: 0.00 m/s	Qm Rating: U
MagVar Method: None (0.1°)	Bottom Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m ²	Diff.: 0.000%
Depth: Composite (BT)	Top Est: Power (0.1667)	Control1: Unspecified	
Discharge Method: None		Control2: Unspecified	
% Correction: 0.00		Control3: Unspecified	

Screening Thresholds:		ADCP:
BT 3-Beam Solution: YES	Max. Vel.: 1.29 m/s	Type/Freq.: RiverRay / 0 kHz
WT 3-Beam Solution: YES	Max. Depth: 1.77 m	Serial #: 10269 Firmware: 44.21
BT Error Vel.: 1.00 m/s	Mean Depth: 1.36 m	Bin Size: 50 cm Blank: 50 cm
WT Error Vel.: 10.00 m/s	% Meas.: 58.96	BT Mode: 0 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 10.00 m/s	Water Temp.: None	WT Mode: 1 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 10.00 m/s	ADCP Temp.: 19.3 °C	WV : 170
Use Weighted Mean Depth: YES		

Performed Diag. Test: NO

Project Name: D16A009_0.mmt

Performed Moving Bed Test: NO

Software: 2.18

Performed Compass Calibration: NO Evaluation: NO

Meas. Location:

Tr.#	Edge Distance		#Ens.	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens.	Bins	
000	L	0.50	0.50	118	3.65	9.00	3.14	0.140	0.112	16.0	20.2	25.0	20:06	20:07	0.25	0.64	47	0
001	R	0.50	0.50	85	3.10	9.01	2.81	0.118	0.123	15.2	16.3	22.7	20:07	20:08	0.27	0.67	33	0
002	L	0.50	0.50	83	2.91	8.94	2.56	0.112	0.119	14.6	15.9	22.6	20:09	20:10	0.28	0.65	36	0
003	R	0.50	0.50	98	3.18	9.30	2.92	0.104	0.136	15.6	16.9	23.6	20:10	20:11	0.27	0.66	38	0
Mean		0.50	0.50	96	3.21	9.06	2.86	0.119	0.123	15.4	17.3	23.5	Total	00:04	0.27	0.66	39	0
SDev		0.00	0.00	16	0.315	0.161	0.242	0.015	0.010	0.608	1.9	1.1			0.01	0.01		
SD/M		0.00	0.00	0.17	0.10	0.02	0.08	0.13	0.08	0.04	0.11	0.05			0.04	0.02		

EK 3 : Akustik doppler veri çıktıları (Kısıkyayla regülatörü)

Station Number: d16a112

Meas. No: 0

Station Name:

Date: 06/24/2022

Party:	Width: 25.8 m	Processed by:
Boat/Motor:	Area: 35.4 m ²	Mean Velocity: 0.583 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000 m	Discharge: 20.6 m ³ /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.070 m	Index Vel.: 0.00 m/s	Rating No.: 1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.:10	Adj.Mean Vel: 0.00 m/s	Qm Rating: U
MagVar Method: None (0.1°)	Bottom Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m ²	Diff.: 0.000%
Depth: Composite (BT)	Top Est: Power (0.1667)	Control1: Unspecified	
Discharge Method: None		Control2: Unspecified	
% Correction: 0.00		Control3: Unspecified	

Screening Thresholds:	ADCP:	
BT 3-Beam Solution: YES	Type/Freq.: RiverRay / 0 kHz	
WT 3-Beam Solution: YES	Serial #: 10269	Firmware: 44.21
BT Error Vel.: 1.00 m/s	Bin Size: 50 cm	Blank: 50 cm
WT Error Vel.: 10.00 m/s	BT Mode: 0	BT Pings: 1
BT Up Vel.: 10.00 m/s	WT Mode: 1	WT Pings: 1
WT Up Vel.: 10.00 m/s	WV: 170	
Use Weighted Mean Depth: YES	Max. Vel.: 0.988 m/s	
	Max. Depth: 1.83 m	
	Mean Depth: 1.38 m	
	% Meas.: 62.80	
	Water Temp.: None	
	ADCP Temp.: 19.5 °C	

Performed Diag. Test: NO

Project Name: d16a112_0.mmt

Performed Moving Bed Test: NO

Software: 2.18

Performed Compass Calibration: NO Evaluation: NO

Meas. Location:

Tr.#	Edge Distance		#Ens.	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens.	Bins	
000	L	0.50	0.50	212	3.92	13.1	3.23	0.042	0.033	20.3	22.8	33.5	19:33	19:35	0.18	0.61	35	0
001	R	0.50	0.50	129	4.30	13.0	3.46	0.050	0.037	20.8	25.7	35.4	19:36	19:37	0.25	0.59	14	0
002	L	0.50	0.50	120	4.21	12.8	3.47	0.063	0.031	20.6	27.8	36.8	19:37	19:39	0.28	0.56	16	0
003	R	0.50	0.50	119	4.29	12.9	3.51	0.035	0.032	20.8	26.7	36.1	19:39	19:40	0.29	0.58	20	0
Mean		0.50	0.50	145	4.18	13.0	3.42	0.048	0.033	20.6	25.8	35.4	Total	00:07	0.25	0.58	21	0
SDev		0.00	0.00	45	0.178	0.130	0.129	0.012	0.003	0.238	2.1	1.4			0.05	0.02		
SD/M		0.00	0.00	0.31	0.04	0.01	0.04	0.25	0.08	0.01	0.08	0.04			0.20	0.03		

EK 4 : Akustik doppler veri çıktıları (2.Esas ana kanalı)

Station Number: 00478 2.esas

Meas. No: 0

Station Name:

Date: 06/24/2022

Party:	Width: 11.2 m	Processed by:
Boat/Motor:	Area: 13.7 m ²	Mean Velocity: 0.985 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000 m	Discharge: 13.5 m ³ /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.070 m	Index Vel.: 0.00 m/s	Rating No.: 1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.:10	Adj.Mean Vel: 0.00 m/s	Qm Rating: U
MagVar Method: None (0.1°)	Bottom Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m ²	Diff.: 0.000%
Depth: Composite (BT)	Top Est: Power (0.1667)	Control1: Unspecified	
Discharge Method: None		Control2: Unspecified	
% Correction: 0.00		Control3: Unspecified	

Screening Thresholds:	ADCP:
BT 3-Beam Solution: YES	Type/Freq.: RiverRay / 0 kHz
WT 3-Beam Solution: YES	Serial #: 10269 Firmware: 44.21
BT Error Vel.: 1.00 m/s	Bin Size: 50 cm Blank: 50 cm
WT Error Vel.: 10.00 m/s	BT Mode: 0 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 10.00 m/s	WT Mode: 1 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 10.00 m/s	WV : 170
Use Weighted Mean Depth: YES	
Max. Vel.: 1.51 m/s	
Max. Depth: 1.63 m	
Mean Depth: 1.23 m	
% Meas.: 50.17	
Water Temp.: None	
ADCP Temp.: 20.2 °C	

Performed Diag. Test: NO

Project Name: 00478 2.esas_0.mmt

Performed Moving Bed Test: NO

Software: 2.18

Performed Compass Calibration: NO Evaluation: NO

Meas. Location:

Tr.#	Edge Distance		#Ens.	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens.	Bins	
001	L	0.70	0.70	65	2.75	6.77	2.55	0.537	0.420	13.0	11.1	13.4	21:45	21:45	0.22	0.97	34	0
002	R	0.70	0.70	61	2.88	6.82	2.66	0.862	0.845	14.1	11.6	14.3	21:46	21:46	0.25	0.99	49	0
003	L	0.70	0.70	66	2.85	6.72	2.70	0.612	0.526	13.4	10.9	13.4	21:46	21:47	0.24	1.00	42	0
Mean		0.70	0.70	64	2.83	6.77	2.63	0.670	0.597	13.5	11.2	13.7	Total	00:02	0.24	0.98	42	0
SDev		0.00	0.00	3	0.066	0.052	0.080	0.170	0.221	0.528	0.3	0.5			0.01	0.01		
SD/M		0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.03	0.25	0.37	0.04	0.03	0.03			0.06	0.01		