



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**KONYA KAPALI HAVZASI'NDA YERALTI SUYUNUN
DEĞİŞİMİ VE KURAKLIK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FURKAN GEDİK

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ FAİZE SARIŞ

ÇANAKKALE – 2021



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**KONYA KAPALI HAVZASI'NDA YERALTI SUYUNUN
DEĞİŞİMİ VE KURAKLIK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FURKAN GEDİK

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ FAİZE SARIŞ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: SYL-2020-3399

ÇANAKKALE – 2021



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Furkan GEDİK tarafından Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ yönetiminde hazırlanan ve 20/12/2021 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Konya Kapalı Havzası’nda Yeraltı Suyunun Değişimi ve Kuraklık Analizi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Coğrafya Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ
(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa AVCIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah AKBAŞ

Tez No : 10437425

Tez Savunma Tarihi : 20/12/2021

.....
DOC. DR. YENER PAZARCIK
Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Furkan GEDİK

20/12/2021

ÖN SÖZ

Su, şüphesiz Dünya üzerinde canlı yaşamını başlatan ve yaşamı devam ettiren en kıymetli maddelerden birisidir. Günümüz teknoloji çağında insan faaliyetleri doğrudan veya dolaylı olarak su kaynaklarına bağlıdır. Bu da su kaynakları üzerinde antropojenik baskıların artmasına neden olur. Dünya'nın birçok ülkesinde ve bölgesinde insan kaynaklı etkinlikler su ile ilgili sorunların yaşanmasına, su kaynaklarının tükenmesine ve yok olmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden var olan su kaynaklarının araştırılması, potansiyel risk değerlendirilmelerinin yapılması, korunması ve sürdürülebilmesi oldukça elzemdir. Bu çalışmada Türkiye'nin en kurak havzalarından birisi olan Konya Kapalı Havzası için meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizi yapılmıştır. Yapılan analizler yeraltı suyu kuraklığı ile ilişkilendirilmiş, havzadaki antropojenik etkenlerin kuraklık üzerindeki etkisi tartışılmış ve kuraklığın alansal ve zamansal boyutu irdelenmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ilgi, bilgi ve desteklerini bir an olsun benden esirgemeyen ve bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Faize ŞARIŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim. Akademik gelişimimde emekleri olan diğer hocalarıma teşekkürlerimi ayrıca sunarım. Çalışmam için veri sağlayan DSİ Jeoteknik hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı ve DMİ Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığına teşekkür ederim. Ayrıyeten çalışmama destek olan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım. Son olarak yetişmemde en büyük emek ve destekleri olan kıymetli aileme sevgi ve minnetlerimi sunar; her daim yanımda olan değerli dostlarıma şükranlarımı iletirim.

Furkan GEDİK

Çanakkale, Aralık 2021

ÖZET

KONYA KAPALI HAVZASI'NDA YERALTI SUYUNUN DEĞİŞİMİ VE KURAKLIK ANALİZİ

Furkan GEDİK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ

11/11/2021, 169

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzası'nda yağış, akım ve yeraltı suyu verileri kullanılarak 1960-2019 dönemi için meteorolojik-hidrolojik kuraklık analizi yapıldı ve kuraklık üzerindeki doğal ve antropojenik unsurların rolü tartışıldı. Konya Kapalı Havzası yüzey suyu sınırlı ve yeraltı suyu kullanımının öne çıktığı bir havza olup, 1990'lı yıllardan sonra sayısı hızla artan kuyuların %78,2'si Konya-Çumra, Aksaray-Karapınar, Ereğli-Bor ve Karaman-Ayrancı alt havzasında bulunur. Kuraklık analizleri için kısa ve uzun süreli veri setleri oluşturuldu ve Standardize Yağış, Akım Kuraklık ve Standardize Yeraltı Suyu Seviye indisleri ile analiz edildi. Meteorolojik ve yeraltı suyu kuraklığında kuraklığın şiddetli olduğu dönemler kış ve ilkbahar mevsimi ile 12, 24 ve 36 aylık dönemler; akım kuraklığında ise kış ve ilkbahar mevsimi ile 6, 9 ve 12 aylık kuraklıklardır. Meteorolojik kuraklıkta Niğde, Ereğli, Aksaray, Beyşehir ve Konya Havalimanı istasyonları; akım kuraklığında Cihanbeyli-Kulu ve Beyşehir; yeraltı suyu kuraklığında ise Beyşehir, Altınekin ve Konya-Çumra alt havzaları şiddetli ve aşırı kuraklık oranlarının en yüksek olduğu bölgelerdir. Meteorolojik kuraklık 1973-1974, 1982-1984, 1988-1990, 2000-2002 ve 2012-2014 yıllarında onar yıllık aralıkla tekrarlanma eğilimindedir. Akım ve yeraltı suyu kuraklığının ise 1990'lı ve 2000'li yıllardan itibaren şiddetini arttırarak yaygınlaştığı belirlendi. Havzadaki su seviyesinin yılda ortalama 56,8 cm düştüğü tespit edildi. Konya Kapalı Havzasında son 50 yılda, doğal bitki örtüsü ve su kütlelerinin alanında azalma, tarım arazisi ve kentsel alanlarda genişleme, 1990'lı yıllardan sonra belgeli kuyulara verilen yıllık yeraltı suyu tahsis miktarındaki ciddi artış gibi süreçler havzadaki kuraklıkta antropojenik unsurların etkisinin önemini göstermektedir. Su kaynakları üzerindeki baskıları azaltarak, hem ekosistem sağlığı hem de

su talebini karşılamak için sürdürülebilir su yönetim stratejisinin benimsenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konya Kapalı Havzası, Yeraltı Suyu, Kuraklık, Su Azlığı, Sürdürülebilirlik



ABSTRACT

CHANGE OF GROUNDWATER AND DROUGHT ANALYSIS IN KONYA CLOSED BASIN

Furkan GEDIK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Geography Science

(Asst. Prof. Faize SARIS)

11/11/2021, 169

In this study, meteorological-hydrological drought analysis for the period 1960-2019 was made using precipitation, flow and groundwater data in the Konya Closed Basin, and the role of natural and human factors on drought was discussed. Konya Closed Basin is a basin where surface water is limited and groundwater use is prominent, and 78.2% of the wells, whose number has increased rapidly after the 1990s, are located in the Konya-Çumra, Aksaray-Karapınar, Ereğli-Bor and Karaman-Ayrancı sub-basins. For drought analysis, short and long term data sets were created and analyzed with Standardized Precipitation, Streamflow Drought and Standardized Groundwater Level Indexes. In meteorological and groundwater drought, the periods of severe drought are winter and spring seasons and 12, 24 and 36 month periods; In streamflow drought, it is winter and spring seasons and 6, 9 and 12 month droughts. Niğde, Ereğli, Aksaray, Beyşehir and Konya Airport stations in meteorological drought; Cihanbeyli-Kulu and Beyşehir in streamflow drought; Beyşehir, Altınekin and Konya-Çumra sub-basins in groundwater drought are the regions with the highest rates of severe and extreme drought. Meteorological drought tends to recur at ten-year intervals in 1973-1974, 1982-1984, 1988-1990, 2000-2002 and 2012-2014. It has been determined that flow and groundwater drought has become widespread by increasing its severity since the 1990s and 2000s. It was determined that the water level in the basin decreased by an average of 56.8 cm per year. In the last 50 years, processes such as the decrease in the area of natural vegetation and water bodies, the expansion of agricultural land and urban areas, and the significant increase in the annual amount of groundwater allocation given to licensed wells after the 1990s show the importance of the impact of

human factors on the drought in the basin. A sustainable water management strategy needs to be adopted by reducing pressures on water resources, both for ecosystem health and to meet water demand.

Key Words: Konya Closed Basin, Groundwater, Drought, Water Scarcity, Sustainability



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

2.1. Önceki Çalışmalar.....	5
2.2. Veri ve Yöntem.....	17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KONYA KAPALI HAVZASI'NIN COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

3.1. Coğrafi Konum.....	26
3.2. Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler.....	28
3.3. Jeomorfolojik Özellikler.....	33
3.4. İklim Özellikleri.....	47
3.5. Hidrografik Özellikler.....	54
3.5.1. Akarsular.....	55
3.5.2. Doğal Göller.....	61
3.5.3. Yapay Göller.....	75
3.6. Toprak Özellikleri.....	78
3.7. Bitki Örtüsü.....	81
3.8. Arazi Kullanımı.....	83

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
KONYA KAPALI HAVZASI'NDA YERALTI SU
KUYULARININ DAĞILIŞI VE DEĞİŞKENLİĞİ

4.1. Yeraltı Su Kuyularının Alansal Değişkenliği.....	86
4.2. Yeraltı Su Kuyularının Zamansal Değişkenliği.....	93

BEŞİNCİ BÖLÜM
KONYA KAPALI HAVZASI'NDA KURAKLIĞIN
DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Meteorolojik Kuraklık.....	100
5.2. Hidrolojik Kuraklık.....	110
5.2.1. Akım Kuraklığı.....	110
5.2.2. Yeraltı Suyu Kuraklığı.....	120
5.3. Yeraltı Suyu Üzerindeki Antropojenik Etkilerin Değişimi ve Değerlendirilmesi.....	144

ALTINCI BÖLÜM
SONUÇ VE TARTIŞMA

KAYNAKLAR.....	157
EKLER.....	I
EK 1. TABLO SPI ANALİZ SONUÇLARINA GÖRE AYLIK ANALİZLERDE KURAK YILLARIN KURAKLIK SINIFLARINA GÖRE DAĞILIŞI (%).....	II

SİMGELER VE KISALTMALAR

AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Cm	Santimetre
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
m	Metre
MGI	Meteoroloji Gözlem İstasyonu
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
M-K	Mann-Kendall
SDI	Akım Kuraklık İndisi
SGI	Standardize Yeraltı Suyu Seviyesi İndisi
SPI	Standardize Yağış İndisi

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Meteoroloji gözlem istasyonlarına ait bazı bilgiler	18
Tablo 2	Akım gözlem istasyonlarına ait bazı bilgiler	19
Tablo 3	SPI, SDI ve SGI kuraklık sınıflandırması	24
Tablo 4	Alt havza isimleri, numaraları ve yüzölçümleri	27
Tablo 5	Jeomorfolojik unsurların alt havzalara göre oranı (%)	33
Tablo 6	Farklı arazi sınıflarının havza içerisindeki alanı (km ²) ve oranı (%)	83
Tablo 7	Tarım arazileri ve doğal bitki örtüsünün alt havzalara göre oransal (%) dağılımı	84
Tablo 8	Kuyu gruplarının havza içerisindeki dağılımı (adet)	87
Tablo 9	Rasat kuyularına ait bazı bilgiler	97
Tablo 10	SPI analiz sonuçlarına göre kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	100
Tablo 11	İstasyonların SPI değerlerinin mann kendal ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları	108
Tablo 12	SDI analiz sonuçlarına göre kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	111
Tablo 13	İstasyonların SDI değerlerinin mann kendal ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları	118
Tablo 14	SGI analiz sonuçlarına göre Karaman-Ayrancı alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	124
Tablo 15	SGI analiz sonuçlarına göre Ereğli-Bor alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	126
Tablo 16	SGI analiz sonuçlarına göre Cihanbeyli-Kulu alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	128
Tablo 17	SGI analiz sonuçlarına göre Aksaray-Karapınar alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	129

Tablo 18	SGI analiz sonuçlarına göre Altınekin alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	131
Tablo 19	SGI analiz sonuçlarına göre Konya-Çumra alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	132
Tablo 20	SGI analiz sonuçlarına göre Beyşehir alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)	134
Tablo 21	İstasyonların SGI değerlerinin mann kendal ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları	137
Tablo 22	Analiz edilen tüm kuyuların su seviyesinde zaman içerisinde gözlenen değişim (m)	144
Tablo 23	Farklı arazi sınıflarının havzada kapladığı alanlarının yıllara göre oranı (%)	145

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Kuraklık analizlerinde kullanılan istasyon ve kuyuların coğrafi konumu	20
Şekil 2	Konya Kapalı Havzası'nın coğrafi konumu	26
Şekil 3	Konya Kapalı Havzası'nın hidrojeoloji (a) ve yeraltı suyu kütlesi haritası (b) (DSİ Master Plan verilerinden ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan yararlanılarak hazırlanmıştır)	29
Şekil 4	Konya Kapalı Havzası'nın jeomorfoloji haritası (SRTM DEM ve DSİ Master Plan verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır)	34
Şekil 5	Beyşehir Gölü'nün batısında bulunan Gölyaka Köyü civarındaki haşhaş tarlası arasından Dedegöl Tepesi (Haziran, 2021)	36
Şekil 6	Bozkır-Seydişehir karayolu'ndan Suğla Polyesi (batı istikameti) (Haziran, 2021)	38
Şekil 7	Meke Gölü'nden Karacadağ (Haziran, 2021)	39
Şekil 8	Hasan Dağı'nın kuzeyden görünümü (Nisan, 2016)	40
Şekil 9	Bölgede bulunan bazalt ve obsidyen (Nisan, 2016)	41
Şekil 10	Kayırlı Beldesinin kuzeyinde yer alan volkanik tepeler (Nisan, 2016)	41
Şekil 11	Dedegöl Tepesi'nin kuzey yamacında yer alan 1600 m rakımındaki Pınargözü Mağarasının girişi (Haziran, 2016)	44
Şekil 12	Volkanik kökenli ignimbiritlerin Melendiz Çayı tarafından dik bir duvar gibi yarıldığı İhlara Kanyonu (Nisan, 2016)	46
Şekil 13	Meteoroloji istasyonlarının yıllık sıcaklık rejimi	49
Şekil 14	Yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı	50
Şekil 15	Meteoroloji istasyonlarının aylık yağış rejimi	51
Şekil 16	Yıllık toplam yağışın dağılışı	52
Şekil 17	Toplam yağış miktarının kış (a), ilkbahar (b), yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimlerinde dağılımı	53
Şekil 18	Konya Kapalı Havzası'nın yüzey suları	54

Şekil 19	Beyşehir regülatörü ve kanalı (Haziran, 2021)	57
Şekil 20	Akarsuların uzun dönem aylık ortalama rejimleri	60
Şekil 21	Son yıllarda yalnızca kuzey ve doğu kesiminde su birikintisi kalan Meke Maarı'nın kuzeyden görünümü (Haziran, 2021)	63
Şekil 22	Otoyoldan maar tabanına inen patikadan Acıgöl (Haziran, 2021)	64
Şekil 23	Gölün güneybatısında bulunan falez (sol foto) maarın kuzey yamacındaki blok yığınları (sağ foto) (Haziran, 2021)	64
Şekil 24	Havzadaki en büyük obruk olarak bilinen Kızören Obruğu (Haziran, 2021)	66
Şekil 25	Kızören obruğunun güney yamacında dirençli (dik) ve dirençsiz (yatay) kalker tabakaları ve blok düşmeleri (Haziran, 2021)	66
Şekil 26	Obruk çevresindeki tarlalarda sulama yapmak için gölden çekilen suların tarlalara taşındığı borular (Haziran, 2021)	67
Şekil 27	Yeşildağ-Kurucaova karayolu üzerinde Beyşehir Gölü ve göl kenarındaki nilüfer ve sazlıklar (Haziran, 2021)	70
Şekil 28	1550 m rakımlı Çatmakaya Yaylası'ndan Suğla Gölü (Haziran, 2021)	71
Şekil 29	Suğla Gölü'nde 1984(a)-2020(b) yılları arasındaki alansal değişim	72
Şekil 30	Son yıllarda kuraklık etkisiyle tamamen kuruma noktasına gelen Ereğli Sazlığı	74
Şekil 31	Hotamış ve Akgöl Sazlıklarında 1984(a)-2020(b) yılları arasındaki alansal değişim	74
Şekil 32	Büyük toprak grupları (Oakes ve Arıkök (1954)'den yararlanılarak hazırlanmıştır	78
Şekil 33	Acıgöl Maarı'nın güney yamacındaki bozkır türleri (Haziran, 2021)	82
Şekil 34	Pınargözü Mağarasının yakın çevresinde iyi boy vermiş ve gövde geliştirmiş karaçamlar (sol foto), Suğla Polyesi'nin güneyinde bulunan 1550 m rakımlı Çatmakaya Köyü Yaylasında karacam, köknar ve meşe ormanları (sol foto) (Haziran, 2021)	82
Şekil 35	Arazi kullanımı haritası	85
Şekil 36	DSİ kuyuları'nın havzadaki dağılımı	88

Şekil 37	Belgeli kuyuların havzadaki dağılımı	89
Şekil 38	Belgesiz kuyuların havzadaki dağılımı	90
Şekil 39	Belediye kuyuların havzadaki dağılımı	91
Şekil 40	Rasat kuyularının havzadaki dağılımı	92
Şekil 41	Yıllık açılan toplam kuyu sayısındaki değişim	93
Şekil 42	Yıllık açılan DSI kuyu sayısındaki değişim	94
Şekil 43	Yıllık açılan belgeli kuyu sayısındaki değişim	94
Şekil 44	Rasat kuyu sayısının zaman içerisindeki değişimi	95
Şekil 45	12, 24 ve 36 aylık SPI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı	106
Şekil 46	12, 24 ve 36 aylık SPI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kurak yıl oranının havzadaki dağılışı	107
Şekil 47	Seçilmiş istasyonlarda SPI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim	110
Şekil 48	12, 24 ve 36 aylık SDI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı	117
Şekil 49	Seçilmiş istasyonlarda SDI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim	120
Şekil 50	Yeraltı suyunun uzun dönem aylık ortalama su seviyesi (m)	122
Şekil 51	12, 24 ve 36 aylık SGI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı	135
Şekil 52	12, 24 ve 36 aylık SGI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kurak yıl oranının havzadaki dağılışı	136
Şekil 53	Seçilmiş kuyularda SGI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim	140
Şekil 54	Seçilmiş kuyularda yeraltı su seviyesinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim (m)	143
Şekil 55	Belgeli kuyulara verilen yıllık toplam yeraltı suyu tahsis miktarındaki değişim	146
Şekil 56	Alt havzalara göre 1963-2019 yılları arasındaki toplam yeraltı suyu tahsis miktarı	147

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Su insan ve diğer canlıların hayata tutunabilmesi, var olabilmesi ve varlığını sürdürebilmesi için gerekli olan en temel maddelerden birisidir. Hayat dağıtan mavi damar olan su, insanların yeryüzüne dağılışını belirlemiş ve bütün büyük medeniyetler suyun etrafında gelişmiştir. İnsanoğlu kimi zaman su için savaşırken kimi zaman sevdasını¹ su ile dile getirmiştir. İnsanın doğal koşullara olan bağlılığı zaman içerisinde her ne kadar azalsa da, suya olan bağımlılığı gün geçtikçe artmaktadır. Tarihsel süreç içerisinde insanlığın su kaynaklarından yararlanma biçimi değişmiş ve su kaynakları üzerindeki baskısı sürekli artmıştır. Kendi döngüsü içerisinde yenilenebilen bir kaynak olan su, Dünya üzerinde bölgesel olarak yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. BM'ye göre 1950 yılında dünyada kişi başına düşen yıllık tüketilebilir su miktarı 16.800 m³ iken bu değer 2000 yılında 7.300 m³'e düşmüştür ve 2025'de ise 4.800 m³ olacağı tahmin edilmektedir (Manavoğlu, 2007: 119).

Dünya üzerinde su kaynakları, üzerinde yaşadığımız yerküreye 'Mavi Gezegen' lakabını verecek kadar çok olsa da şüphesiz insan için en önemli su, tatlı su kaynaklarıdır ve bu kaynaklar oldukça sınırlıdır. Dünya'nın su potansiyeli yıllık 1 milyar 400 milyon km³ dür. Bunun yalnızca %2,5'i tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Tatlı su kaynaklarının %69,5'ini şu anda kullanılamayan buzullar oluşturur. Yüzey suları ise toplam tatlı suların %0,4'ünü meydana getirir. Tatlı su kaynaklarının %30,1'i ise yeraltı sularında bulunur (Korkmaz, 2009: 38). Görüldüğü üzere insan ihtiyacını karşılayabilecek en uygun su potansiyeli yeraltı sularında mevcuttur. Fakat yeraltı su kaynakları küresel ısınma, iklim değişikliği ve kuraklık, artan ihtiyaçlar, daha lüks yaşam koşulları, bilinçsiz tüketim, planlama yetersizlikleri gibi sebeplerden ötürü tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Yeraltı su kaynakları iklim değişikliği etkisiyle küresel su güvenliği bakımından tehdit altındadır (Bloomfield vd., 2019: 1393). Dünya nüfusunun yaklaşık %25'i (2 milyar kişi) doğrudan temiz suya ve temiz su varlığına bağlı olarak sağlıklı yaşam koşulları bakımından yetersiz imkanlara sahiptir ve bu sayının 2025 yılında 5 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir. Bu ülkelerin çoğu Orta Doğu ve Afrika ülkeleri olup günümüzde 19 ülke su stresi veya su

¹ Burada Anadolu halk edebiyatında yaygın olarak anlatılan Ferhat ile Şirin hikayesine atıfta bulunulmuştur. Hikâyede Ferhat'ın şehre su getirmesi karşılığında Şirin'e kavuşacağı anlatılır.

kıtlığı problemi yaşamaktadır. 1990'larda toplamda 300 milyonu bulan nüfusu ile 26 ülkeyi doğrudan etkileyen su kıtlığının 2050 yılına gelindiğinde 60 ülkeyi etkilemesi beklenmektedir. Aynı baskı Akdeniz havzası için de geçerlidir. Geçtiğimiz yüzyılda havzanın önemli bir kesiminde ortalama yağış miktarlarında her on yılda bir %3 oranında azalma gerçekleşmiştir. Özellikle 1970 ve 1990'lı yıllar arasında bilhassa kış mevsimlerinde yaşanan yağış açığı tarımsal ve hidrolojik kuraklıkları tetiklemiştir (Türkeş, 2008: 35-38).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı 574 mm'dir. Yüzölçümü 783.577 km² olan Türkiye'nin yıllık toplam yağış miktarı 450 milyar m³'dür. Türkiye'de yıllık yüzeysel akış 186 milyar m³ olup bunun 94 milyar m³ ü kullanılabilir potansiyeldedir. Yıllık kullanılabilir yeraltı suyu miktarı ise 18 milyar m³'dür. Türkiye'nin yıllık kullanılabilir su potansiyeli 112 milyar m³ olup bunun 57 milyar m³ ü kullanılmaktadır. Türkiye'de 2000 yılında kişi başına yıllık kullanılabilir su miktarı 1.652 m³ iken bu miktar yıllar içerisinde azalmış 2009 yılında 1.544 m³ e, 2019 yılında ise 1.346 m³ e kadar gerilemiştir ("DSİ", t.y.). Yılda kişi başına düşen su miktarı su sıkıntısının şiddetini gösterir (Falkenmark vd., 1989: 260). Su sıkıntısının şiddeti Falkenmark indis değerleri ile belirlenir. İndise göre 1.000-1.700 m³/kişi/yıl seviyesi su stresini ifade eder. Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarında gözlenen azalma eğilimi gerek yağış açıklığından gerekse nüfus artışına bağlı olarak artan su tüketiminden kaynaklanır. Bununla beraber su kaynakları tüm havzalara eşit oranda dağılmamıştır. Türkiye'de yıllık toplam ortalama akış miktarı 186,86 milyar m³ olup bunun yaklaşık yarısı Fırat-Dicle (56,3 milyar m³), Doğu Karadeniz (16,4 milyar m³), Doğu Akdeniz (11,07 milyar m³) ve Antalya (11,06 milyar m³) havzalarında gerçekleşir. Akarçay (0,49 milyar m³) ve Burdur (0,50 milyar m³) havzaları ise yıllık toplam ortalama su akışının en az olduğu havzalardır. Yeraltı suyu işletme rezervi bakımından en az potansiyele sahip havzalar Çoruh (20 milyon m³) ve Doğu Akdeniz (70 milyon m³) havzalarıyken; rezerv bakımından en fazla olanlar ise Fırat-Dicle (3 milyar 763 milyon m³) ve Konya Kapalı (2 milyar 23 milyon m³), havzalarıdır. Akış miktarı/nüfus oranı bakımından kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının en fazla olduğu havza Çoruh ve Aras havzaları olup yıllık kişi başına sırasıyla 15.000 ve 5.609 m³ kullanılabilir su düşer. Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının en az olduğu havzalar ise Küçük Menderes (109 m³/yıl/kişi), Marmara (161 m³/yıl/kişi), Sakarya (554 m³/yıl/kişi) havzasıdır. Türkiye nüfusunun %37'si su ile ilgili sıkıntı yaşamazken %63'ü yeterli suya sahip olma sınır eşiğinin altındadır (Karataş, 2010: 8-10; Akın ve Akın, 2007: 110).

Toplam nüfusu 3 milyona yaklaşan (2016 yılı TÜİK nüfus verilerine göre 2.815.277) (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018: 19) Konya Kapalı Havzası, Türkiye'nin en kurak havzalarından birisidir. Havzada ortalama yağış miktarı 377 mm'dir (MGM). Yağış miktarı az olduğu için yüzey suları oldukça kısıtlıdır. Havzada kullanılabilir suların büyük bir kısmını yeraltı suları oluşturur. Kullanılabilir yerüstü su potansiyeli 1 milyar 505 milyon m³, yeraltı su potansiyeli ise 2 milyar 479 milyon m³'tür (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018: 12-16). Tüm kurak koşullara rağmen Türkiye'nin tarımsal üretim açısından önemli sahaları havza sınırları içerisinde bulunur. Havzada kullanılan suyun %96,75'i tarımsal sulama ve içme-kullanma suyunda kullanılmaktadır (%92,65 tarımsal sulama, %4,1 içme ve kullanma suyu) (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018: 19-34). Toplam yüzölçümü 50 bin 29 km² olan havzanın 904 bin hektarlık (9.040 km²) alanında sulamalı tarım yapılmaktadır ve bu su ihtiyacının önemli bir kısmı yeraltı sularından karşılanmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018: 23). Bu yüzden yeraltı suları bölge için oldukça önemlidir. Konya Kapalı Havzası'nda evsel kullanım ve tarımsal üretim için önemli olan yeraltı su kuyularının alt havzalara göre alansal dağılımını incelemek ve zaman içerisinde yeraltı suyu seviyelerinde ne gibi bir değişiklik olduğunu araştırmak su yönetimi açısından gereklidir.

Bu çalışmanın amacı, Konya Kapalı Havzası'nda yeraltı su kuyularının havza genelindeki dağılımını ve bu kuyuların zaman içerisinde niceliksel bakımdan değişimini mekansal açıdan değerlendirmek ve havzadaki yeraltı suyu varlığının zamansal değişimini kuraklık analizleri yaparak açıklamaktır. Ayrıca çalışmada meteorolojik, akım ve yeraltı suyu kuraklıklarının birbirleri ile ilişkisini irdelemek ve kuraklık üzerindeki antropojenik unsurların boyutunu ortaya koymak hedeflenmiştir. Araştırmanın uygulamaya yönelik amacı, havzadaki yeraltı suyu/hidrolojik kuraklığı tanımlayarak; su sektöründeki uygulayıcı ve yöneticilerine karar verme ve politika üretme süreçlerine ve sürdürülebilir su kaynakları yönetimi uygulama çalışmalarına katkıda bulunmaktır. Böylece çalışma alanı içerisinde su kıtlığının etkilerinin azaltılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, bu havza için daha önce yapılmamış kapsamlı bir yeraltı suyu kuraklık çalışması ortaya konularak bilimsel literatüre gelecekteki çalışmalar açısından katkı koymak amaçlanmaktadır.

Bu tez çalışmasının birinci ve ikinci bölümünde; kullanılan veri kaynakları, kuraklık analiz yöntemleri, çalışma boyunca izlenen metod ve önceki çalışmalar değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde havzanın genel coğrafi özellikleri; dördüncü bölümde yeraltı suyu kuyularının sayılarında zaman içerisinde gözlenen değişim ve bu kuyuların havza içerisindeki dağılışı ve beşinci bölümde indis analiz sonuçları ile yeraltı suyu kuraklığında önemli olan antropojenik etmenlere değinilmiştir.



İKİNCİ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde konuyla alakalı daha önceden yapılan çalışmaların genel değerlendirilmesi yapılmış ve veri girdileri ve yöntemlerden bahsedilmiştir.

2.1. Önceki Çalışmalar

Sanayi devriminden sonra fosil yakıt tüketiminin artmasıyla beraber atmosfere salınan kirletici maddeler sera etkisini kuvvetlendirmiş ve bu da hava sıcaklıklarının ortalama seviyesinde küresel ölçekte artışlar gözlenmesine sebep olarak insan kaynaklı küresel iklim değişikliğine sebep olmuştur. Özellikle 1900'lü yılların ortasından itibaren subtropikal bölgelerde, Doğu Akdeniz'de ve Türkiye'de kuraklığın etkisi, şiddeti ve frekansında önemli miktarda artışlar meydana gelmiştir. Yağış miktarında gözlenen azalma eğilimleri özellikle kış mevsiminde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkarak tarımsal ve hidrolojik kuraklara sebebiyet vermiştir (Türkeş, 2008: 37). Yaşanan kuraklık koşullarının yanı sıra hızlı nüfus artışı ve fazla tüketim sonucunda su kaynaklarına olan baskı hızla artmıştır. Örneğin 1940-1990 yılları arasındaki 50 yıllık dönemde dünyanın nüfusu 3 milyar kişi artarak 2,3 milyardan 5,3 milyara yükselmiş ve kişi başına tüketilen su miktarı 400 m³'den 800 m³'e çıkmıştır (Karataş, 2010: 11). Hem yağış miktarında görülen azalmalar ve ortalama hava sıcaklıklarında gözlenen artışlara bağlı olarak artan evapotranspirasyon hem de suya olan talebin artması şüphesiz kuraklığın etkisini şiddetlendirir.

Kuraklık analizi çalışmaları, özellikle 1990'lı yıllardan sonra küresel iklim değişikliği ve artan su tüketimiyle birlikte oldukça önem kazanan araştırma alanıdır. Bu bağlamda meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık analiz çalışmaları yapılmaktadır. Yeraltı su kaynaklarında ölçümlerin sık ve sürekli yapılamaması, gözlemlerin az olması gibi aksaklıklardan ötürü hidrolojik sistemler içerisinde kuraklık sistemindeki rolü tam olarak bilinmemektedir. Bu yüzden yeraltı suyu kuraklığı hidrolojik kuraklıklar içerisinde daha fazla araştırılması gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Peters vd., 2005: 303). Yeraltı suyu kuraklık analizi çalışmalarında veri toplama yöntemi olarak gerek arazi çalışmaları gerekse doğrudan gözlem yapan kurumlardan veri alma sürecine gidilmekte ve veriler birtakım indislerle analiz edilmektedir.

Konuyla ilgili literatür çalışmaları Dünya geneli, Akdeniz Havzası, Türkiye ölçeği ve yerel ölçekte Konya Kapalı Havzası kapsamında yapılan çalışmalar şeklinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar meteorolojik ve hidrolojik kuraklık çalışmaları şeklinde incelenmiştir.

1951-2010 yılları arasında dünyada kuraklığın sıklığı, süresi ve şiddetinin incelendiği çalışmada (Spinoni vd., 2014) 20 şer yıllık üç dönem ayrı ayrı ele alınmıştır. Meteorolojik veriler SPI yöntemine göre analiz edilmiş ve haritalandırılmıştır. 1951-1970 yılları arasında Kuzey Amerika ve Güney Amerika'nın orta kesimleri, Rusya ve Orta Avustralya kuraklığın yaşandığı yerler olurken, kuraklık 1971-1990 yılları arasında kuraklık Ekvatorial bölgede daha sık ve şiddetli yaşanmıştır. 1991-2010 yılları arasında ise Ekvatorial bölge ile Akdeniz kuşağının kuraklığı daha şiddetli yaşandığı gözlenmiştir. Trigo ve Davies'in Kuzey Akdeniz Havzası için yaptığı çalışmada havzada (Trigo ve Davies, 2000) özellikle son 40 yılda yağış miktarının azaldığı vurgulanmış ve yaşanan iklim değişimi ve kuraklıkta rol oynayan olası sebepler araştırılmıştır. Çalışmaya göre kuraklık trendi ve sıklığının en önemli sebeplerinden birisi havzada siklon frekansının zaman içerisinde azalma göstermesidir. Akdeniz havzasıyla ilgili yapılan çalışmalardan birisi İspanya'nın kuzeydoğusunda yer alan Barselona'nın 110 yıllık kuraklık eğiliminin incelendiği çalışmadır (Ramos, 2001). Çalışmada sonuç olarak yıllık toplam yağış miktarında azalma eğiliminin olmadığı, son on yılda yıllar arasında değişkenliğin azaldığı, kurak yılların oranının artmadığı buna karşılık nemli yılların yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. İspanya Pireneler'in merkezinde bulunan Aragon nehri havzası için yağış kuraklık çalışmasında SPI yöntemi uygulanmıştır (Vincente-Serrano ve Lopez-Moreno, 2005). Zamansal açıdan bakıldığında havzada 1950'li, 1980'li ve 1990'lı yıllar kuraklığın belirgin olduğu dönemlerdir ve kuraklığın süresinin uzamasıyla kuraklığın frekansının azaldığı vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca yağış ve akım arasında ilişki de araştırılmıştır. Geniş zaman aralığından ziyade kısa dönemli analizlerde yağış ve akım kuraklığı arasındaki ilişki daha anlamlıdır. 1950-2000 yılları arasında Akdeniz havzası için yapılan bir çalışmada aylık, mevsimlik ve yıllık eğilimler analiz edilmiştir. Çalışmada 63 istasyonun aylık ve günlük yağış verileri çeşitli yağış indisleriyle analiz edilmiştir. Eğilimler özellikle kış mevsiminde ve aylarında, erken ilkbahar aylarında (Mart ve Nisan) ve yıllık analizlerde anlamlıdır (Norrant ve Douguedroit, 2006). SPI yöntemi kullanılarak Arnavutluk'ta 1950-2000 yılları arasında kuraklığın zamansallığı ve şiddeti arasındaki

ilişkinin araştırıldığı çalışmada (Merkoci vd., 2013) 1, 3 ve 6 aylık zamansal dönemlerde analiz yapılmıştır. Aylık analiz sonuçlarına göre hafif kuraklık üzerindeki kuraklıkların (orta, şiddetli ve aşırı kuraklık) 1960-1970 yılları arasında sıklıkla tekrarlandığı ve bu dönemde ülkenin orta ve kuzeyinde daha sık frekanslarla gerçekleştiği belirtilmiştir. 3 aylık analiz için her on yılda bir tekrarlanan ve kuraklığın şiddetinin arttığı bir trend söz konusudur. 6 aylık analizde ise kuraklığın ülkenin orta ve kuzeyinde daha sık tekrarlandığı belirtilmiştir. Ayrıca 1980'den sonraki yıllarda tüm analiz dönemlerinde kurak yılların oranının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı vurgulanmıştır. Doğu İspanya'da Jucar Nehri havzasının meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkları değerlendirmek için göreceli standartlaştırılmış indislerin (Standardize Yağış İndisi, Standardize Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi, Standardize Akış veya Akım İndisi) kombinasyonunun uygulandığı çalışmada (Marcos-Garcia vd., 2017) kuraklık şiddetinde artış eğiliminin olduğu sonucuna varılmıştır. Orta vadeli kuraklıkların kısa vadeli kuraklıklara kıyasla daha yüksek şiddette ve sık frekansta gerçekleştiği vurgulanmıştır. Ayrıca havzanın iç kesimlerinin kıyı kesimlerine göre kuraklık şiddetinin daha fazla artış eğiliminde olduğuna değinilmiştir. 1961-2014 yılları arasında İspanya ana karasında kuraklığın mekansal dağılışının ve kuraklığa rol oynayan faktörlerin araştırıldığı çalışmada Standardize Yağış İndisi ve Standardize Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi kullanılarak 12, 24 ve 36 aylık zaman ölçeklerinde analizler yapılmıştır. Sonuç olarak 1990'lı yıllara kadar yağış azalmasıyla tekrar eden kuraklığın özellikle 1990'lı yıllardan sonra ortalama sıcaklıklardaki artışa bağlı olarak atmosferik buharlaşma miktarındaki artışın rol oynadığı ortaya konulmuştur (Gonzalez-Hidalgo vd., 2018). Avrupa, Akdeniz Havzası ve Türkiye'yi de içine alan bölgenin 1951-2016 yılları arasında meteorolojik kuraklık analizinin yapıldığı çalışmada 3, 6, 12 ve 24 aylık kuraklık analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarını özetlemek gerekirse, Avrupa'nın kuzeyinde genel olarak pozitif yönde bir eğilim izlenirken, Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Türkiye'yi de içine alan Akdeniz Havzası'nda negatif yönde bir trend söz konusudur. Özellikle kuraklığın süresinin uzamasıyla kuraklığın yayıldığı alanların genişlediği görülmüştür (Caloiero vd., 2018).

Son yıllarda Türkiye'de de kuraklık çalışmaları önem kazanmıştır. Türkiye'deki kurak bölgelerin ve önemli kurak yılların belirlendiği çalışmada (Türkeş, 1990) kurak ve nemli dönemlerin birbirini takip ettiği vurgulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Karadeniz kıyı kuşağı zamansal olarak yağış etkinliğinin en az değiştiği bölge olmuştur.

Buna karşılık yağışlarda azalma yönündeki eğilim trendi de sadece Karadeniz Bölgesi için bulgulanmıştır (diğer bölgelerde azalan veya artan yönde bir eğilim yoktur). İç Anadolu Bölgesinde (özellikle Konya yöresinde) gözlem aralığının %62,5'inde kuraklık yaşanmıştır. Marmara ve Doğu Anadolu Bölgeleri ise kurak olmayan yılların alansal olarak en geniş alan kapladığı bölgeler olmuştur. Türkiye'nin çoğu bölgesinde kuraklığın çok az tekrar ettiği ve önemli kurak yılların ise 1955-1960, 1970-1980 ve 1980-1985 yılları arasında meydana geldiğine değinilmiştir. Türkeş (1996) tarafından, 1930-1993 yılları arasında gözlem dönemi olan 91 adet istasyonun verilerinin kullanıldığı Türkiye'nin yıllık toplam yağışlarının zamansal ve mekânsal analizinin yapıldığı çalışmada, Karadeniz yağış rejimi Bölgesi haricinde ülke genelinde yağış miktarında azalan eğilimlere işaret edilmiştir. Fakat sadece 15 istasyonda istatistiksel olarak anlamlılık söz konusudur ve bu istasyonların yarısı Akdeniz yağış rejimi bölgesindedir. Bu eğilimler özellikle son 20-25 yıllık yağış azalmalarından kaynaklanmaktadır. Kurak yıllar 1930-1935, 1970-1975, 1980 ve 1990'lı yılların başlarında yaşanmıştır. Türkiye'de çölleşmeye eğilimli ve hassas bölgelerinin incelendiği çalışmada yağış ve kuraklık arasındaki ilişki zamansal ve mekânsal bağlamda ele alınmıştır. Çalışmaya göre son yirmi yılda Türkiye'nin önemli bir kısmında ciddi bir yağış açığı meydana gelmiş, 1960'lı yıllardan sonra bu yıllardan önceki nemli koşullardan kurak döneme geçilmiştir. Bahsedilen kuraklığın daha çok Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gerçekleştiği ve buraların çölleşmeye hassas bölgeler olduğu vurgulanmıştır (Türkeş, 1999). Türkiye'nin yıllık ve mevsimlik kuraklığının zamansal ve mekânsal değişkenliğinin incelendiği çalışmada 1930-2000 yılları arasındaki kuraklıklar değerlendirilmiştir. Çoğunluğu Akdeniz yağış rejiminde olmak üzere istasyonların yıllık ve kış mevsimi yağış serisinde kuraklık eğilimlerinin anlamlı düzeydedir ve kuraklık 1970'lerin sonu, 1980'lerin başı ve 1990'ların ortalarına rast gelmiştir. İlkbahar yağışlarında ise 1940-1960 yılları arasında pozitif yönde bir eğilim söz konusudur. Yaz yağışlarında önemli bir değişim olmayıp bazı istasyonlarda artış söz konusudur. Özellikle yıllık ve kış mevsimi yağış serilerinde bilhassa Ege ve Akdeniz yağış bölgelerinde 1960'lardan itibaren nemli koşullardan yarı nemli ve kuru koşullara geçiş yaşanmıştır (Türkeş, 2003). Sırdaş ve Şen'in yaptığı çalışmada ise Türkiye'nin meteorolojik kuraklık durumu incelenmiştir. Kuraklığın genliği, süresi ve şiddeti hesaplanıp haritalandırılmıştır. 60 meteoroloji istasyonundan alınan verilere gidişler sınaması uygulanmış, elde edilen değerler SPI sınıflandırmasına göre ayrılıp kuraklık durumu ortaya konulmuştur. Çalışmaya göre Konya Kapalı Havzası kuraklığın şiddetli yaşandığı alanlardan birisidir. (Sırdaş ve Şen, 2003). Türkiye'de 111 adet

meteoroloji istasyonunun günlük yağış verilerinin kullanıldığı ve yağış şiddetinin zamansal ve alansal değişkenliğinin araştırıldığı çalışmada hafif, normal, orta şiddette, şiddetli ve çok şiddetli yağışların iklimsel değişkenliği incelenmiştir. Buna göre hafif şiddette olan yağışlarda Karadeniz bölgesinde pozitif yönde, normal ve orta şiddetteki yağışlarda Türkiye genelinde azalma, şiddetli yağışlarda Marmara geçiş ve Karasal yağış rejimi bölgelerinde artış, çok şiddetli yağışlarda kıyı bölgelerinde pozitif yönde trend olduğu tespit edildi (Koç ve İrdem, 2007). Türkiye’de yağış toplamı ve yoğunluğunun zaman ve mekan üzerindeki eğilimlerinin analiz edildiği çalışmada özellikle 1950’li yıllardan sonra yıllık toplam yağış miktarında ve yağış yoğunluğunda azalma eğilimi olduğu ve bu eğilimin Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde daha kuvvetli olduğu sonucuna varılmıştır. Mevsimlik analizlerde ise sadece kış mevsiminde yağış azalması tespit edilmiş olup diğer mevsimlerde artış yönde bir eğilim söz konusudur (Türkeş vd., 2007). Türkeş ve Tatlı’nın yaptığı bir çalışmada Türkiye’deki kuraklık olaylarının yoğunluk, sıklık, mekânsal ve zamansal kalıplarını belirlemek için SPI metodunun değiştirilmiş bir versiyonu uygulanmıştır. Çalışmada Türkiye’nin fiziki coğrafya özellikleri dikkate alınarak klasik SPI değerlendirmesinin yeterli olmayacağı düşünülmüş ve buna uygun yöntem geliştirilmiştir (Türkeş ve Tatlı 2009). Türkiye’de çölleşmeye eğilimli alanlardaki değişimin değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmada 214 istasyonun aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bunun için Aridity Index (Kuraklık İndisi) kullanılmış ve indis hesaplaması sonucunda elde edilen değerler Arcmap programında IDW enterpolasyon yöntemine göre haritalandırılmıştır. Çölleşmeye eğilimli yarı kurak alanlara ait risk bölgelerinin Konya Ovasından Doğu Akdenize doğru alan genişlettiği gözlenmiştir (Ceylan vd., 2009). Türkiye’de yıllık ve mevsimsel yağış değişkenliğinin araştırıldığı bir çalışmada 64 meteoroloji istasyonuna ait 59 yıllık veriseti analiz edilmiştir. Çalışmada her bir meteoroloji istasyonunun yağış değişkenlik katsayısı hesaplanmış ve elde edilen değerler Arcmap programında kriging enterpolasyon yöntemiyle haritalandırılmıştır. Buna göre yağış değişkenliğinin en az olduğu bölge Karadeniz, en fazla olduğu bölgeler Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir. Konya bölümünde de önemli bir değişkenlik saptanmıştır (Ölgen, 2010). Türkiye ve yakın çevresini kapsayan çalışmada günümüze kadar gözlenen kuraklık durumunu değerlendirmiş ve gelecek için tahmin değerlendirmesinde bulunmuştur. Çalışmaya göre Türkiye’nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası dünyanın en şiddetli kuraklık eğiliminin görüldüğü yerlerden birisidir. Yıllık ortalama sıcaklıklarında önemli bir artış, yıllık toplam yağış değerlerinde ise önemli azalmalar ölçülmüştür. 2071-2100 yılı bir

önceki yüzyıla göre kuraklık koşullarının etkisinin artıracacağı, yıllık ortalama sıcaklıklarda 2,5°C'lik artışların yaşanacağı ve günlük toplam yağış miktarlarında ise 0,5-2 mm'lik azalmaların gerçekleşebileceği değerlendirilmesinde bulunmuştur. Bahsedilen kuraklık durumu Konya Kapalı Havzası için de geçerlidir. Havzada ortalama sıcaklıklarda ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde artış, toplam yağış miktarında ise kış, ilkbahar ve yaz mevsiminde azalış eğilimi gözlenmiştir (Türkeş, 2012). Türkiye'de önemli kurak yılların araştırıldığı başka bir çalışmada kuraklığın zamansallığı bakımından Türkeş'in (Türkeş, 1990) bulgularına benzer sonuçlara yer verilmiştir. Buna göre 1970-1975, 1980-1985, 1990-1995 ve 2000-2010 yılları arasında on yıllık periyotlar halinde dikkate değer kuraklığın yaşandığı bulgulanmıştır. Kuraklığın alansal açıdan değerlendirilmesi yapıldığında Karadeniz Bölgesi kuraklığın en hafif şiddette yaşandığı bölgedir. Marmara Bölgesi kuraklığın en şiddetli yaşandığı bölge olarak karşımıza çıkar. Çalışmada aşırı kuraklığın ülkenin hemen her yerine yayıldığı ve özellikle Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde daha fazla meydana geldiği belirlenmiştir (Akbaş, 2014). Türkiye'de gözlenen yağış eğilimlerinin incelendiği bir çalışmada 29 istasyonun yağış verileri kullanılmış ve yıllık ve mevsimlik yağışlarındaki eğilimler araştırılmıştır. Ayrıca gözlenen eğilimler atmosferik hava değişimleriyle yorumlanmıştır. Genel olarak yıllık yağışlarda anlamlı bir eğilim olmamasına karşın sonbahar mevsiminde 1980'lerden itibaren anlamlı bir artış ve kış mevsimlerinde özellikle 1970'li yılların başından itibaren anlamlı bir şekilde yağış azalması söz konusudur. İlkbahar ve yaz mevsimlerine ilişkin herhangi bir trend saptanmamıştır (Topuz vd., 2018).

Konya Kapalı Havzası için önceki yapılan meteorolojik kuraklık çalışmalarının bulguları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Konya, Karaman, Aksaray ve Karapınar çevresini kapsayan çalışmada (Türkeş vd., 2009) dört istasyondan alınan sıcaklık ve yağış verileri Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi kullanılarak analiz edilmiştir. Yağışlarda %30 ile %80 değerleri arasında azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Konya Kapalı Havzası'nda kuraklığın zamansal ve alansal incelenmesinin yapıldığı çalışmada meteorolojik kuraklık durumu incelenmiştir. 12 adet meteoroloji istasyonundan alınan yağış verileri kullanılmıştır. Çalışmada 6 farklı kuraklık indisi kullanılmış (Normal Yağışın Yüzdesi İndisi, Yağış Kuyrukları, Z-Skoru, Çin Z İndisi,

Standartlaştırılmış Yağış İndisi ve Efektif Kuraklık İndisi) ve karşılaştırılmıştır. İndisler 18 ayrı zaman periyodunda analiz edilmiş, elde edilen bulgular sonucu havzada tüm ayların %35’inde kuraklık durumu tespit edilmiştir (Doğan, 2013). Uzaktan algılama yöntemleriyle yapılan başka bir çalışmada Landsat 5-tm görüntüleri kullanılarak 28 yıllık zaman aralığında Konya Kapalı Havzası’nda gerçekleşen kuraklık durumu incelenmiştir. Çalışmada yüzey sıcaklık ve kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Havzada 1984-2011 yılları arasında yüzey sıcaklıklarında ortalama 2-3°C’lik bir artış ve toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak kuraklık etkisinin şiddetlendiği sonucuna varılmıştır (Orhan ve Ekercin, 2015). Konya ilini kapsayan bir çalışmada 8 adet meteoroloji istasyonunun uzun yıllık verileri ile sıcaklık ve yağış trend analizi yapılmıştır. Yıllık mutlak ekstrem hava sıcaklıkları, yıllık tropikal ve yaz günü sayıları, yıllık ve mevsimlik toplam yağış miktarları ile yıllık toplam yağışlı gün sayısı araştırılmıştır. Veri setleri Mann-Kendall testi ile incelenmiştir. İstasyonların genelinde yıllık mutlak maksimum ve yıllık mutlak minimum sıcaklıklarda önemli bir artış gözlenmiştir. Yıllık toplam yağışlarda kayda değer değişim gözlenmezken, ilkbahar yağışlarında 2 istasyonda azalma, sonbahar yağışlarında ise istasyonların genelinde artma eğilimi gözlenmiştir. Yıllık toplam yağışlı gün sayılarında ise sadece 1 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir (Kılıç, 2016). Uzaktan algılama yöntemlerinin uygulandığı çalışmada Konya Kapalı Havzası’nın genelini kapsayacak bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada 1998-2015 dönemlerine ait kuraklık durumu incelenmiş, NASA’nın hazırlamış olduğu Tropikal Yağmur Ölçme Misyonu (TRMM), Çoklu Uydu Yağış Analizi (TMPA) ve 3B42 v7 uydu kaynaklı yağış verileri kullanılmıştır. Oluşturulan haritalar sonucunda yedi yıl uzun kurak dönemin egemen olduğu, havzanın %81,1’inde kuraklık durumunun yaşandığı ve havzada uzun süreli şiddetli kuraklığın yaşandığı tespit edilmiştir (Meriç, 2017). Konya Kapalı Havzası drenaj sahasında bulunan Hotamış ve Ereğli sazlıklarında gözlenen alansal değişimlerin incelendiği çalışmada bölgeye ait 4 meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri analiz edilmiştir. Uydu görüntüsü ve sayısal yükseklik modeli kullanarak alansal değişim ve derinlik değişimleri incelenmiştir. Çalışmada, 1954 yılından bu yana kurak koşulların hâkim olduğu ve sazlıklarda büyük oranda alan küçülmesinin gerçekleştiği tespit edilmiştir (Kale vd., 2017). Tuz Gölü Havzasının kuraklık durumunun incelendiği çalışmada havzadan 4 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış verileri analiz edilmiştir. Kuraklık durumunu tespit etmek için De Martonne Kuraklık İndisi ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi uygulanmış, iklim tipi tespiti için ise Thorntwaite İklim Sınıflandırması ve Köppen İklim Sınıflandırması kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tüm meteoroloji istasyonunda da yıllık

ortalama sıcaklıklarda 2-3°lik sıcaklık artışı, yağış miktarında ise azalma eğilimi tespit edilmiştir. Özellikle 2000’li yıllardan itibaren kuraklığın şiddeti ve tekrarının arttığı belirtilmiştir (Akın, 2019). Konya Kapalı Havzası’nın güneyinde bulunan ve Bolkar Dağlarından kaynaklanan Zanapa, İvriz, Ayrancı ve İbrala derelerini kapsayan çalışmada akarsu kuraklık analizi yapılmıştır. Çalışmada 4 adet akım gözlem istasyonunun uzun yıllar boyunca ölçülen akım verilerinden yararlanılmıştır. Verilerin kuraklık eğilimi için Mann-Kendall istatistik testi ve kuraklık analizi için SDI (Standardized Drought Index) uygulanmıştır. Akarsu akım miktarlarında azalma eğilimi gözlenirken özellikle 1990 ve 2000’li yıllardan itibaren hafif ve orta şiddette kuraklık durumları yaşandığı tespit edilmiştir (Bayer Altın, 2019). Timraş ve Kızören obruk gölleri ile Beyşehir ve Tuz Gölü’nün su seviyesindeki trendin yağışla ilişkisinin incelediği çalışmada yağış miktarı ve su seviyeleri arasında şiddetli bir otokorelasyon olduğu (%95 seviyesinde anlamlı), fakat değişim noktalarından (yağış ve göl seviyesinin birbirinden bağımsız olmaya başladığı aralık) sonraki süreçte gözlenen salınımların antropojenik faaliyetlerle açıklanabileceği vurgulanmıştır (Demir ve Keskin, 2020). Konya Kapalı Havzası genelinde 11 adet meteoroloji istasyonunun yağış verilerinin kullanıldığı çalışmada 20 farklı yağış serileri oluşturularak (aylık, mevsimlik, 12, 24 ve 36 aylık) havzada meteorolojik kuraklığın eğilim ve ısrar bileşenleri ile zamansal ve mekansal dağılışı incelenmiştir. Hafif, orta şiddette, şiddetli ve aşırı kuraklık sınıflarına göre değerlendirme yapılmıştır. Çalışmaya göre hafif kuraklık haricindeki kuraklıkların Aralık ayı, Kış mevsimi, 6, 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklarda istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulgulanmıştır. Havzada kuraklık on yıllık periyotlarda gerçekleşmiş, 1973-1974, 1982-1984, 1988-1990, 2000-2002 ve 2012-2014 yılları şiddetli ve aşırı kuraklığın tekrar ettiği yıllar olmuştur. Ayrıca Kuraklığın süresinin uzamasıyla şiddetinin arttığı ve bunun da hidrolojik kuraklıkta bir kıstas olduğu vurgulanmıştır (Sarış ve Gedik, 2021).

Konya Kapalı Havzası’nda özellikle yeraltı suları kapsamında yapılan çalışmalar yerel ölçekte olup havza genelini temsil edecek değerlendirmeden uzaktır. Havza içerisinde belirli alanlar üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır.

Tuz Gölü Havzası’nın bir bölümünün incelendiği çalışmada, bölgedeki yeraltı su seviyesindeki eğilim incelenmiştir. Özellikle 2000-2004 yılları arasında ciddi anlamda

seviye düşüşünün olduğu ve bu su seviyesi azalmasının 1975-2000 yılları arasındaki 25 yıllık azalmaya eşit olduğu vurgulanarak son yıllarda kuraklık durumunun şiddetlendiği bulgulanmıştır (Arslan ve Göçmez, 2007). Konya Ovası ve çevresinde yeraltı suyu ve obruk oluşumu arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada yeraltı suyu seviyesinin yer yer 26 metre çekildiği ve özellikle bu seviye azalmasının son on yıllık periyotta şiddetlendiği belirtilmiştir. Çalışmada seviye alçalmasının somut bir kanıtı olarak Akgöl, Acıgöl, Meke Tuzlası ve Timraş obruğu gösterilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre hidrolojik kuraklığın sebebi iklim değişikliğine ek olarak aşırı, bilinçsiz ve izinsiz yeraltı suyu kullanımıdır (Bozyiğit ve Tapur, 2009). Karapınar ve çevresinde aşırı yeraltı suyu kullanımına bağlı olarak meydana gelen çevre sorunlarının araştırıldığı bir diğer çalışmada yeraltı suyu seviyelerinde gözlenen değişimler klimatolojik, nüfus ve tarımsal verilerle beraber değerlendirilmiş ve gözlenen çevre sorunları açıklanmıştır. Havzada 1990'lı yıllardan itibaren yeraltı suyu seviyesinin düştüğü, fakat asıl seviye azalmasının 2000'li yıllardan itibaren gerçekleştiği vurgulanmış ve bu azalmanın sulu tarım sebebiyle gerçekleştiği sonucuna varılmıştır (Mutlu, 2010). Başçiftçi ve diğerlerinin yaptığı başka bir çalışmada havza'nın kuzey kesimlerini kapsayan alandan 18 adet kuyu örneklemini alınıp yeraltı suyu kuraklığı analiz edilmiştir. Yeraltı suyu seviye değişimleri hesaplanmış ve yeraltı sularının azalma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada, yeraltı sularındaki çekilmenin esas sebebinin bilinçsiz tarımsal sulamanın olduğu vurgulanmıştır (Başçiftçi vd., 2013). Konya Kapalı Havzası'nda bütüncül havza yönetimi uygulamasını kapsayan çalışmada yerüstü ve yeraltı sularının geçmişten günümüze kadar göstermiş olduğu kuraklık eğilimi incelenmiş ve 50 yıllık kuraklık projeksiyonu çıkarılmıştır. Tüm su kaynaklarında önemli azalmaların gerçekleştiği belirtilerek havzada kuraklık durumunun gelecek birkaç on yıl boyunca hâkim olacağı kanısına varılmıştır. Son olarak Konya Kapalı Havzası'nda su kaynakları yönetimi konusunda çözüm önerileri sunulmuştur (Tunçok ve Bozkurt, 2015). Havzada yeraltı suyu seviyesi ile obruk oluşumu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Calo vd. (2017)'nin yaptığı bir çalışmada havzada sulamalı tarım arazileri ve kentsel alanların oranı artarken doğal vejetasyon ve su kütlelerinin azaldığı bulgulanmış ve bunun yeraltı suyu arzıyla gerçekleştiğine değinilmiştir. Havzada 1950-2014 yılları arasında -özellikle 1990'lı yıllardan sonra- ortalama sıcaklıklarda 0,75 °C artış, yağışlarda ise 1990'lı yılların başı ve 2004-2008 yılları arasında önemli azalmalar tespit edilmiştir. Yeraltı sularında 2002-2010 yılları arasında 14 m seviye düşüşü gerçekleştiği ve en fazla seviye değişimi ilkbahar başında olduğu bulgulanmıştır. Buna bağlı olarak 2002-2010 yılları

arasında yılda ortalama 1,2 cm deformasyon hızı ile toplamda 10 cm'lik dikey yönlü yer değiştirme gerçekleştiğine değinilmiştir. Havzada yeraltı suyu-obruk oluşumu arasındaki ilişkinin incelendiği bir diğer çalışmada ise sulamalı arazi ve kentsel alan oranının arttığı, doğal vejetasyon ve su kütlelerinin azaldığı bulgulanmış; sulanabilir arazilerde %7-14 oranında artış, kuru tarım arazilerde %11-26 oranında azalma tespit edilmiştir. Böylece yeraltı suyu seviyesindeki azalmalara bağlı olarak obruk oluşumları meydana geldiği bulgulanmış ve bu obrukların kireçtaşı arazilerden ziyade Karapınar-Eskil arasında, Konya Ovası arasında alüvyonlu araziler üzerinde geliştiği sonucuna varılmıştır (Calo vd., 2018). 10 adet kuyunun 1967-2020 yılları arasındaki aylık yeraltı suyu seviyesi verileri kullanılarak havzadaki yeraltı suyu kuraklığının istatistiksel açıdan incelendiği çalışmada kuyuların hepsinde aylık, mevsimlik ve yıllık analizlerde %95 güven aralığında negatif yönde eğilim bulgulanmıştır. Bu eğilimin Konya, Çumra, Altınekin ve Karapınar bölgelerinde daha şiddetli olduğu ve özellikle son yıllarda şiddetlendiği belirtilmiştir (Demir vd., 2021).

Yukarıdaki çalışmalar haricinde Konya Kapalı Havzası geneli için Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı ve bazı özel ajans ve kuruluşların yaptığı araştırmalar da bulunmaktadır. Fakat bilimsel araştırma yöntemi bakımından eksiklikleri olduğu gözlemlendiği için bu çalışmalara değinilmemiştir.

Yeraltı suyu kuraklığı ile ilgili çalışmalar nispeten daha yeni sayılabilir. Özellikle 2000'li yıllardan sonra konuyla ilgili araştırmalar ağırlık kazanmıştır. Burada özellikle bu tez çalışmasında da kullanılan yöntem olan SGI yönteminin kullanıldığı çalışmalar üzerinde durulmuştur.

İngiltere'de üç farklı akifer ortamında yağış miktarı ile minimum yeraltı su seviyesi arasındaki ilişki araştırıldığı çalışmada 175 farklı kuyunun verisi kullanılmış, bu verilere Pearson korelasyon matrisi uygulanıp yağış-yeraltı suyu ilişkisi araştırılmış ve t-testi ile de anlamlılık bakımından kontrol edilmiştir. Çalışmada kullanılan kuyuların minimum su seviyelerinde %10'luk bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Bloomfield vd., 2003). Bangladeş'in kuzeybatısı için yapılan bir çalışmada özellikle tarımsal sulama için yararlanılan yeraltı sularında meydana gelen seviye değişimleri araştırılmıştır. En önemli beslenme kaynağı Muson yağmurları olan yeraltı sularında meydana gelen kuraklığı

belirlemek için kümülatif açıklık (Cumulative Deficit, CD) ve SPI yöntemi uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda yeraltı sularında seviye azalmaları gerçekleştiği ve bunun sadece yağış azalmalarıyla değil aynı zamanda aşırı su çekimlerinden kaynaklandığı belirtilmiş ve su seviyesi azalması su kıtlığıyla ilişkilendirilmiştir (Shadid ve Hazarika, 2010). Bloomfield ve Marchant ise ilk kez, bu tez çalışmasında da kullanılan ve kendi türettikleri metod olan, SPI'nin geliştirilmiş bir versiyonu şeklindeki SGI yöntemini uygulamıştır. Yeraltı suyu kuraklığı verileri SPI indis değerleri ile korelasyon analizi sonucunda yağışla ilişkilendirilmiş ve hidrojeolojik yapı özellikleri dikkate alınarak yorumlanmıştır (Bloomfield ve Marchant, 2013). Almanya ve Hollanda'nın bazı bölgelerini kapsayan ve 2000 adet yeraltı suyu gözlem verilerine dayanarak yapılan diğer çalışmada SPI ve SGI metodu uygulanarak iklim değişikliği-yeraltı suyu kuraklığı ilişkisi incelenmiş ve bölgede yeraltı suyu seviyesinin azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır (Kumar vd., 2016). Hindistan'ın güneybatısında bulunan Ghataprabha Nehri havzasını kapsayan çalışmada yeraltı sularındaki kuraklığın şiddeti SGI analizi, eğilimi ise Mann-Kendall testi ile belirlenmiştir. Çalışmada 56 adet kuyunun verisi kullanılmış ve bunların %64'ünde tüm mevsimlerde önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir. Su kuyularında 25 yıllık zaman serisinde ortalama 0,21 m seviye azalması meydana gelmiş ve özellikle havzanın batısında daha net izlenmiştir. Yaşanan su stresi hem meteorolojik kuraklık hem de aşırı yer altı suyu kullanımı ile açıklanmıştır (Pathak ve Dodamani, 2018). SGI yönteminin uygulandığı bir çalışmada kısa ve uzun süreli kuraklık koşulları yağış miktarı ve yeraltı su çekimi durumlarına bağlı olarak farklı şekilde yorumlanmıştır. Tayvan'da bir bölgeyi konu alan çalışmada kısa süreli kuraklıkta yağış miktarında meydana gelen değişikliğin, uzun süreli kuraklıklarda ise su kuyularından gerçekleşen çekimin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle kıyı kesiminde su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere yeraltı suyuna olan talebin artması uzun süreli kuraklığın iç kesimden ziyade sahil kesiminde gözlenmesine sebep olmuştur (Chu, 2018). Tayvan'da bir havza için 6 meteoroloji istasyonu ve 6 yeraltı su kuyusu verileri kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Çalışmada SPI ve SGI yöntemleri kullanılmış ve ikisi arasındaki ilişki çapraz korelasyonla test edilmiştir. Daha sonra korelasyon değerleri ile kuraklığın tekrar sayısı korelasyon analizi ile anlamlılık bakımından kontrol edilmiştir. Havzada zaman süresi uzadıkça kuraklığın şiddetini arttırdığı, genel olarak 2000'li yılların başı ile 2010'lu yılların başında kuraklığın belirgin olduğu ve son yıllarda kuraklık trendinin ön plana çıktığı tespit edilmiştir (Yeh ve Chang, 2019). Tayvan'da bir diğer çalışmada SPI ve SGI indisleri kullanılmıştır. Yağış miktarındaki

azalmaya bağılı olarak meteorolojik kuraklığın etkisini hissettirmeye başladığı ve kuraklığın dağılık alanlardan ziyade yükseltisi az olan yerlerde daha fazla tekrarlandığı belirtilmiş fakat dağılık kesimin kuraklığa fazla meyilli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yeraltı sularında gerçekleşen kuraklığın meteorolojik kuraklıktan daha uzun zamana yayıldığı tespit edilmiş ve bu durumun ortaya çıkmasında kurak dönemde yüzey suları azaldığı için yeraltı sularına olan talebin artmış olabilmesi ihtimali üzerinde durulmuştur. Çalışmada son olarak kuraklık üzerinde genel atmosfer dolaşımının etkisi kontrol edilmiş ve gerek meteorolojik gerekse hidrolojik kuraklığın atmosfer dolaşımı ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Yeh ve Hsu, 2019). Bloomfield ve diğerlerinin yaptığı başka bir çalışmada ise küresel iklim değışikliğı ile beraber artan sıcaklık ve evapotranspirasyonun yeraltı suları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma için İngiltere'nin doğu ve güney bölgesinden yeraltı suyu gözlem kuyuları seçilmiştir. Çalışmada SGI metodu uygulanmış, çıkan sonuçlar yağış ve sıcaklıktaki değışikliklerle beraber yorumlanmış ve bu bölgelerdeki sıcaklık artışının yeraltı suyu kuraklığı üzerinde etkisi olduğu ortaya konulmuştur (Bloomfield vd., 2019). İran'ın kuzeybatısında bulunan ve kapalı havza olan Kazvin Ovası'nda yeraltı su seviyesi, yağış miktarı ve akarsu akımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada SGI analizi uygulanmış ve ayrıca açık oran (Deficit Rafe, DR) ve kurak su kıtlığı indisi (Drought Water Scarcity Index, DWS) tanıtılmıştır. Havza için önemli bir kuraklığın belirlendiğı çalışmada yeraltı suyu kuraklığı, yağış ve akış arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiş ve kuraklığın meteorolojik beslenimden daha fazla olduğu ortaya konulmuştur (Sanginabadi vd., 2019). Günümüzde gelişen teknolojinin getirdiğı yenilik ve kolaylıklarla beraber daha çeşitli veri toplama ve yöntem geliştirme sürecine gidilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama programlarının gelişmesiyle beraber yeraltı suyu kuraklık analizlerinde son yıllarda yöntem olarak farklı çalışmalar yapılmaktadır. Bu metotla yapılan çalışmalardan birisi de Voss ve diğerlerinin yaptığı çalışmadır (Voss vd., 2013). Dicle, Fırat ve İran'ın batısını kapsayan çalışmada yeterli yeraltı suyu ölçümü yapılamadığından 84 aylık Grace (Gravity Recovery and Climate Experiment) verileri kullanılmıştır. Güney Kore'yi kapsayan bir çalışmada araştırmacılar kuraklığı izlemek için birkaç yöntem süreci izlemiştir. Çalışmada GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) su depolama, GLDAS (Global Land Data Assimilation System) ortalama sıcaklık ve toprak nemi ve TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) yağış verileri ile elde edilen bulgular SGI, SPEI (Standardized Precipitation Evopotranspirasyon Index) ve PDSI (Palmer Drought Severity

Index) yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Böylece yeraltı suyu kuraklığını tahmin etmede farklı metod geliştirmenin gerekliliğine vurgu yapılmıştır (Seo ve Lee, 2019).

2.2. Veri ve Yöntem

Çalışmada kullanılan veri kaynakları; (i) harita verileri, (ii) meteorolojik/hidrolojik veriler, (iii) arazi çalışması gözlemleri olarak gruplandırılabilir.

Harita verileri: Jeolojik ve hidrojeolojik unsurlara ait özellikler, Devlet Su İşleri'nden (DSİ) alınan 1/400.000 ölçekli Konya Kapalı Havzası Master Plan verileri ile oluşturulan haritalarla incelenmiştir. Havzanın sayısal yükselti modeli için 30 metre çözünürlükteki SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) DEM (Digital Elevation Model) verisi kullanılmıştır. DEM verisinden yükselti, jeomorfoloji, eğim, bakı ve izohips haritaları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu altlıklarla jeomorfolojik unsurlara ait değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca havza ve alt havza sınırları bu haritalar ile belirlenmiştir.

Havzaya ait toprak özellikleri, 1/800.000 ölçekli Türkiye Umumi Toprak Haritasından (Oakes ve Arıkök, 1954) yararlanılarak değerlendirilmiştir. Doğal bitki örtüsünün tayininde literatür çalışmalarından faydalanılmıştır.

Arazi örtüsü ve kullanım durumu, Avrupa Çevre Ajansı tarafından yürütülen ve T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın desteklediği 1/100.000 ölçekli CORINE Arazi Sınıflandırma verilerinden yararlanılarak incelenmiştir.

Meteorolojik veriler: İklim özellikleri ve meteorolojik kuraklık analizi için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne (DMİ) ait havzayı temsil edebilecek 12 adet Meteoroloji Gözlem İstasyonunun (MGİ) istasyon açılış tarihinden itibaren kaydedilen günlük toplam yağış verileri kullanılmıştır. Günlük veriler aylık toplam yağış serilerine dönüştürülmüştür. Seçilen istasyonlar Beyşehir, Seydişehir, Konya, Çumra, Karaman, Ereğli, Niğde, Aksaray, Karapınar, Cihanbeyli, Kulu ve Şereflikoçhisar istasyonlarıdır. İstasyonların zamansal uzunluğu 89-47 yıl arasında değişir. İstasyon seçimi yapılırken en az 30 yıl veri kaydı olan istasyonlar tercih edilmiştir (Tablo 1). Şereflikoçhisar, Niğde-Misli ve

Altinekin alt havzalarında zamansal bakımdan yeterli uzunlukta istasyon olmadığı için bu alt havzalara ait kuraklık analizi yapılmamıştır.

Tablo 1

Meteoroloji gözlem istasyonlarına ait bazı bilgiler

İstasyon Adı	İstasyon No	Veri Süresi	Enlem	Boylam	Yükselti
Cihanbeyli	17191	1959-2019	38° 39'	32° 55'	968
Aksaray	17192	1964-2019	38° 22'	33° 59'	963
Beyşehir	17242	1960-2019	37° 40'	31° 44'	1145
Konya H.	17244	1930-2019	37° 59'	32° 34'	1020
Karaman	17246	1959-2019	37° 11'	33° 13'	1026
Ereğli	17248	1965-2019	37° 31'	34° 02'	1047
Niğde	17250	1935-2019	37° 57'	34° 40'	1212
Kulu	17754	1969-2019	39° 04'	33° 03'	1012
Seydişehir	17898	1960-2019	37° 25'	31° 50'	1134
Çumra	17900	1972-2019	37° 33'	32° 47'	1015
Karapınar	17902	1964-2019	37° 42'	33° 31'	998

Hidrolojik veriler: Çalışma alanının hidrografik özellikleri ve akım kuraklık analizi Devlet Su İşleri'nden (DSİ) alınan yeterli gözlem uzunluğuna sahip ve alansal dağılışı bakımından havzayı temsil edebilecek 14 adet akım gözlem istasyonunun (AGİ) aylık ortalama akım verileri ile incelenmiştir. Bunun için sürekli akış özelliği gösteren büyük akarsular üzerinde kurulu olan AGİ'ler tercih edilmiştir. İstasyonların 8 tanesi Beyşehir, 3 tanesi Aksaray-Karapınar ve geri kalan 3'ü Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı ve Cihanbeyli-Kulu alt havzasında bulunur. Uzun süreli gözlem yapan AGİ bulunmadığı için Şereflikoçhisar, Niğde-Misli ve Ereğli-Bor alt havzalarını temsil edecek istasyon seçilememiştir. AGİ'lerin 11 tanesi 1985-2017, 1 tanesi 1990-2017 ve 2 tanesi 1992-2017 yıllarına ait gözlem dönemlerini kapsar (Tablo 2). Hidrografik unsurlara ait haritalar 1/25.000 ve 1/200.000 ölçekli topoğrafya haritaları, uydu görüntüleri ve Konya Kapalı

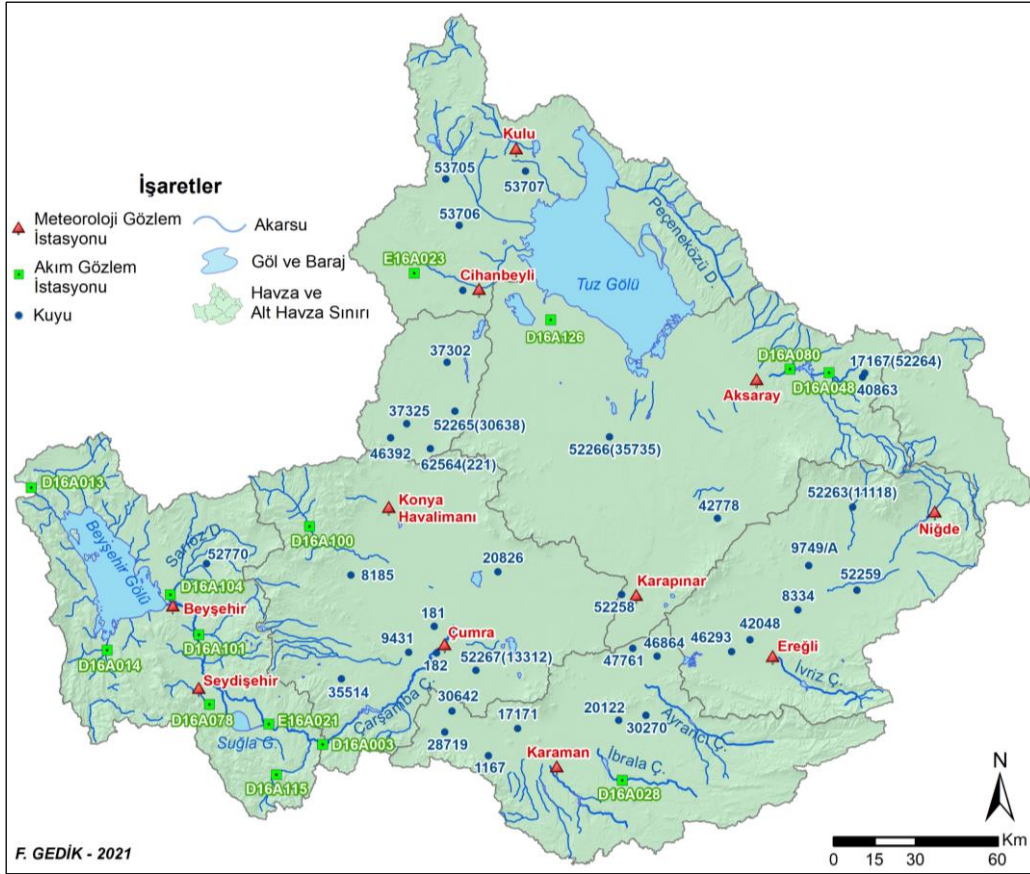
Havzası Master Plan verilerinden istifade ederek hazırlanmıştır. Yeraltı suyu kuraklığı için kullanılan kuyu verilerine bölüm 4.2.'de değinilmiştir.

Tablo 2

Akım gözlem istasyonlarına ait bazı bilgiler

İstasyon Adı	İstasyon No	Veri	Enlem	Boylam	Yükselti
Çavuş D.	D16A101	1985-2017	37° 35'	31° 50'	1115
Soğuksu Yeşildağ	D16A014	1991-2017	37° 32'	31° 29'	1130
Çarşamba S. Mavi	D16A003	1985-2017	37° 15'	32° 16'	1197
Şarkikaraağaç S.	D16A013	1985-2017	38° 10'	31° 11'	1300
Suberte Çayı Taşağıl	D16A078	1985-2017	37° 22'	31° 53'	1100
Sarısu Eylikler	D16A104	1992-2017	37° 42'	31° 44'	1130
Çarşamba S. Sorkun	D16A115	1985-2017	37° 09'	32° 08'	1290
Beyşehir G. Suğla	E16A021	1985-2017	37°19'	32°07'	1100
Manasın Baraj Çıkış	D16A048	1985-2017	38° 24'	34° 07'	1060
Konya Ana Tahliye	D16A126	1985-2018	38°33'	33°12'	920
Karasu Demirci	D16A080	1985-2017	38° 23'	34° 16'	1130
İnsu D. İnsu Köyü	E16A023	1990-2017	38°41'	32°40'	1060
Meram Ç.	D16A100	1985-2017	37° 55'	32° 16'	1290
İbrala Ç. Nalama	D16A028	1985-2017	37° 09'	33° 28'	1130

Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizlerinde kullanılan istasyon ve kuyuların konumları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kuraklık analizlerinde kullanılan istasyon ve kuyuların coğrafi konumu

Havza'nın coğrafi özellikleri değerlendirildikten sonra kuyu incelemesi ve kuraklık analizi aşamasına geçilmiştir. DSİ'den alınan kuyu verileri ArcMap programına aktarılmıştır. Bunu yaparken ilk olarak kuyuların coğrafi konumlarını temsil eden yerlere noktasal veriler girilmiştir. Ardından nokta verilerine su seviyeleri ve işletme tarihleri bilgileri eklenmiştir. Yeraltı su kuyularının alansal ve zamansal değerlendirmesi öznetelik ve konum sorgulama analiz yönteminin yapılmasıyla mümkün olmuştur. Böylece su kuyularının coğrafi dağılışı, zaman içerisinde sayılarında gözlenen değişimler ve bu değişimlerin alt havzalara göre gösterdiği farklılıklar ortaya konulmuştur. Yağış kuraklığı için SPI (Standardize Yağış İndisi), akım kuraklığı için SDI (Akım Kuraklık İndisi), Yeraltı suyu kuraklığı için SGI (Standardize Yeraltı Suyu Seviyesi İndisi) yöntemleri kullanılmış ve bunlara ait tablo, grafik ve haritalar oluşturulmuştur. İndisler uygulandıktan sonra belirli bir yönde eğilimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Daha sonra eğilimdeki ısrarın bileşenini kontrol etmek için ise gidişler sınamasına tabi tutulmuştur. Böylece havza için genel bir meteorolojik ve hidrolojik kuraklık değerlendirilmesi yapılmıştır. Aynı zamanda antropolojik unsurların kuraklık üzerindeki

etkisini araştırılmıştır. Bunun için 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait CORİNE arazi sınıflandırması verileri ile arazi kullanımı ve deseninde zaman içerisinde gözlenen değişimler incelenmiştir. Ayrıca arazi çalışmasında DSİ Konya Bölge Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler neticesinde temin edilen DSİ'nin belgeli kuyu sahiplerine verdiği yıllık toplam su tahsis verileri ile irdelenmiştir. Son olarak önemli kuraklık olaylarının gözlemlendiği alt havzalar arazi çalışmasında incelenmiş ve bulgular yerinde gözlemlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon Yöntemi

Bu yöntem elde bulunan ve bilinen en yakın noktalara ait olan verileri kullanarak bilinmeyen diğer noktadaki verilerin değerlerini tahmin eden tekniktir. Tahmin değerini oluştururken sadece noktaların birbirine olan uzaklığını değil aynı zamanda noktaların mekansal düzenini de hesaba katar. Tahmin yaparken elde mevcut olan veriler istatistiksel yöntemler ile otokorelasyona tabi tutulur. Bu yöntemi diğer enterpole yöntemlerinden ayıran en önemli özellik tahmini yapılan yer için varyans değerinin hesaplanmasıdır. Bu ise tahmini yapılan değer için güven derecesini ifade eder. Enterpolasyonun yapılabilmesi için en az 6-8 en çok 16-24 arasında değeri bilinen farklı noktaların verileri kullanılır. Kriging enterpolasyonu standart sapması yüksek veri setinin haritalandırılması için daha uygundur. (Kol ve Küpçü, 2008: 71; Taylan ve Demçayırı, 2016: 7553). Bu yüzden gözlem değerlerinin birbirine çok yakın olmadığı ortalama toplam yıllık ve mevsimlik yağış verileri bu yöntemle haritalandırılarak alansal dağılışı ortaya koyulmuştur.

IDW (Inverse Distance Weighted) Yöntemi

IDW yöntemi, bir nokta hakkında değer tahmini yaparken ağırlıklı olarak o noktaya en yakın olan lokasyonların kullanılması ve uzak olanların tahminde en az rol oynaması kuralına dayanır. Tahmini yapılacak olan her bir hücrenin etrafındaki değeri bilinen noktaların ortalama değeri alınır. Tahmin lokasyonundan uzaklaştıkça enterpolenin etkisi azalacağından hücreye en yakın olan noktalara ağırlık verir. Yeterli sayıda noktayı analize tabi tutup küçük alanlarda tahminde bulunur. Elde var olan noktalardan bilinmeyen noktaların değerini tahmin eden bir teknik olduğu için referans noktaların sayısının az ve birbirinden uzak olması tahminin güven derecesini olumsuz etkiler. Uzun mesafede hücre değeri değişmeyen ve değer serisinin standart sapmasının düşük olduğu verilerin

enterpolasyonunda kullanılması daha uygundur. (Kol ve Küpçü, 2008: 71-72; Taylan ve Demçayırı, 2016: 7552). Bunun için çalışmada yıllık ortalama sıcaklık haritası ve kuraklık haritaları yapılırken IDW enterpolasyonundan yararlanılmıştır.

Standardize Ya ı  İndisi (Standardized Precipitation Index, SPI),

SPI ya ı  kuraklıklarında sıklıkla kullanılan indislerden birisidir. Dünya Meteoroloji  rg t  tarafından kuraklığı tanımlamak için kullanılabilecek indis olarak kabul edilmiştir (Svoboda ve Wood, 2012). Ya ı  eksikliğinin toprak nemi, kar örtüsü, rezervuar depolaması, yeraltı suyu ve akarsu akışı üzerinde etkisi olduğu düşüncesi Mckee ve arkadaşlarının SPI'ı geli tirmesinde etkili olmuştur (Mckee vd., 1993). Kuraklık rastgele meydana gelen bir durum olduğundan kuraklığa ait değerlendirmeler stokastik bir yöntem kullanılarak ortaya konulur. Bunun için araştırmada kullanılan diğer indislerde olduğu gibi SPI analizinde de uzun yıllık gözlenen toplam ya ı  miktarları kullanılır. SPI yönteminde ya ı ların olasılık dağılımı fonksiyonu normal dağılıma uymadı ından ilk önce ya ı ların olasılık dağılım fonksiyonları Gamma dağılımına dönüştürülür. Ardından ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanarak standart ya ı lar hesaplanır. Böylece ortalaması sıfır ve varyans değeri bir olan standartla tırılmı  ya ı  indisleri elde edilir (Keskiner vd., 2016). Aynı uygulama aşağıda bahsedilen akım kuraklık ve standardize yeraltı suyu seviyesi indislerinde de uygulanır. İndis hesaplaması 3, 6, 9, 12, 24, 36 ve 48 aylık seriler halinde yapılır. İndisin; ya ı  rejiminin yıl içinde gösterdiği değişiklikler, akifer durumu, toprak yapısı, arazi kullanımı ve sıcaklık anormallikleri gibi unsurları içermemesi gibi dezavantajları vardır. Sonuç olarak indis ya ı  açığı ile doğru orantılıdır. İndisin formülü denklem 1.1. de verilmiştir ve kuraklık sınıflandırması tablo 3'deki gibidir.

Akım Kuraklık İndisi (Streamflow Drought Index, SDI)

SDI, akarsu akım kuraklık durumlarını ortaya koymak için sıklıkla kullanılan bir yöntemidir. Veri girdisi olarak temelde akım gözlem istasyonlarından elde edilen akım verileri kullanılır. Bunun için SPI analizinde olduğu gibi uzun süreli ölçüm yapan gözlem istasyonlarının ortalama akım verileri tercih edilir. SDI genellikle 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman serileri analizi şeklinde yapılır. Ortalama bir standart sapma ve daha düşük olan yıllık akış hacminin meydana geldiği dönemler tespit edilir. Burada karşılaşılan önemli bir problem,

veri setinin herhangi bir sebepten ötürü (teknik aksaklıklar, akarsu üzerindeki antropolojik baskılar, bazı hidrolojik yıllarda aşırı kuraklık sonucu akarsunun tamamen kuruması ve akarsuyun sürekli akış özelliğine sahip olmaması) kesintiye uğramış olmasıdır (Nalbantis, 2008: 68-69). İndisin formülü denklem 1.1'e dayanır. Kuraklık sınıflandırması tablo 3'de verilmiştir.

Standardize Yeraltı Suyu Seviyesi İndisi (Standardized Groundwater Level Index, SGI,)

Bu indis SPI'nın geliştirilmiş versiyonudur. Yeraltı suyu seviyelerinin zamansal serilerinin standartlaştırıldığı indiste SPI yaklaşımına dayanan metodoloji izlenir ve hidrolojik unsurlara ait kuraklığı karakterize etmek için hidrolojik zaman serilerine türetilmiş veya değiştirilmiş biçimlerde uygulanır. Kuraklıkla ilgili diğer unsurların SPI benzeri bir formülle incelenebileceği fikri Bloomfield ve Marchant'ın SGI'ı geliştirmesinde rol oynamıştır. İndis, yeraltı suları kuraklığı ile yağıştaki değişimleri beraber değerlendirme olanağı sağlar. Çalışma sahasında SGI tarafından tanımlanan yeraltı suyu kuraklıkları ile SPI tarafından tanımlanan meteorolojik kuraklıklar arasındaki ilişki araştırılır ve kuraklığın süresi ve şiddeti belirlenir. Ardından bazı muhtemel hidrojeolojik faktörlerin kuraklık üzerindeki etkisi araştırılır ve yeraltı sularındaki kuraklık tanımlanır (Bloomfield ve Marchant, 2013: 4772). SPI, SDI ve SGI indisleri aşağıdaki formüle dayanır:

$$SPI/SDI/SGI = \frac{Xi - X_{ort}}{Sp} \quad (1.1)$$

Burada Xi herhangi bir dönemdeki mevcut değeri (bu çalışmada toplam yağış miktarı, ortalama akım ve ortalama yeraltı suyu seviyesi için), Xort o dönemin zaman serisindeki tüm değerlerinin ortalamasını, Sp ise değer serisinin standart sapmasını ifade eder. Her dönem için ayrı uygulanan indis standart dağılıma dönüştürülür ve standardize edilmiş değerler zaman serileri oluşturacak şekilde bir arada sunulur. İndis değeri -2 ile +2 arasında değişiklik gösterir (Tablo 3). Kurak dönem indis değerinin 0'ın altına indiğinde başlar ve tekrar 0'ın üstüne çıktığında sona erer. Değer eksiye yaklaştıkça kuraklık şiddeti artar. Kuraklığın tekrarlanma sayısını, şiddetini ve eğilimini değerlendirme imkânı tanır.

Tablo 3

SPI, SDI ve SGI kuraklık sınıflandırması

İndis Değeri	Kuraklık Sınıflandırması
$2,00 \geq$	Aşırı Nemli
$1,50 \geq 1,99$	Çok Nemli
$1,00 \geq 1,49$	Orta Nemli
$0 > 0,99$	Hafif Nemli
$0 < -0,99$	Hafif Kurak
$-1 \leq -1,49$	Orta Kurak
$-1,50 \leq -1,99$	Şiddetli Kurak
$-2,00 \leq$	Aşırı Kurak

Analizlerde standardize edilmiş indislerin kullanılmasının nedeni girdi olarak uzun süreli veriler kullanması, karmaşık ve yoğun veri girdilerinin olmaması, birikimli yağış açıklarını tespit edebilmesi, farklı zaman ölçeklerinde değerlendirme yapabilme olanağı sağlaması ve kolay ve pratik uygulanabilmesidir.

Mann-Kendall (M-K) Testi

Mann-Kendall parametrik olmayan (non-parametric) bir korelasyon analiz yöntemidir. Hidroklimatoloji çalışmalarında yaygın bir şekilde kullanılan Mann-Kendall testinin çeşitli uygulamaları vardır. Genel bir ifadeyle, rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olan test, zaman dizisinde bir yöne doğru eğilim olup olmadığını kontrol eder. Bunun için ilk önce veri serisi küçükten büyüğe doğru dizilerek her dizinin kaçınıcı sırada olduğunu gösteren sıra dizileri (N) oluşturulur. Daha sonra her bir dizinin değeri diğer dizilerin değerleri ile karşılaştırılır, ki bu P istatistiği olarak adlandırılır. N ve P arasındaki ilişkiyi yola çıkarak τ için istatistik değeri ve anlam sınaması hesaplanır (Sarış, 2006: 23-24). Test sonucunda anlamlılık düzeyi %99 ve %95 seviyesine bakılır. Z değeri 0,01 ve daha küçükse %99, 0,05 ile 0,01 seviyesindeyse %95 seviyesinde anlamlı olduğunu gösterir. Eğer Z değeri 0,05'in üzerindeyse herhangi bir trend olmadığı anlaşılır. Korelasyon katsayısı pozitifse pozitif yönde negatifse negatif yönde eğilim olduğunu saptar. Çalışmada hem

yağış, akım ve yeraltı suyu kuraklık indis verileri hem de ham veriler zamansal eğilim bakımından Mann-Kendall testinin Kendall's tau uygulaması kullanılarak kontrol edilmiştir.

Gidişler Sınaması (Runs Test)

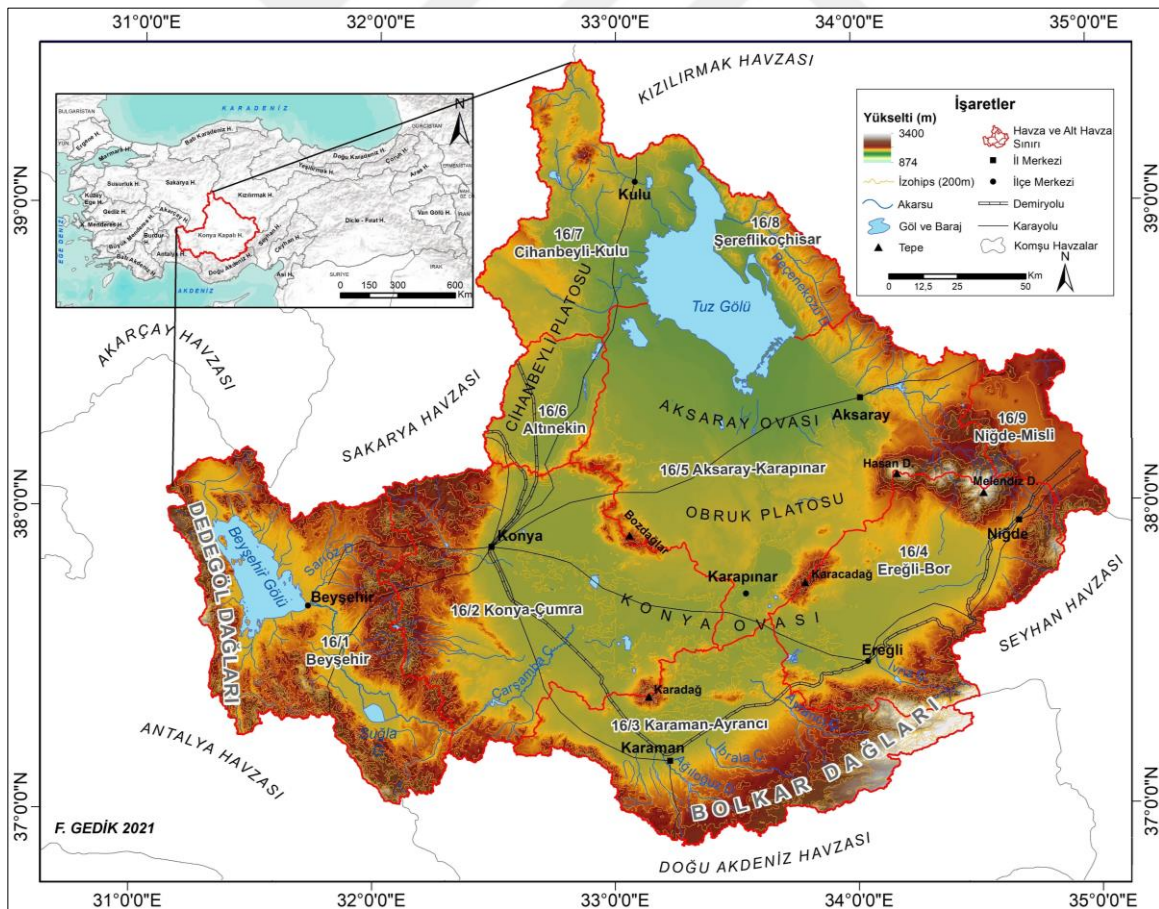
Runs testi olarak da bilinen gidişler sınaması, istatistik analizlerinde en yaygın kullanılan parametrik olmayan yöntemlerden birisidir. Verilerin rassallığını, diğer bir deyişle rastgele olup olmama durumunu kontrol eder. Bir dizinin kendisinden sonra gelene olan etkisini inceler. Etkilemenin olması halinde verilerin rassal olmadığı sonucuna varılır (Karagöz, 2010: 21). Gidişler sınamasının klimatoloji çalışmalarındaki uygulanmasında genel görüş olarak medyan dikkate alınır ve veri setindeki medyan değerinin altında ya da üstünde gitme durumuna bağlı olarak zaman serisinde gerçekleşen gidiş sayısı saptanır. Eğer gözlem dizisindeki gidiş sayısı düşükse belli bir yönde ısrar ve kümelenme olduğunu (rastgele olmama), yüksekse ısrar olmadığını (rastgele) ifade eder. Böylece zaman serisindeki ısrarı belirler. Test istatistiği, z standart normal tablosunda mutlak z değerinin 1,96'dan büyük olması verinin rastgele olmama durumu istatistiksel olarak anlamlı varsayar (Tekkanat ve Sarış, 2015: 72). Çalışmada yağış, akım ve yeraltı suyu kuraklıkları için elde edilen indis değerleri ve ham veriler Gidişler testi ile kontrol edilmiştir. Böylece belli bir yöndeki eğilimin ısrarı ortaya koyulmuştur.

KONYA KAPALI HAVZASI'NIN COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde havzanın genel fiziki coğrafya özellikleri ve arazi kullanım durumu incelenmiştir

3.1. Coğrafi Konum

Konya Kapalı Havzası; Anadolu'nun orta bölümünde bulunan, çevresine göre depresyon özelliği gösteren, akarsuların ova ve bataklık içerisinde son bulduğu, dışı akışa olmayan, kapalı drenaj özelliği gösteren bir havzadır. 36°53'- 39°29' kuzey enlemleri ile 31°07'- 35°03' doğu boylamları arasında bulunur. Havza, kuzeybatı-batıdan Sakarya ve Akarçay, güneybatıdan Antalya, güneyden Doğu Akdeniz, güneydoğudan Seyhan, doğu-kuzeydoğu ve kuzeyden Kızılırmak havzası ile çevrilidir (Şekil 2).



Şekil 2. Konya Kapalı Havzası'nın coğrafi konumu

Sakarya Havzasına 396 km, Akarçay Havzasına 28 km, Antalya Havzasına 280 km, Doğu Akdeniz Havzasına 405 km, Seyhan Havzasına, 138 km ve Kızılırmak Havzasına 440 km sınır uzunluğu vardır. Toplam sınırların uzunluğu 1.687 km olup içerisinde yer alan göllerle beraber yüzölçümü 50.029 km²'dir.

Havzanın sınırı kuzeybatıda Cihanbeyli Platosunun su bölümü çizgisinden başlayarak batıya doğru Sultan Dağlarının zirvelerinden geçer. Güneybatıda Dedegöl ve Geyik Dağlarının tepelerinde Antalya ve Göksu Nehri havzasından ayrılır. Doğuya doğru Bolkar Dağlarının zirvesi ve Aladağların kuzey eteklerindeki tepelerden yol olarak Doğu Akdeniz Havzası'ndan ayrılır. Ardından Melendiz ve Hasan Dağını bünyesine alacak şekilde havzayı Kızılırmak nehrinden ayıran platoların yüksek kesimlerinden geçer. Böylece güney ve batıda Toros Dağları ile dağlar arasındaki depresyonlar, orta bölümde Konya Ovası, Karadağ, Karacadağ ve Obruk Platosu, kuzeyde Cihanbeyli Platosu'nun bir kısmı, Tuz Gölü Havzası ile doğuda Hasan ve Melendiz Dağlarını havza sınırları içerisine alır. Konya Kapalı Havzası; Beyşehir, Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı, Ereğli-Bor, Aksaray-Karapınar, Altınekin, Cihanbeyli-Kulu, Şeriflikoçhisar ve Niğde-Misli olmak üzere 9 alt havzaya ayrılmıştır. Alt havzalara ait bazı bilgiler tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

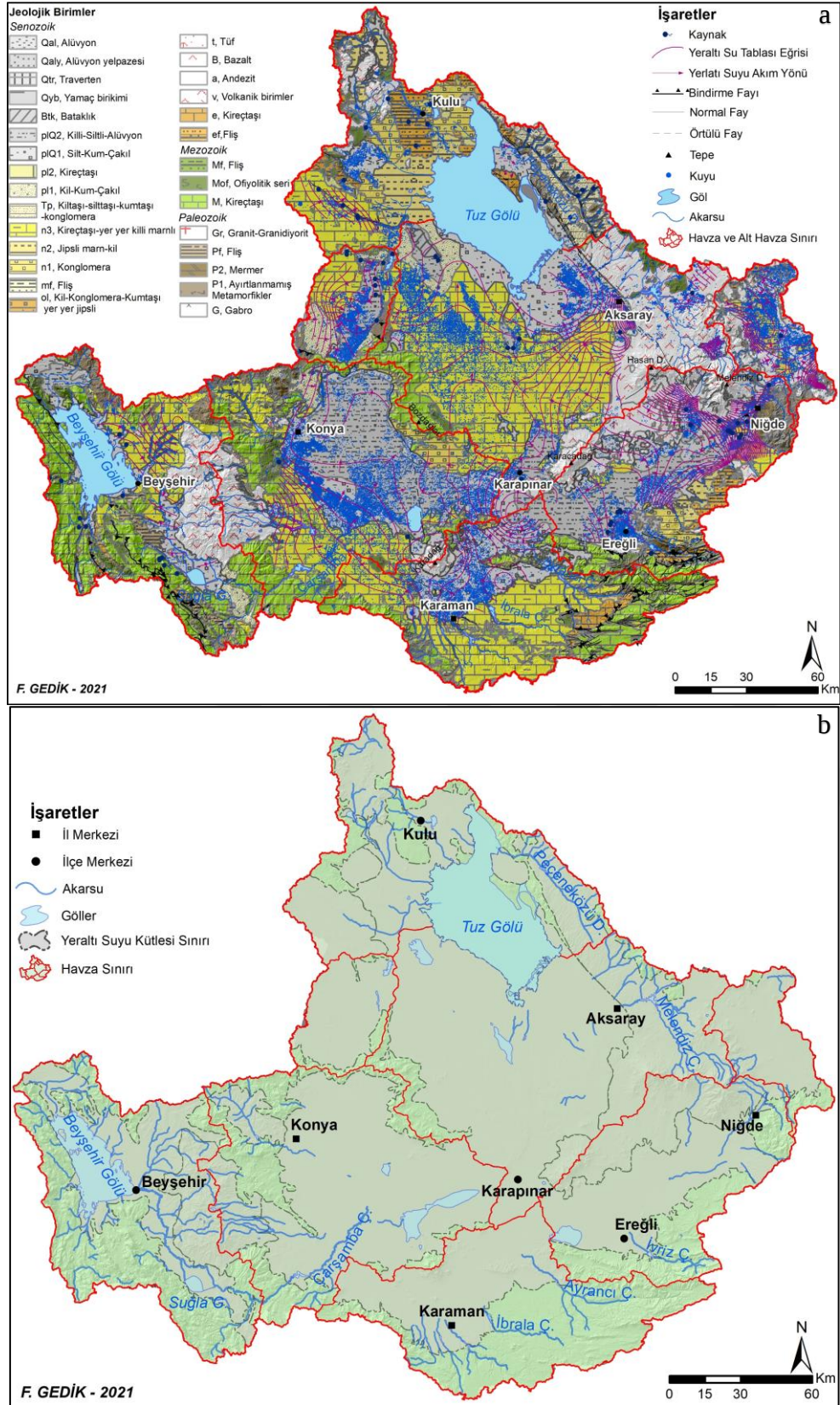
Alt havza isimleri, numaraları ve yüzölçümleri

Alt Havza Adı	Havza Numarası	Yüzölçümü (Km ²)
Beyşehir	16-1	7.363
Konya-Çumra	16-2	8.758
Karaman-Ayrancı	16-3	6.303
Ereğli-Bor	16-4	6.059
Aksaray-	16-5	10.550
Altınekin	16-6	1.606
Cihanbeyli-Kulu	16-7	4.312
Şeriflikoçhisar	16-8	1.437
Niğde-Misli	16-9	1.672

Konya Kapalı Havzası'nda Konya, Aksaray, Karaman, Niğde, Ankara, Isparta, Nevşehir, Mersin ve Antalya illerinin toprakları bulunur.

3.2. Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler

Konya Kapalı Havzası'nda Paleozoyikten Kuvaternere kadar bütün jeolojik birimlere ait formasyonlar görülmektedir. Arazinin büyük kısmını Mezozoyik yaşlı kireçtaşları ve yer yer killi marllar, Pliyo-Kuvaterner yaşlı killi-siltli alüvyon ile siltli-kumlu çakıllar ve kuvaterner yaşlı volkanik birimler oluşturur (Şekil 3a). Havzanın jeolojik/jeomorfolojik yapısında ve gelişiminde neotektonik hareketler ve paleoiklim koşulları etkili olmuştur. Güneyde yer alan ve dağlık bölümü oluşturan Orta Toroslar, Afrika-Avrasya levhalarının çarpışma sınırını oluşturur ve batıda Kırıkkavak Fayı ile doğuda Ecemiş Fayı arasında uzanış gösterir. Havzadaki diğer dağlık kuşaklardan olan Karadağ, Karacadağ, Hasan Dağı ve Melendiz Dağı ise volkanizmanın eseridir. Bu volkan konileri, Konya Ovasından başlayıp Niğde kuzeyine kadar uzanan KD-GB doğrultulu faylanmaların sonucunda oluşmuştur. Beyşehir depresyonu, Tuz Gölü Havzası ve Konya Ovası gibi depresyon özelliği gösteren araziler faylanmalara bağlı olarak oluşan çöküntü alanlarına tekabül eder. (Esirtgen, 2009, Şener ve Taştekin, 2019; Bozyiğit ve Tapur, 2009; Bozyiğit ve Güngör, 2011; Gürbüz, 2012). Kuvaterner'de Würm buzul döneminde havzadaki göllerin seviyesi yükselmiş, Konya Ovasında yaklaşık 120 km uzunluğunda ve yer yer 15-20 m derinliğinde bir göl oluşmuş ayrıca Tuz Gölünün seviyesi 100 m'den fazla yükselerek geniş alana yayılmıştır. Bu gölsel ortamda bol miktarda çökel birikmiştir (Atalay ve Mortan, 2017: 541). Çalışmanın bu bölümünde alt havzalar belirli gruplara ayrılarak incelenmiştir. Alt havzaları gruplandırırken jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri bakımından benzer alt havzalar aynı gruba dahil edilmiştir. Beyşehir alt havzası; Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı, Ereğli-Bor alt havzaları (Konya Ovası Havzası); Aksaray-Karapınar, Altınekin, Cihanbeyli-Kulu, Şeriflikoçhisar alt havzaları (Tuz Gölü Havzası) ve Niğde-Misli havzası olmak üzere dört grup halinde incelenmiştir. Hidrojeolojik özellikler kayaçların geçirgenlik durumuna göre ayırt edilmiş olup geçirimsiz, yarı geçirimsiz, yarı geçirimli ve geçirimli olmak üzere dört grupta ele alınmıştır. Şekil 3b'de havzanın jeolojik özelliklerine bağlı olarak oluşturulan yeraltı suyu kütlesi sınırlarına bakılarak havzada yeraltı suyuna dair bazı değerlendirmeler yapmak mümkündür. Yeraltı suyu kütlelerinin büyük çoğunluğu alüvyon, silt, kil, kum, konglomera gibi detritik unsurların (%43,4) ve kireçtaşlarının (%28) bulunduğu arazileri kapsar ve bu araziler zemin yapısı itibariyle geçirimli kütlelerdir. Ayrıca kuyuların geçirgenliği yüksek olan yeraltı suyu kütleleri ile aynı lokasyonda bulunduğu dikkate alındığında havzanın akifer yapısı hakkında kabaca bilgi elde edilebilir.



Şekil 3. Konya Kapalı Havzası'nın hidrojeoloji (a) ve yeraltı suyu kütlesi haritası (b) (DSİ Master Plan verilerinden ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan yararlanılarak hazırlanmıştır)

Beyşehir alt havzasının oluşumunda gölün kuzey ve güneyinde bulunan fay hatları rol oynamıştır. Faylar gölün bulunduğu alanın çökmesine sebebiyet verip buraya graben özelliği kazandırmıştır (Şener ve Taştekin, 2019: 651). Bölgede Kahve-gri, beyaz-gri, sarımsı-kahve, kahve ve siyah renkli dolomit ve dolomitik reklistalize kireçtaşlarından oluşan üst kambriyen-alt ordovisiyen yaşlı Çataltepe Formasyonu, gölün kuzeyinde Sultandağı eteklerinde yer alır. Bu tabakanın kalınlığı 130-150 m kalınlığında değişir. Kambriyen-alt ordovisiyen yaşlı Sultandede Formasyonu Sultan Dağları civarında bulunur ve metakonglomera, metakumtaşı, metakuvarsit ve kristalize kireçtaşlarından oluşur. Eldeş formasyonu havzanın doğu kesiminde yüzeylenen ve fosilli kireçtaşı, dolomit, kuvars, siltaşı, kumtaşından müteşekkildir. Kasımlar Formasyonu ise Kurucuova-Dedegöldağı arasında yüzeylenir. Kumtaşı, kiltası, siltaşı, kireçtaşı ve konglomeradan oluşan birim 1200-1500 m kalınlığındadır. Dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan Hacılabaz Formasyonu Alt Eosen yaşlıdır. Üst Paleosen yaşlı İbradi Grubu kireçtaşı, kumlu-killi kireçtaşı, konglomera oluşumludur. Şarkikaraağaç'ın kuzeyinde yüzeylenen Bağkonak Formasyonu pembe, kırmızı, yeşil renkte çakıltası, kumtaşı, siltaşından oluşmuştur ve 250 m kalınlığındadır. Bölgedeki andezit, riyolit, ignimbrit, tüf ve aglomeradan oluşan Erenler Dağı volkanik karmaşığı havzanın doğusunda bulunur. Kalınlığı 120 m'yi bulan Üst Pliyosen yaşlı Yarıkkaya Formasyonu kireçtaşı, killi kireçtaşı ile temsil edilir. Havzadaki Kuvaternere ait birimler çakıl, kum, kil ve silt'den oluşan alüvyon ve yamaç molozlarıdır. Bunlar günümüzde de oluşmaya devam etmektedir. Beyşehir alt havzasında son dönemlerde meydana gelen orojenik hareketler önceki dönemlerde gerçekleşenlerin etkisini silmiştir. Bölge hidrojeolojik açıdan incelendiğinde geçirimsiz birimi Sultandede Formasyonunun reklistalize kayaçları oluşturur. Eldeş, Kasımlar, Bağkonak, Yarıkkaya formasyonları ve çamurtaşı-kiltası ardalımalı İbradi grubu yarı geçirimsiz birimlerdir. Yamaç molozu, silt, kil, kum ve çakıl birimleri gözenekli akifer ortamını oluşturan yarı geçirimli zon doğudaki volkanik arazide yer alır (Şener ve Taştekin, 2019: 649-651).

Konya Ovası Havzasını Toroslar, Konya Ovası ve ovayı çevresindeki havzalardan ayıran yamaçlar kapsar. Türkiye'de Miyosenden itibaren başlayan neotektonik hadiseler sonucunda bu bölge Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay hatları boyunca batı yönde harekete geçmiştir. Kayma hareketi batıdaki birlikler tarafından engellenmiş ve bölgede çöküntü hareketleri gerçekleşmeye başlamıştır. Geyik Dağları'nın eteği ve Sultandağlarının doğu uzantısında bulunan araziler Mezozoyik yaşlı kireçtaşlarından, Aladağlar ise

volkaniklerden oluşur. Bu kireçtaşları Bolkar Dağları ve Karaman Platosunda da mevcuttur. Konya Ovası'nın bulunduğu bölgede arazinin temelinde Kratese yaşlı ofiyolitik seriler ile metamorfik ve kristalen kütleler bulunur. Ovanın kuzey ve güney kenarındaki dağlık sahalarda mikashiistler görülür. Bunların üzerinde ise kuvarsit ve fillatlar yer alır. Şistler Aladağlar'ın kuzeydoğu eteklerindedir. Mermerler ise Bozdağlar, Toros Dağları ve Karadağ volkanında görülür. Serpantinler batı ve güneydeki dağlık alanların eteklerinde yaygındır. Bunlar Laramiyen orojenezi sırasında gabro-serpantin çıkışları ve granitik enjeksiyonlara maruz kalmıştır. Konya'nın batısından Karaman Platosu ve Ereğli'ye kadar Üst Kratese kalkerleri yaygındır. Bu temelin üzerine gelen Senozoyik tabakaları Alp orojenezinden fazla etkilenmeyip epirojenik hareketlerle şekillenmiştir. Bölgede Orta Miyosenden Kuvaternere kadar süren volkanik faaliyetler bir takım volkanik serileri de beraberinde getirmiştir. Andezit, tuf, aglomera ve bazaltlardan oluşan volkanikler ovanın ortasında GB-KD uzantılı fay hattı boyunca ada dağların çevresinde olduğu gibi, batı kesimde Aladağlar civarında da yaygındır. Konya Ovası'nın en yaygın formasyonları karasal Neojen depoları olup kalınlığı 250 m kadardır. Bunlardan Miyosen formasyonları taban konglomerası ile başlayıp marn ve kalkerle devam eder. Miyosen'in üzerinde bulunan ve göl içerisinde oluşan Pliyosen'e ait unsurlar ise kil, kum, çakıl ve jipslerden müteşekkildir. Kuvaterner yaşlı killi-kumlu-çakıllı alüvyonlar ise en üst tabakayı oluşturur (Bozyiğit ve Tapur, 2009: 139-140; Bozyiğit ve Güngör, 2011: 172). Toroslarda bulunan fliş ve gabro tabakaları, ovanın kuzeyindeki killi araziler ve volkaniklerin bulunduğu alanlar permeabilitesi düşük olup akifer özelliği gösterir. Yarı geçirimsiz araziler Bozdağların eteğinde kil, kum, çakılların yaygın olduğu bölgelerde; yarı geçirimliler killi-marnlı kireçtaşlarının yaygın olduğu alanlarda ve geçirimli olup akiferler özelliği gösteren birimler silt, kum, çakıl ve alüvyonların yaygın ova tabanında bulunur.

Tuz Gölü Havzası'nın oluşumunda gölün doğusunda KB-GD doğrultusunda uzanan Tuz Gölü Fayı, gölün batısında KD-GB doğrultulu Altınekin Fayı ve gölün güney-güneybatısında KB-GD uzanımlı Tersakan Fayı etkili olmuştur. Bu bölge nispeten sakin bir neotektonik dönem geçirmesine rağmen çevresinde bulunan Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu ve Batı Anadolu faylarının kesişim bölgesinde bulunmasından ötürü bir takım tektonik hadiseler geçirmiştir. Konya Ovası Havzası'nda olduğu gibi Tuz Gölü Havzası da faylar boyunca çökmüş ve graben özelliği kazanmıştır. Tuz Gölü Havzasının temel arazisi magmatik, metamorfik ve ofiyolitik kayalardan oluşan Kırşehir Masifi olarak da

adlandırılan Orta Anadolu karmaşığdır. Havzanın baskın kristalen karmaşığı doğuda granitoidler kuzey ve batıda ise serpantin, radyolarit, gabro ve ofiyolitler ile temsil edilir. Havzada Mezozoyik yaşlı araziler batıda Cihanbeyli-Altınekin çevresinde yer yer 800 m kalınlığa sahip Bozdağ kireçtaşıdır. Senozoyik döneminde iklim koşullarından ötürü havza genel olarak göl özelliğı kazanmış, su seviyesi yaklaşık 110 m kadar yükselmiştir. Bu dönemde akarsuların taşıdığı malzemeleri göl tabanına birikmesiyle yer yer kalın çökeller oluşmaya başlamıştır. Paleosen'e ait kayaçlar tabanda iri boyutlu kırmızı renkli konglomeralar ile başlar. Konglomeralar özellikle Tuz Gölü'nün batı kesiminde bulunur. Konglomeraların üzerine gri renkli kumtaşları ve kireçtaşları gelir. Havzanın doğusunda bu birimlerin üstünde alg fosilleri içeren kireçtaşları bulunur. Eosen dönemi karbonatlı-çimentolu konglomeralar ve fosilli kireçtaşlarından oluşur. Oligosen'e ait kalınlığı 350 m olan konglomera, çamurtaşı ve kumtaşları bölgenin doğusunda bulunur. Miyosen unsurları bölgenin doğu ve batısında yaygındır. Konglomera, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı ve marnlardan oluşan formasyonun kalınlığı havzanın doğusunda 137 m ölçülmüştür. Bölgede en yaygın unsurlar Miyo-Pliyosen ve Kuvaternere ait çökellerden oluşmaktadır. Bunlardan Miyosen-Pliyosen dönemine ait tortullar altta kaba kırıntılarla başlayıp yüzeye doğru çamurtaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşı ile son bulur. Bunlar havzanın hemen her yerinde yaygındır. Kalınlıkları 100-200 m arasındadır. Kuvaterner yaşlı arazilerden Tuz Gölü çevresinde silt, kum, çakıl gibi birikinti unsurları bulunurken doğu-güneydoğu kısımda, Hasan Dağı, Melendiz dağı çevresinde ve Karacadağ'ın etekleri ile gölün kuzeybatısında volkanik birimlere ait kayaçlar yaygındır (Gürbüz, 2012: 18-109; Afşin ve Baş, 1996: 76-78). Havzanın kayaç geçirim özelliklerine bakıldığında geçirimsiz araziler ofiyolit, fliş ve killi-siltli kayaçlardan oluşmuş olup bölgede parçalı bir şekilde dağılmıştır. Yarı geçirimsiz kayaçlar güneybatıda Altınekin tarafında kum, çakıl; yarı geçirimli kayaçlar batıda killi-marnlı kireçtaşı ve geçirimli kayaçlar ise kireçtaşı, alüvyon, silt, kum, çakıllı depolar olup özellikle Tuz Gölünün doğu ve güneyinde bulunur.

Niğde-Misli alt havzasında genel olarak intrüzif ve ekstrüzif kayaçlar yer almaktadır. Arazinin temelinde Kratese yaşlı gabrolar bulunur. Bunlar genel olarak güneyde yer alır. Gabroların üstüne havzanın büyük bir bölümünü oluşturan Miyosen yaşlı tuf, andezit, ignimbrit ve aglomeralar gelir. Nevşehir Formasyonu olarak adlandırılan Pliyosen yaşlı kayaçlar tuf, ignimbrit, konglomera, kumtaşından ibarettir. Bu volkanik kayaçlar batıda yaygındır. Konglomeralar havzanın çukur olan orta kesiminde bulunur. Kuvaterner yaşlı

andezit ve bazaltlara Hasan Dağı ve Melendiz çevresinde rastlanır (Söğüt ve Güzel, 2008: 30-31; Başaran ve Süral, 2002: 110). Hidrojeolojik özellikleri açısından bakıldığında havzanın güney ve doğusunda bulunan granit, granidiorit, gabro, fliş gibi metamorfik kayalar grubu geçirimsizdir. Yarı geçirimsiz-yarı geçirimli kayalar volkanik birimlerin bulunduğu batı kesimde, geçirimli kayalar ise havzanın orta kesiminde bulunan gevşek unsurlu konglomeralar ve batıdaki andezit ve bazaltlardır.

3.3. Jeomorfolojik Özellikler

Konya Kapalı Havzası genel hatları itibari ile platoluk ve ovalık bir görünüm arz eder. Havzada var olan dağ görünümlü yüksek arazilerin büyük çoğunluğu akarsular tarafından parçalanmış yüksek platolardır. Arazinin %53,3'ü plato, %34,1'i ova ve %12,6'sı dağlardan oluşur (Tablo 5).

Tablo 5

Jeomorfolojik unsurların alt havzalara göre oranı (%)

Alt Havza	Oran (%)		
	Plato	Ova	Dağ
Beyşehir	57,8	18,1	24,1
Konya-Çumra	38,3	48	13,7
Karaman-Ayrancı	48,4	34,5	17,1
Ereğli-Bor	47,7	39,1	13,2
Niğde-Misli	81,5	-	18,5
Aksaray-Karapınar	54,5	38,5	7
Altınekin	47,1	48,6	4,3
Cihanbeyli-Kulu	75,2	22,8	2,1
Şereflikoçhisar	68,6	31,4	-
Toplam	53,3	34,1	12,6

Dağlık alanlar havzanın orta ve güneyinde bulunur. Kıvrım dağlarından olan ve Orta Torosların bir bölümünü oluşturan Bolkar, Geyik ve Dedegöl dağlarının kuzey etekleri havzanın güneyinde uzanır. Karadağ, Karacadağ, Melendiz ve Hasan Dağı gibi volkanik dağlar GB-KD uzanımlı fay hattı boyunca yükselir ve havzanın orta ve doğusunda bulunur. Daha batıdaki Aladağlar diğer volkanik kütleyi oluşturur. Havzanın başlıca ovaları ise

Konya Ovası ve Aksaray Ovası'dır. Beyşehir ve Suğla Ovaları diğer önemli ovalardır. Önemli platolar Obruk ve Cihanbeyli Platosudur. Akarsular tarafından şekillendirilen yüksek platolar ise Karaman Platosu ve Aladağların etekleridir (Şekil 4).

Şekil 4. Konya Kapalı Havzası'nın jeomorfoloji haritası (SRTM DEM ve DSİ Master Plan verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır)

Orta Miyosen’de Afrika ve Arabistan levhalarının Anadolu levhasını sıkıştırmaya başlamasıyla başlayan neotektonizma, Konya Kapalı Havzası’nın jeomorfolojik evriminde önemli rol oynamıştır. Buna bağlı olarak dağlar ve depresyon alanları oluşmuştur. Havzanın önemli dağlık kütlelerini oluşturan Toroslar havzayı güneyden sınırlar. Mezozoik’te arazinin büyük bölümü denizlerle kaplı olduğu için bölgede birikme faaliyetleri etkili olmuştur. Sahanın çoğunluğunu kaplayan Mezozoyik yaşlı kalın kalker tabakaları Kaledoniye ve

Hersiniyen orojenezi safhasında yükselip karasal ortam haline gelmiştir (Özgül, 1976: 76). Mezozoyik sonunda Alp Orojeneziyle bölge yükselmeye başlamış ve Toros Dağları, doğuda doğrultu atımlı bir fay olan Ecemiş Fayı ile batıda Antalya Kenet Kuşağının kapanmasıyla oluşan bindirme ve yırtılma fayları arasında havza içerisinde 350 km’lik hat boyunca bir yay gibi uzanmıştır. Kıvrım şiddetinin yönü farklı olduğu için doğuda Bolkarları kapsayan kesim KD-GB, batıda Dedegöl ve Geyik Dağları’nı içeren kesim ise KB-GD yönünde uzanış gösterir (Doğan, 2003; Şimşek, 2013; Şimşek vd., 2019, Demirkol, 1989: 33).

Orta Torosların doğu uzantısı olan Bolkar Dağları’nın yükseltisi genel olarak 1800-2000 m’nin üzerindedir ve yükseklik doğuya doğru gidildikçe artar. En yüksek noktası, Karaman-Ayrancı ve Ereğli-Bor alt havzalarının su bölümü çizgisini oluşturan ve Konya Kapalı Havzası’nın en yüksek noktası olan Aydos Dağı’dır (3400 m). Bolkarların batısında yer alan Geyik Dağlarında yükselti 1500-2500 metre arasında değişmekle beraber irtifa doğudan batıya doğru gidildikçe azalır. Çarşamba Çayı ve Suğla Polyesi’nin su toplama alanını oluşturan kütle üzerinde boyları kısa fakat gelişmiş vadi sistemleri de görülür. Havzanın en batısında yer alan dağ, Beyşehir gölünün batısında KB-GD istikametinde uzanan Dedegöl Dağı’dır. Mezozoyik’e ait kristalen kireçtaşlarının yüzeylendiği Dedegöl Dağının yüksekliği Dedegöl Tepede 2980 m’ye ulaşmaktadır (Şekil 5). Oldukça sarp yamaçlara sahip olan dağın doğu eteği ile zirvesi arasında 1800 m’lik yükselti farkı bulunur. Dağın kuzey uzantısında havzayı Hoyran-Eğirdir depresyonundan ayıran Anamas Dağları bulunur. Dedegöl Dağları kadar yüksek olmasa da Anamas Dağının yüksekliği 2000-2200 m civarındadır.



Şekil 5. Beyşehir Gölü'nün batısında bulunan Gölyaka Köyü civarındaki haşhaş tarlası arasından Dedegöl Tepesi (Haziran, 2021)

Konya Kapalı Havzası'nın hemen orta kesinde Konya-Çumra alt havzası ile Aksaray-Karapınar ve Altınekin alt havzalarını birbirlerinden ayıran Bozdağlar bulunur. Bu dağ sırası Orta Toroslar kıvrım kuşağı içerisinde yer alır ve doğu-batı doğrultusunda ovalık alan üzerinde yükselir. Ortalama yükseltisi çok fazla olmayan dağın en yüksek noktası güneydoğu ucunda bulunur ve 1745 metre yüksekliğindedir. Bozdağların çoğu yerinde yükselti 1400 metreyi geçmez. Sivridağ-Bozdağ masifinin doğu kısmında yer alan, tabanında metamorfik kalkerler'in yüzeylendiği Bozdağlar (Gürbüz, 2012: 39), mevsimlik akarsular tarafından şekillendirilir. Bu yüzden ortalama yükseltisi az olup platoluk bir görünüm gösterir.

Havzayı oluşturan diğer önemli yüzey şekli tektonizma sonucunda oluşan ovalardır. Bunların başlıcaları Konya, Aksaray ve Suğla Ovalarıdır. Konya ve Aksaray Ovaları tektonik ve morfo-klimatik faaliyetler bakımından birbirine benzerlik gösterir. Türkiye'nin en büyük ovası olan Konya Ovası; Obruk Platosu, Toros Dağları, Aladağlar ve Hasan-Melendiz Dağları arasında kalan depresyonu oluşturur. 8.941 km² yüzölçümüne sahip ova doğu-batı istikametinde 200 km, kuzey-güney yönünde 50-100 km uzunluğa sahiptir. Konya ile Niğde arasında uzanır ve yaklaşık 1000 m yüksekliğindedir. Konya Ovası'ndan

Bozdağlar kütlesi ve Obruk Platosu ile ayrılan ve ortalama 900-1000 m yükseltiye sahip Aksaray Ovası, Konya Kapalı Havzası'nın kuzeyinde bulunur. 5741 km² yüzölçüme sahip ova Aksaray, Altınekin, Cihanbeyli ovaları şeklinde ayrılır. Adı geçen her iki ova da Hersiniyen orojeneziyle oluşmuş ve Alp orojeneziyle şekillenmiştir. Paleozoik'te jeosenklinal haline gelen iki ova da etrafındaki dağlardan taşınan malzemelerin çökeldiği ve bu materyallerin zamanla metamorfizmaya uğradığı bir çöküntü ortamını oluşturmuştur. Kretase'de Tetis jeosenklinali kıvrımlanmış ve Miyosen'de Toroslar kuşak halinde yükselmiştir. Tetis Denizi iç deniz şeklinde şimdiki Tuz Gölü ve Konya Ovası havzalarına uzanmıştır. Neojen boyunca deniz tabanına bol miktarda malzeme birikmiştir. Pleyistosen'deki iklim salınımlarına bağlı olarak ova tabanları bazen göl haline gelmiş bazen de kuruyup karasal ortam olmuştur. Buna bağlı olarak yer yer birikim yer yer aşınım sahası haline gelmiştir. Nitekim nispeten nemli ve ılıman iklim koşullarının egemen olduğu Holosen'de Konya Ovası'nın bulunduğu yerde derinliği 15-20 metre arasında değişen göl meydana gelmiş ve tabanda alüvyal malzemeler birikmiştir. Günümüzden yaklaşık 17 bin yıl önce göl çekilmeye başlamış ve göl tabanı ova halini almıştır. Bu tektonik ve morfojenetik koşullar altında 1006, 1012 ve 1020 metre seviyelerinde bir takım kıyı izleri meydana gelmiştir (Tapur, 1998: 41-60; De Meester, 1970: 9-17; Roberts, 1983: 156-168). Aksaray Ovasında ise bugün ki seviyesinden yaklaşık 110 metre daha yüksek seviyelere kadar ulaşan göl meydana gelmiştir. Ovanın kenar kesiminde göle ait kıyı izlerini izlemek mümkündür. Her iki göl Pleyistosen'de giderek küçülmüş ve çekilirken küçük çukurluklarda bir takım göl ve bataklıklar oluşturmuştur. Bunların en önemlileri Bolluk, Tersakan, Hotamış, Arapmezarlığı, Alakova, Aslı ve Akgöl bataklıkları olup son dönemlerdeki yağış azlığı ve insan müdahalesi nedeniyle neredeyse tamamen kurumuşlardır (Gürbüz, 2012: 45-49). Havzada bulunan diğer ova ortalama 1095 metre yükseltide yer alan Suğla Ovası veya diğer ismiyle Suğla Polyesidir (Şekil 6). KB-GD yönünde gelişen tektonik depresyon içerisinde bulunan ova, tabanındaki karbonatlı kayaların suyun çözmesiyle derinleşmiştir. Bu özelliğiyle tektono-karstik bir oluşum gösterir. Yüzölçümü yaklaşık 160 km²'dir ve tabanı dairemsi bir görünüme sahiptir. Batı ve güneybatı kesimden karstik kaynaklar, doğu ve kuzeydoğudan Erenler Dağı volkaniklerinden kaynaklanan akarsular ve Beyşehir Gölü'nün fazla sularını boşalttığı Beyşehir Kanalı ile beslenir. Polyenin suları güneybatıdaki düdenlerle yeraltından ve zaman zaman göl gidegeneni ile yüzeyden Mavi Boğaz vasıtasıyla drene edilmektedir. Ovanın en derin yerinde bulunan ve maksimum derinliği 10 metreye

erişen Suğla Gölü'nün suları 2001 yılında DSİ'nin inşa ettiği göl havuzunda depolanmaktadır (Öztürk, 2006: 5; Şimşek vd., 2020: 8-11).



Şekil 6. Bozkır-Seydişehir karayolu'ndan Suğla Polyesi (batı istikameti) (Haziran, 2021)

Havzada volkanizmayı KD-GB doğrultulu fay hattı boyunca meydana gelen, birbiriyle aynı istikamette sıralanan ve ekstrüzif faaliyetlerle oluşan volkanik dağlar, tepeler ve maar çukurlukları oluşturur. Volkanik birimlerden birisi volkan konileridir. Bu sönmüş volkan konileri Konya Ovasının ortasında ve Neojen gölsel çökellerinin üzerinde birdenbire yükselen ada dağlardır. Havzada dört adet ana volkan konisi bulunur. Bunlar Karadağ, Karacadağ (Şekil 7), Hasan (Şekil 8) ve Melendiz Dağı'dır. Bu dağların yükseltisi 2100 m (Karadağ) ile 3253 m (Hasan Dağı) arasında değişir. Konya Ovasıyla arasındaki (1000 m) nisbi yükselti ise 1100-2250 m arasındadır.



Şekil 7. Meke Gölü’nden Karacadağ (Haziran, 2021)

Pliyosen-Kuvaterner zamanında tesir eden volkanizmanın ilk safhası lavların yüzeye doğru yavaşça aktığı efüzif aktivitelerdir. Bu periyotta dasitik lav çıkışları, lav domları, kül akıntıları meydana gelmiştir. Daha sonraki evrede volkanizma yoğun gaz sıkışması ve lav akıntılarına bağlı olarak eksplosif bir karakter kazanmış ve krater oluşumuna sebep olmuştur. Boyları kısa, yağışlı mevsimde akışa geçen, dağın zirve kesiminden kaynağını alıp ovada son bulan akarsular tarafından parçalandığı için ve volkanizmanın birden fazla koni ve parazit konide cereyan etmesinden dolayı tepeler birbirinden dik yamaçlarla ayrılmıştır. Bu yüzden tek bir koniden ziyade birkaç tepeden oluşan bir görüntü izlenir (Aydın, 2006: 17; Uzun, 2013: 33, Beekman, 1996: 95-101). Kuvaterner’e kadar devam eden volkanik faaliyetler sonucunda kül, andezit ve bazalt lavları, lapilli ve tuf çıkışları araziye örtmüştür (Kürçer, 2012: 76-80; Baylak, 2006: 17; Ermin, 2005: 22). Havzadaki diğer volkanik kütle Konya-Çumra ile Beyşehir alt havzası arasında yer alan Aladağlar’dır. Aladağlarda volkanik faaliyet Üst Miyosen’de başlamış ve Pliyosen’e kadar sürmüştür. Volkanizma fasılalarla devam etmiş, kül, kum, volkan bombası, lapilli gibi piroklastik malzeme ile andezit, dasit, riyolit, trakit gibi lav akıntıları şeklinde süregelmıştır. Volkanizma bazen patlama şeklinde devam etmiş ve krater oluşumuna da sebep vermiştir (Biricik, 1992b: 102-103).



Şekil 8. Hasan Dağı'nın kuzeyden görünümü (Nisan, 2016)

Havzadaki diğer volkan konileri Niğde-Misli alt havzasını temsil eden platoda bulunur. Plato batı ve güneyden Hasan Dağı kuzey ve doğudan bir dizi volkanik tepelerle çevrilidir. Kuzeyinde bazalt, tuf ve yer yer obsidyenlerin (Şekil 9) bulunduğu arazide doğu-batı istikametinde bir dizi küçük volkanik tepeler bulunur. Uydu görüntüleri ve 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından tespit edilen tepelerin sayısı 20 civarındadır ve bu konilerin nisbi yükseltisi 70-400 metre arasında değişir. Çoğunluğunun tepesinde krater çukurlukları bulunur. Bu kraterlerin çoğu yüzeysel sellenme ile aşındırılmış, araziye doğru hafif eğimlenmiş ve orijinal şekli bozularak hilalimsi bir hal almıştır (Şekil 10).



Şekil 9. Bölgede bulunan bazalt ve obsidyen (Nisan, 2016)



Şekil 10. Kayırlı Beldesinin kuzeyinde yer alan volkanik tepeler (Nisan, 2016)

Karacadağ'ın güneybatısında geniş alanlara yayılan bazaltik lav akıntıları arasında siyah, koyu gri, kızılımsı ve kahverengi olan ve yükseklikleri 100-200 metre civarında değişen volkanik tepeler etrafında birtakım çukurluklar bulunur ki bunlar volkanik kökenli gaz sıkışmaları sonucunda meydana gelen patlamalarla oluşan maarlardır. Maarlardan en

önemlisi Meke Maarı'dır. 'Dünyanın Nazar Boncuğu' olarak da adlandırılan maarın alanı yaklaşık 5,5 km²'dir ve ortasında 90 metre yüksekliğinde volkan konisi bulunur. Maar tabanında su bulunur. Fakat son zamanlardaki kuraklıkla birlikte göl neredeyse tamamen kurumuştur. Ancak yılın yağışlı aylarında küçük bir kısmı sular altında kalır ve kurak mevsimde kurur. Meke Gölü'nün yaklaşık 2 buçuk km kuzeydoğusunda bulunan Acıgöl oluşum itibari ile maar gölü olup göl çevresinde hala gaz çıkışları mevcuttur. Bölgede bulunan diğer maarlar Yılan Maarı, Kutuören Maarı, Obruk Maarı ve Çıyankışlası Maarı'dır (Sür, 1972: 95-97; "MTA", t.y.).

Konya Kapalı Havzası'nda araziyi şekillendiren en önemli süreçlerden birisi karstlaşmadır. Arazide kalkerler geniş yer kapladığı için sıklıkla karstik yeryüzü şekillerine rastlanır. En önemli karstik şekillerden birisi obruklardır. Nitekim obruklar arazide platoya ismini verecek kadar çoktur. Obruk Platosu; batıdan Bozdağlar, doğudan Hasan-Melendiz Dağı, kuzeyden Aksaray Ovası ve güneyden Konya Ovası ile çevrili olup Konya Kapalı Havzası'nın ortasında bulunur. Senozoyik kireçtaşlarının çok büyük yer kapladığı ve arazide yüzeyletiği Obruk Platosu, havzanın en büyük platosudur. 5596 km² yüzölçümüne sahiptir. Doğu-batı doğrultusunda 125, kuzey-güney istikametinde ise 75 km uzunluğu bulunur. Yükseltinin 1000-1300 metre arasında değiştiği platoda güneye ve doğuya doğru gidildikçe yükselti artar. Diğer bir deyişle arazi kuzeybatıya doğru eğimlidir. Akarsular kuzeybatı doğrultusunda akarak aşınım satırları geliştirmiştir. Bu akarsu vadilerinin boyları kısa olup yağışlı mevsimde akış özelliği gösteren kornişli vadilerdir (Yavuz, 2010: 49). Eğimin az olması, tabakaların yatay doğrultuda istiflenmesi, zemin yapısında kireçtaşı gibi suyu bünyesinde bulundurabilen kayaç türlerinin geniş alanlar kaplaması, bunların yüzeye yakın kesimde yer tutması ve kalın istifler şeklinde birikmesi sebebiyle platoda yeraltı sularına bağlı olarak obruk oluşumuna çok fazla rastlanır. Buradaki yeraltı suyu Üzecek Dağı ve Karapınar çevresindeki diğer volkanların çıkardığı karbondioksiti bünyesine katarak asitçe zenginleşir ve karbonatça zengin kayaçlar içerisinde bulunan akifer ortamında güneyden kuzeye doğru hafif eğimli tabakalarda hareket ederek kireçtaşlarını eritir. Böylece yeraltı mağara sistemini oluşturur. Yağışlarda görülen azalma, tarımsal faaliyetlere bağlı olarak aşırı yeraltı suyu çekilmesi gibi sebeplerden ötürü yeraltındaki mağara tavanlarının çökmesiyle oluşan obrukların sayısı hayli fazladır. Obruklar bölgede gelişi güzel dağılmamış, yeraltı sularının akış yönü doğrultusunda KB-GD yönünde sıralanmıştır (Göçmez, 2011: 460-461). Uzunluk, derinlik ve genişlikleri birkaç metre ile birkaç on metre

arasında değişen obruklardan en önemlileri Kızören, Timraş, Meyil, Çıralı, Apa obruklarıdır. Bu obruklar eski oluşumlu obruklardır (Tapur ve Bozyiğit, 2016: 254-258).

Havzada diğerkarstik şekillerden birisi de Cihanbeyli'nin 12 km güneyinde, Bolluk Gölü'nün kuzey doğusunda, sayısı 60'ı bulan, yüksekliği 15 metre ve çapı 30 metreye kadar erişen fosil traverten konileridir. Bu kesimde Mezozoyik yaşılkalker tabakaları içerisinde erime şeklinde ve baca halinde derinlere inen yeraltı mağarasistemi mevcuttur. Buradan yerin derinliklerine sızan sular faylar boyunca daha aşağı kesimlerde sıcak zeminle temas eder. Yerin altında yüksek basınç etkisinde kalan sular bir süre sonra çatlaklar boyunca yeryüzüne çıkar. Yüzeye ulaştıktan sonra basınç azalmasıyla beraber karbondioksitin uçması sonucunda kalsiyum karbonat yüzeyde üst üste yığılarak çöker ve zamanla koni görünümünü oluşturur (Erol, 1968: 81-83; Erinç, 1960: 96-100).

Diğerkarstik şekillerToroslar üzerindedir. Burada yüzey ve derinlik karstına (Şekil 11) rastlamak mümkündür. Gerek kalkerlerin geniş alan kaplaması gerekse Alpin orojenezi esnasında oluşan gerilme çatlakları, diaklazlar ve yarıklar boyunca yüzey sularının yer yer zemindeki geçirimsiz tabakaya kadar yeraltına intikali derinlik karstını geliştirmiştir (Biricik, 1982: 70). Böylece yüzey üzerinde engebeli ve sarp topoğrafya meydana gelmiştir. (Seydişehir'in güneyinde bulunan Gidengelvez Dağı'na bu ismin verilmesi engebeli arazi yapısından dolayıdır). Arazide erime ve çökme faaliyetlerine bağlı olarak oluşan ve boyları 1-2 metre arasında değişen duvar, oluklu ve kanalcıklı lapyalar, dolinler, uvalalar, polyeler, obruklar ve mağaralar en yaygın görülen karstik şekillerdir (Dipsiz Göl Dolini, Suluot Polyesi, Pınargözü Mağarası, Felengi Mağarası) (Doğank, 2003; Şimşek vd., 2019; Şimşek vd., 2020; Ege, 2017: 207-217; Öztürk vd., 2018: 35; Nazik ve Poyraz, 2015: 169-172).



Şekil 10. Dedegöl Tepesi'nin kuzey yamacında yer alan 1600 m rakımındaki Pınargözü Mağarasının girişi (Haziran, 2021)

Dedegöl Dağlarının güneyinde bulunan diğer önemli karstik oluşum ise Gembos Polyesi'dir. Ortalama 1210 metre yükseltide ve 150 m derinliğinde, KB-GD istikametinde uzanır. 12 km uzunluğunda, 1-1,5 km genişliğinde ve yaklaşık 14 km² yüzölçüme sahiptir. Polye tabanı iki yanda da faylarla sınırlıdır. Polye güneyde ufak bir eşikle Manavgat çayına geçmektedir. Yağışlı dönemde Uludere'nin getirdiği sularla altı aylığına göl haline gelen polye, sularını batı kesimdeki 20'den fazla olan düdenlerle drene eder. Boşalttığı fazla sularını yer altından aktararak havza dışında bulunan Altınbeşik Mağarasına tahliye eder. Bir diğer boşaltım sistemi ise DSI'nin inşa ettiği Gembos derivasyonudur. Derivasyon ile polyenin suları Beyşehir Gölü'ne aktarılır (Biricik, 1982: 89; Nazik, 1992: 88-92; Şimşek vd., 2020: 7-8).

Havzanın jeomorfolojik gelişiminde etkili olan bir diğer morfolojik süreç de flüvyal topoğrafyadır. Havza yarı kurak morfojenetik bölgede yer aldığı için arazinin büyük çoğunluğunda bitki örtüsü seyrek, fiziksel ayrışma fazla, toprak ve kayac dokusu gevşektir. Yıl içerisinde kurak devrede ayrışan kayac ve topraklar yağışlı mevsimde yüzeysel sellenme ve mevsimlik derelerle hızlıca taşınır. Buna bağlı olarak arazi silik bir görünüm elde eder. Karaman'ın güneyinde yer alan Bolkar Dağları'nın kuzeyini oluşturan Karaman Platosu bu

sürecin etkili olduğu alanlardan birisidir. Platonun yükseltisi 1100-2000 metre arasında değişir. Bolkar Dağları'nın bulunduğu bölüm Konya Kapalı Havzası'nın akarsu ve vadi ağının en sık olduğu alanlarından. Arazi, Senozoyik kireçtaşları üzerinden kuzeybatıya doğru akan ve Konya Ovası'ndaki bataklıklarda son bulan Deliçay, İbrala Çayı, Ayrancık Çayı, Yeşilçay, Ağiloğuz Deresi gibi akarsular tarafından parçalanmıştır (Öztürk vd., 2016: 109-112). Flüvyal sürecin etkili olduğu diğer alan Tuz Gölü'nün doğusunda bulunur. Peçeneközü Deresi tarafından oluşturulan platonun uzunluğu 80 km genişliği 15-20 km'dir. Plato Tuz Gölü'nün kuzeydoğusundan güneyde Hasan Dağı'nın kuzeyine kadar uzanır. Güneye doğru yükseltisi artan platonun en yüksek tepesi 2127 metre ile Ekecek Dağı'dır. Platoda ortalama yükselti 1100-1400 metre arasında değişir. Havzadaki diğer aşınım sathı Hasan Dağı'nın kuzey ve doğusunda bulunur. Hasan Dağı'nın kuzeyindeki saha genel olarak Melendiz Çayı tarafından şekillendirilir. Kolay aşınan tuf ve küllerin bulunduğu bölgelerde badlans topoğrafyasına yaygın bir şekilde rastlanır. Bu plato alanındaki önemli yeryüzü şekillerinden birisi Melendiz Çayı üzerinde bulunur. İhlara Kanyonu (Şekil 12) olarak adlandırılan vadinin gelişiminde Hasan Dağı'nın Neojen ve Kuvaterner'de püskürttüğü kül, ignimbirit, bazalt ve andezitlerin hızlı bir şekilde soğumasıyla oluşan KB-GD yönlü çatlak sisteminin büyük rolü vardır. Bu çatlaklar içerisine yerleşen Melendiz Çayı zaman içerisinde sürempoze bir şekilde gelişerek epijenik kanyon vadiyi oluşturmuştur. İhlara ile Selimiye köyleri arasında bulunan vadinin plato yüzeyi ile arasında ortalama 80 metre yükselti farkı vardır. Bu fark yer yer 100-120 metreye çıkar. İhlara'nın kuzeyinde, Selimiye ile Yaprakhisar köyleri arasında bulunan ve kalınlıkları yer yer 100 metreyi bulan hafif eğimli tuf örtülerinin aşınması sonucunda peribacası oluşumlarına rastlanır (Baylak, 2006: 23-28).



Şekil 11. Volkanik kökenli ignimbiritlerin Melendiz Çayı tarafından dik bir duvar gibi yarıldığı Ihlara Kanyonu (Nisan, 2016)

Tuz Gölü'nün batısında, Bozdağlar'ın hemen kuzeyinde uzanan Cihanbeyli Platosu Cihanbeyli-Kulu alt havzasında yer alır. KD-GB istikametinde yaklaşık 150 km uzanan ve doğu-batı doğrultusunda 10-40 km genişliğine sahip olan platonun yüksekliği 1000-1200 metre arasında değişir. Tuz Gölü depresyonuna doğru hafifçe eğimli olan araziden dökülen kısa boylu ve çoğunluğu mevsimlik akarsular araziye hafif dalgalı düzlük görünümü kazandırmıştır. Flüvyal morfolojinin görüldüğü diğer alan havzanın batısında, Konya Ovası ile Beyşehir Gölü arasında bulunan Aladağlar volkanik kütlesinin etekleridir. Ortada volkanik birimler ve kuzeyde yer yer killi-marnlı kireçtaşlarının arazide yüzeylendiği platonun yüksekliği 1200-1500 metre arasında değişir. Sarıöz Deresi, Kefeboğazı Deresi, Suludere, Beylikdere, Derindere, Güneydere gibi akarsular tarafından aşındırılan plato yüzeyi doğu ve batıda farklı yönlerde eğimlidir. Plato batıda yaklaşık 1200 m'deki Beyşehir depresyonuna, doğuda ise 1000 m'deki Konya Ovasına doğru meyillidir ve akarsular bu yönlerde doğru aşındırma faaliyetlerini gerçekleştirmiştir.

Toros Dağları tektonik faaliyetler, morfojenetik ve morfoeklimatik süreçlere bağlı olarak çeşitli yer şekillerine sahip polijenik topoğrafya görünümüne sahiptir. Havzada çok sınırlı alanlarda görülen ve Kuvaterner'den izler taşıyan buzul morfolojisine Bolkarlar ve

Dedegöl Dağları'nda rastlanır. Nitekim son buzul döneminde (Würm) Toroslarda buzullar 2300 m'ye kadar inmiştir. Buna bağlı olarak bazı kesimlerde bir takım sirk çukurlukları, morenler ve yer yer 1500 m'ye inen buzul vadisi izlerine rastlanabilmektedir (Atalay, 2005: 122; Çiner, 2003: 57; Çılğın, 2015: 22-23).

3.4. İklim Özellikleri

Konya Kapalı Havzası'nda karasallık etkisinin öne çıktığı yarı-kurak step iklimi hakimdir. Güneyde yer alan Toros Dağları, Akdeniz'in nemli ve ılıman havasının havzaya ulaşmasında engelleyici rol oynar. Havza, çevresine göre depresyon özelliği gösterdiği için yağış miktarı az ve sıcaklık nispeten fazladır.

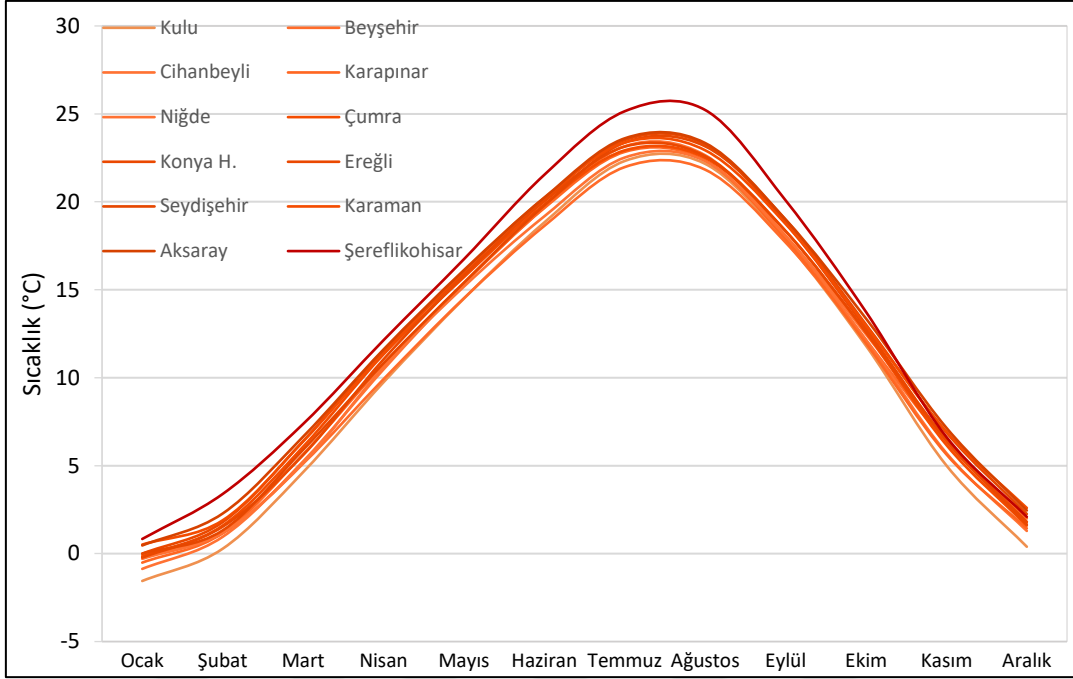
Kış mevsiminde kontinental polar hava kütlesi havzayı etkisi altına alarak bu dönemin soğuk ve nispeten daha az yağışlı geçmesine sebep olur. Sibiryâ kökenli kuru ve soğuk hava kütlesi güneye doğru ilerlerken daha sıcak olan hava ile temas ederek alttan ısınmaya başlar ve kararsızlık oluşarak cephe hattı boyunca yağış oluşumuna imkân verir. Kış mevsiminde Akdeniz'deki gezici siklonlar bazen Anadolu'nun iç kısımlarına kadar sokulur. Böylece kararsızlık daha da artarak yağış oluşumu gerçekleşir. Bu olay özellikle Beyşehir alt havzasında belirgindir. İlkbaharla birlikte gözlenen ısınma sonucu polar hava kütesinin etki alanı kuzeye doğru geriler ve sıcaklık artmaya başlar. İlkbaharda konveksiyonel hareketlere bağlı olarak yağış miktarı artar. Halk arasında 'kırk ikindi yağışları' olarak adlandırılan yağışlar ilkbaharın en yağışlı mevsim olmasının sebebidir. Yaz mevsiminde ise güneyden sokulan sıcak ve kurak karakterli subtropikal yüksek basınç alanı Anadolu'nun iç kısımlarına kadar yerleştiği için havzada sıcak ve kurak havanın egemen olmasına sebep olur. Sonbahar mevsiminde subtropikal hava kütlesi güneye çekilerek yerini kontinental polar hava kütesine bırakır.

Konya Kapalı Havzası'nda yıllık ortalama sıcaklık 11,6°C'dir. Sıcaklık 10,5 (Kulu) ve 12,9°C (Şereflikoçhisar) arasında değişir. Arazi genel olarak sade bir yapı arz ettiği için mekânsal olarak sıcaklık farklılıkları belirgin değildir. Ancak havzanın en alçak yeri ile en yüksek yeri arasındaki yükselti farkı 2500 m'dir. Havza içerisindeki yükselti, morfoloji ve arazi örtüsü farklılıkları sıcaklık koşullarının değişmesine olanak sağlar. Fakat özellikle dağlık alanlarda meteoroloji gözlem istasyonu bulunmadığı için iklim özellikleri

tanımlanırken ortalama yükseltisi 950-1250 metre aralığında bulunan ova ve platolardaki istasyonların verileri yorumlanmıştır. Seydişehir hariç bütün istasyonlarda en düşük aylık ortalama sıcaklık Ocak ayında gözlenir. Seydişehir de ise Şubat ($3,2^{\circ}\text{C}$) ayı en düşük sıcaklık ortalamasına sahiptir. Bu durum Seydişehir'in yarı-nemli ikliminin bir sonucudur. Havza genelinde Ocak ayı ortalama sıcaklığı $-0,2^{\circ}\text{C}$ olup sıcaklığın sıfırın altına indiği tek aydır. En sıcak ay ise Şereflikoçhisar hariç Temmuz ayı olup ortalama sıcaklık $23,2^{\circ}\text{C}$ 'dir. Şereflikoçhisar ise Ağustos ($25,2^{\circ}\text{C}$) ayında en sıcak ortalamaya erişir (Şekil 13).

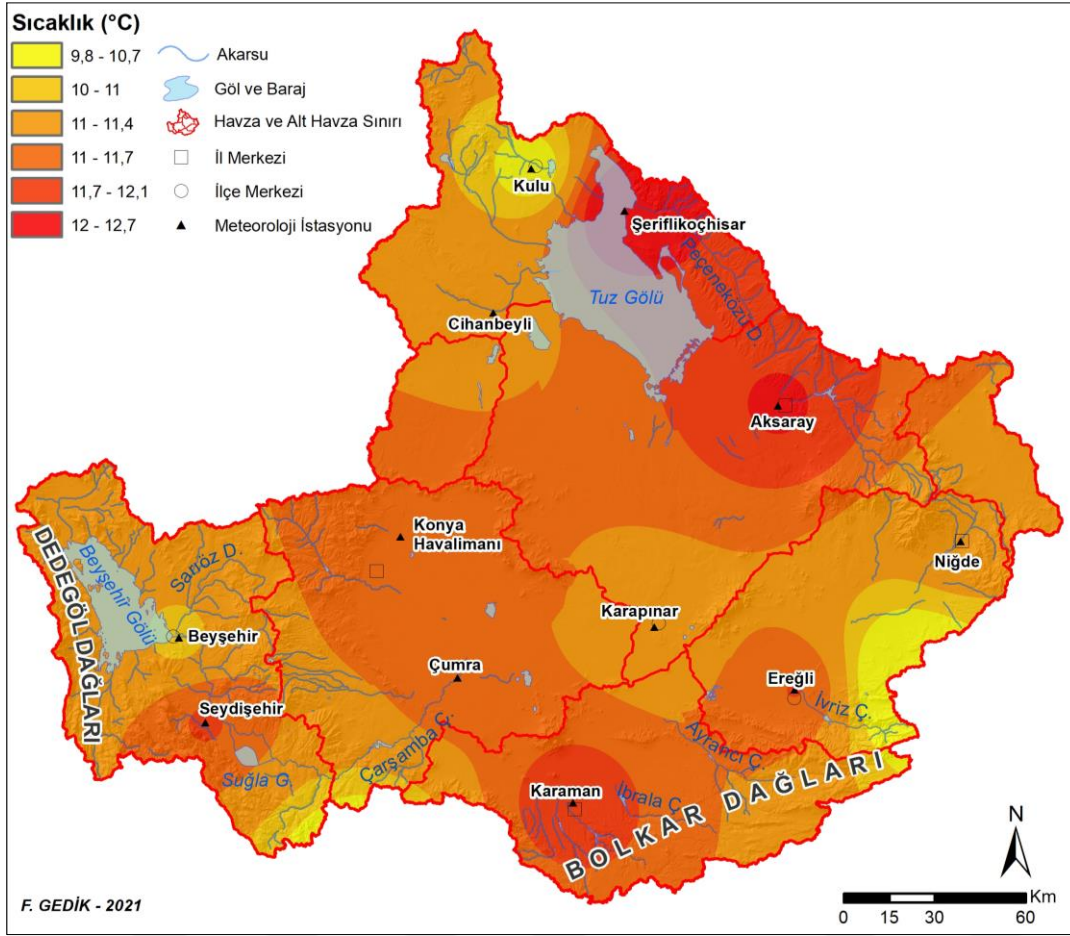
Havzada İlkbahar $10,8$, Yaz $21,9$, Sonbahar $12,5$ ve Kış $1,05^{\circ}\text{C}$ ' sıcaklık ortalamasına sahiptir. Yıllık ortalama amplitud $23,4^{\circ}\text{C}$ 'dir. En düşük amplitud değerleri Seydişehir ($20,2^{\circ}\text{C}$) ve Beyşehir ($21,8^{\circ}\text{C}$)'e aittir. Bu durum her iki istasyonunda maritim hava kütlelerine maruz kalmasından dolayıdır. En yüksek amplitud değeri ise Şereflikoçhisar ($24,4^{\circ}\text{C}$) ve Cihanbeyli (24°C)'ye aittir. Uzun yıllar boyunca gözlenen aylık en yüksek ve en düşük sıcaklık ortalamalarına bakıldığında bazı tarihler ön plana çıkar. Cihanbeyli, Niğde ve Kulu istasyonları hariç aylık ortalama en yüksek sıcaklık 2010 yılı Ağustos ayında kaydedilmiştir. Cihanbeyli'de 1975 yılı Temmuz ayı, Niğde ve Kulu'da 2006 yılı Ağustos ayı ön plana çıkar. Fakat bu üç istasyonda da kaydedilen ikinci en yüksek sıcaklık ortalaması 2010 yılı Ağustos ayına aittir. Aylık ortalama en yüksek sıcaklık 32°C ile Cihanbeyli'de ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük sıcaklıklarda ise 1992 yılı Şubat ayı ön plana çıkar. Bu dönemde en düşük ortalama sıcaklık $-9,4^{\circ}\text{C}$ ile Karapınar'da gözlenir. Özellikle maksimum sıcaklıkların 2000'li yıllardan sonra minimum sıcaklıkların ise 1990'lı yıllar ve öncesinde gözlenmesi dikkat çekicidir. Bu durum küresel iklim değişikliğiyle beraber artan sıcaklık koşullarıyla ilişkilendirilebilir.

Sıcaklık değerleri bütün merkezlerde Ocak ayından Temmuz ayına kadar yükselir Temmuz'dan itibaren tekrar düşmeye başlar. Şekil 13'ten de anlaşılabacağı gibi bütün istasyonların sıcaklık değeri ve mevsimselliği hemen hemen aynıdır.



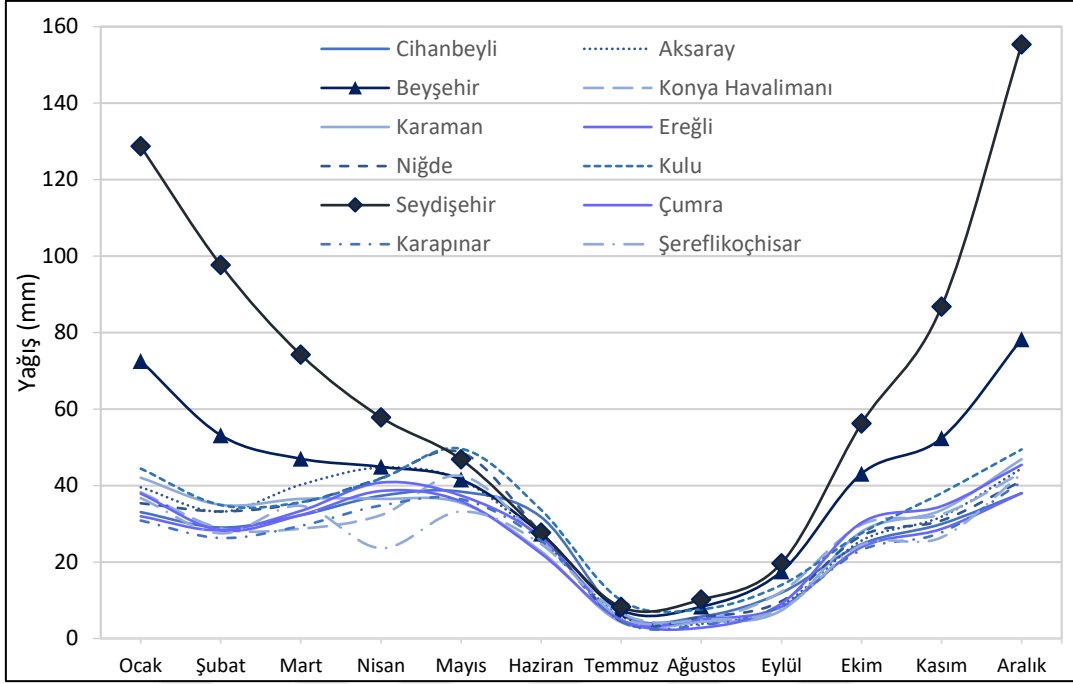
Şekil 12. Meteoroloji istasyonlarının yıllık sıcaklık rejimi

Havzada yıllık ortalama sıcaklığın dağılışına bakıldığında (Şekil 14) Tuz Gölü çevresi ile (Şereflikoçhisar 12,9°C ve Aksaray 12,2°C) Konya Ovası'nda (Karaman 12°C, Ereğli ile Konya Havalimanı 11,7°C ve Çumra 11,5°C) bulunan merkezler yıllık ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu yerlerdir. Havzanın en kuzeyinde bulunan Kulu ve çevresi en düşük ortalama sıcaklık değerine sahiptir (Kulu 10,5°C ve Cihanbeyli 11,2°C). Kulu'dan sonra en düşük yıllık ortalama sıcaklığa sahip istasyon Toros dağlarında bulunan Beyşehir'dir (10,9°C). Yükseltisi fazla olan Niğde'nin ortalama sıcaklığı havza ortalamasının altındadır (11,2°C). Toroslar üzerinde yer almasına rağmen kış mevsiminde sıcaklığın çok fazla düşmemesi Seydişehir'de yıllık ortalama sıcaklığın yüksek olmasına sebep olmuştur (11,7°C).



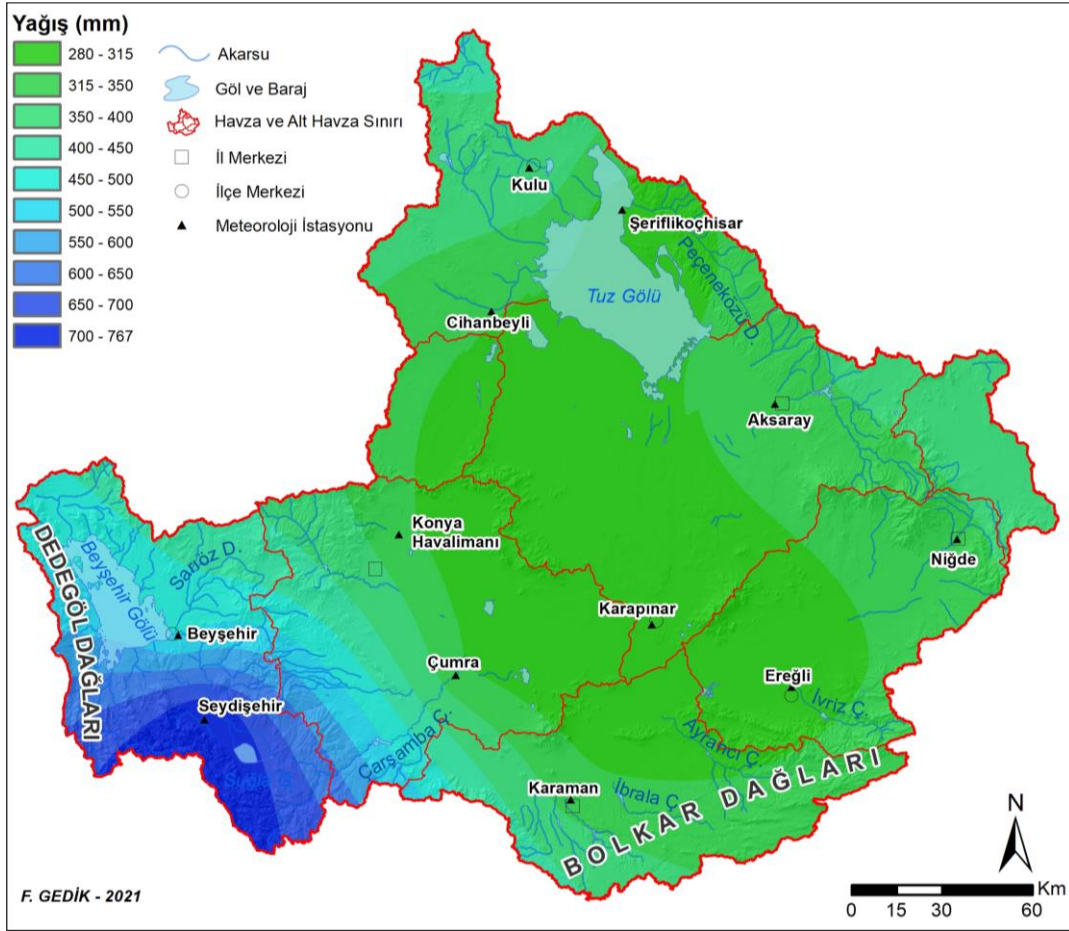
Şekil 13. Yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı

Havzanın ortalama toplam yağış miktarı 377,1 mm'dir. Yağış miktarının azlığından ötürü havzada yarı-kurak iklim hâkimdir. Yıl boyunca en fazla yağış alan istasyon 769,2 mm ile Seydişehir en az yağış alan istasyon ise 291,6 mm ile Karapınar'dır. Seydişehir ve Beyşehir istasyonları hariç diğer istasyonlarda yağışın mevsimsel değişkenliği ve miktarı birbirlerine paraleldir. Genel olarak Sonbahar mevsiminin başından itibaren artan yağış miktarı İlkbahar mevsiminde Nisan ve Mayıs aylarında en yüksek seviyeye ulaşır. Ardından Ağustos ayına kadar kesintisiz bir şekilde azalma eğilimi gösterir. Beyşehir ve Seydişehir'de ise Ağustos ayında başlayan yağış miktarındaki artış Aralık ayında en yüksek seviyeye ulaşır ve bu aydan itibaren Temmuz ayına kadar sürekli bir azalma eğilimi belirgindir (Şekil 15). Beyşehir alt havzasında Akdeniz yağış rejimi görülür.



Şekil 14. Meteoroloji istasyonlarının aylık yağış rejimi

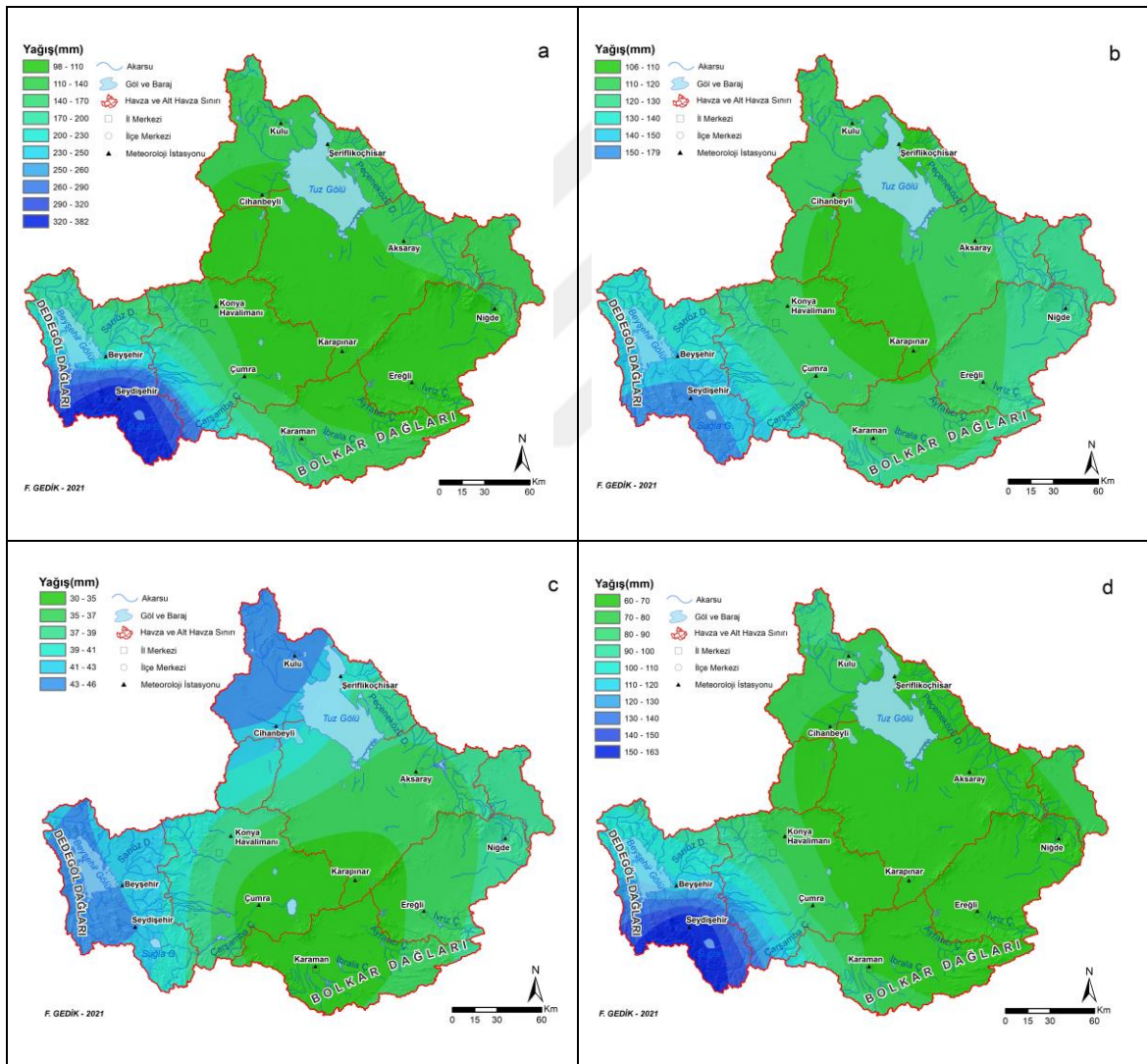
Yıllık ortalama toplam yağış miktarının dağılışına bakıldığında mekansal farklılık daha iyi anlaşılır. Yağış miktarının en fazla olduğu alt havza Seydişehir (769,2 mm) ve Beyşehir'in (493,7 mm) yer aldığı Konya Kapalı Havzası'nın güneybatısında bulunan Beyşehir alt havzasıdır. Havzanın kuzey ve doğusunda bulunan Kulu (386,6 mm), Niğde (341 mm) ve Aksaray'ın (345,3 mm) yağış miktarı havzadaki ortalama toplam yağış miktarının üzerinde veya çok az altındadır. Yağış miktarının en az olduğu yerler ise Tuz Gölü çevresindeki Şereflikoçhisar (292,5 mm) ve Cihanbeyli (318,4 mm) ile Konya Ovası civarındaki Karapınar (291,6 mm), Ereğli (307 mm), Çumra (322,2 mm), Konya Havalimanı (325,5 m) ve Karaman (332,6 mm) istasyonlarıdır (Şekil 16.).



Şekil 15. Yıllık toplam yağışın dağılışı

Yağışın mevsimselliğine bakıldığında havza genelinde yağışların %37,4'ü Kış, %31,4'ü İlkbahar, %10,2'si Yaz ve %21'i Sonbahar mevsiminde düşer. Kış mevsiminde havza genelinde ortalama toplam yağış miktarı 141 mm'dir. Kış yağışları havzanın güney ve güneybatısında bulunan Seydişehir (381,7 mm), Beyşehir (204 mm), Karaman (123,9 mm), Çumra (111,6 mm) ve Konya Havalimanı (110,4 mm) istasyonlarında ön plana çıkar (Şekil 17 a). Seydişehir'de yağışların %50'si ve Beyşehir'de %41,3'ü kış mevsiminde düşer. Aynı zamanda bu istasyonlarda en yağışlı ay Seydişehir'de 155,4 mm ve Beyşehir'de 78,3 mm ile Şubat ayıdır. Akdeniz yağış rejimi Beyşehir alt havzasında net bir şekilde belirgindir. Havzada ortalama olarak en yağışlı ay 55,4 mm ile Şubat ve 47,6 mm ile Ocak aylarıdır. Fakat Seydişehir ve Beyşehir'in kış mevsimindeki yağış miktarları göz ardı edilirse Şubat ayı yağış miktarı 44,2 mm olur. Aynı zamanda ilkbahar yağış oranı %34,02 kış yağış oranı %33,9 olarak değişir. Bu da Beyşehir alt havzasının yağış rejimi bakımından Konya Kapalı Havzası'nın diğer alt havzalarından farklı olduğunu göstergesidir. Havzanın kuzey ve doğu kesimleri yıllık toplam yağışın büyük bir kısmını konveksiyonel yağış şeklinde ilkbahar

mevsiminde alır (Aksaray ve Niğde 126 mm, Ereğli 111,5 mm, Cihanbeyli 107,9 mm ve Karapınar 100,7 mm) (Şekil 17 b). Bu dönemde düşen ortalama toplam yağış miktarı 118,5 mm'dir. Yaz mevsimi en kurak dönemdir. Yazın düşen ortalama toplam yağış miktarı 38,4 mm'dir. En kurak ay 5,6 mm ortalama ile Ağustos ayıdır. Bu dönemde havzanın kuzeyindeki Kulu (51,2 mm) ile Cihanbeyli (43,8 mm) ve batısındaki Seydişehir (46 mm) ile Beyşehir (43,2 mm) istasyonunda yağış miktarı nispeten daha fazladır (Şekil 17 c). Sonbahar mevsiminde yağış miktarı artarak 73 mm'ye yükselir ve alansal dağılışı bakımından kış mevsimine benzerlik gösterir (Şekil 17 d).



Şekil 16. Toplam yağış miktarının kış (a), ilkbahar (b), yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimlerinde dağılımı

3.5.1. Akarsular

Konya Kapalı Havzası'nda akarsuların çoğu kaynağını dağlardan alır. Sentripetal görünüm oluşturacak şekilde çevreden merkeze doğru akış özelliği gösterir. Yüksek bölgelerden kaynaklanan akarsular Beyşehir Gölü, Konya Ovası ve Tuz Gölü çevresindeki alçak arazilere dökülerek göl, ova ve bataklık gibi alanlarda son bulur. Akarsuların boyları kısa olup 60-80 km'yi pek fazla geçmez. Özellikle güneyde bulunan akarsuların boyları uzun, yatak eğimi fazla ve enine profilleri dardır. Akarsuları karakterize edecek en önemli özellik yağış azlığından ötürü debilerinin az olması ve çoğunun mevsimlik akarsu niteliğinde olmasıdır. Yağış miktarının fazla olduğu Torosların yüksek kesimlerinden kaynaklanan akarsuların debisi görece fazladır ve yıl boyunca sürekli akış gösterir. Daha alçak arazilerden kaynağını alan akarsuların debisi azdır ve sadece yağışlı mevsimde akışa geçer. Akarsuların bazıları ise insan müdahalesi ile periyodik akışlı hale getirilmiştir. Ovalarda son bulan akarsuların birçoğu ağız kısmında derivasyon kanallarına alınıp tarımsal sulamada kullanılmak üzere yapay drenaja bağlanmıştır. Birçok akarsu üzerinde, sularından istifade edebilmek için barajlar kurulmuştur.

Konya Kapalı Havzası'nda akarsu ağının en yoğun olduğu kesim Beyşehir alt havzasıdır. Alt havzanın başlıca akarsuları Çarşamba Çayı, Sarıöz Deresi, Beyşehir Çayı ve Çiftlik Deresidir. Akarsuların yoğun olduğu diğer alt havza ise Karaman-Ayrancı alt havzasıdır. Buradaki başlıca akarsular ise Ağıloğuz Deresi, İbrala, Deli ve Ayrancı Çaylarıdır. Konya-Çumra alt havzasında Meram Deresi ile Çarşamba Çayının mansap kesimi yer alır. Ereğli-Bor alt havzasında ön plana çıkan akarsu İvriz Çayı'dır. Havzanın geri kalanı akarsu yoğunluğu bakımından az olup Aksaray-Karapınar alt havzasında Melendiz Çayı, Şereflikoçhisar alt havzasından Peçeneközü Deresi önemli hidrografik unsurlardır. Niğde-Misli, Cihanbeyli-Kulu ve Altınekin alt havzalarında yıl boyunca akış özelliği gösteren akarsu yoktur. Aşağıda bazı önemli akarsular ele alınmıştır.

Konya Kapalı Havzası'nın en yüksek debili akarsuyu olan Çarşamba Çayı, Beyşehir alt havzasında, Suğla Gölü'nün güneydoğusunda yer alan Haydar Dağı'nın kuzey eteklerindeki muhtelif pınarlardan kaynaklanır. Kuzeye doğru yaklaşık 12 km aktıktan sonra Konya'nın Bozkır ilçesine bağlı Çağlayan Köyü civarında daha batıdaki Gölcük, Dikilitaş ve Yarpuz Yaylaları civarından doğan derelerle birleşir. Ardından kuzeydoğu istikametinde

akan ay, Bozkır ile merkezinden geçer ve Pınarcık Kyu yakınlarında Beyşehir Kanalıyla birleşir. Buradan itibaren Mezozoik kalkerlerini dik bir şekilde yaran akarsu, Mavi Boğaz mevkiinde Konya-Çumra alt havzasına geçer. Ardından yaklaşık 20 km mesafe kat ettikten sonra Apa Barajı depolamasına girer. Apa Barajı'ndan çıktıktan sonra Konya Ovasına dökülür ve burada bulunan tarımsal sulama amaçlı inşaa edilen kanallarla yapay drenaja bağlanır.

Beyşehir ayı'nın esas kaynağı Beyşehir Gölü'dr. Beyşehir Gölü, su seviyesi 1123 m'ye ulaştığında su fazlasını 30 m'lik seviye farkını menderesler çizerek akan Beyşehir ayı ile Suğla Gölü'ne boşaltır. Suğla Gölünün seviyesi yeterince yükseldiğı takdirde fazla sularını gideğeniyle drene eder. Suğla'dan çıkan ayak Saray Kyu civarında arşamba ayı Boğazına girer ve Suatı mevkiinde arşamba ayına karışıp Apa Barajı'nda son bulur. Beyşehir ayı, yeterli beslenim sağıladığı zamanlarda Suğla Gölü'nün sularının yükselmesine sebep olur. Yağışın çok fazla olduğı yıllarda çay taşıp Beyşehir, Seydişehir, Bozkır ve umra ilçelerinin bazı yerleşim yerlerini, tarlaları ve mera alanlarını işgal etmiş bu da bölgede açlık, yoksulluk, sosyo-ekonomik sorunlar ve hatta çeşitli hastalıkların yayılmasına sebep olmuştur. Özellikle 1911-1912 yıllarındaki taşkınlar bu konuda dikkat çekicidir. Bu yüzden çayın suları Beyşehir Kanalı ile kontrol altına alınmıştır. Sel ve taşkınları kontrol altına almak adına 1908 yılında Konya Ovası Sulama Projesi'nin ilk uygulaması olan Beyşehir Kanalı Projesi başlatılmış ve uzunluğı 120 km olan kanalın inşası 1918 yılında tamamlanmıştır. Ayrıca Beyşehir Gölü'nden çıkan ayak regülatör vasıtası ile denetim altına alınmıştır (Şekil 19). Böylece Beyşehir Gölü'nün fazla suları Suğla Gölü'ne girmeden kanal vasıtasıyla Konya Ovasına aktarılmıştır. (Muşmal, 2008: 235-236; Muşmal, 2015: 361-367).



Şekil 18. Beyşehir regülatörü ve kanalı (Haziran, 2021)

Beyşehir alt havzasında bulunan Sarıöz Deresi, Erenkilit Dağının 2000 m yüksekliğinde yer alan Yatağan Köyü civarındaki kaynaklardan doğar. Yaklaşık 1100 km²'lik alanın sularını toplayan dere, ilk doğduğu yerde Büyük Çay ismini alır ve batı yönünde akar. Karabayat civarında güneye yönelen akarsuya Üçpınar mevkiinde kuzeyden gelen Köy Çayı dahil olur. Buradan itibaren Gavur Çayı olarak isimlendirilen dere, bünyesine doğu batı uzantılı pek çok kol alarak güney yönünde akmaya devam eder. Göçü Köyü civarında akarsuyun batısından dahil olan Höyük Çayı ve doğusundan gelen Ilgın Deresini alarak Sarıöz Deresi adıyla Beyşehir Gölü'ne dökülür. Sarıöz Deresinin diğer önemli kolları Saracık, Kapaklı ve Kuruçay dereleridir.

Beyşehir Gölü'nün güneyindeki Kocadağ'ın yaklaşık 1700 m yükseltisinden doğan Çiftlik Deresi doğduğu mevkide Özdere ismini alır. Kuzeybatı yönünde 11 km aktıktan sonra Akçabelen yakınlarında Gembos Polyesi'nin sularını getiren Gembos Derivasyonu ve Adaköy civarında batıdan gelen kolla birleşir ve buradan itibaren Çiftlik Deresi olarak isimlendirilir. Dere'nin suları Beyşehir Gölü'ne dökülür.

Karaman-Ayrancı alt havzasında bulunan onlarca dereден bir tanesi olan Deli Çay, Karaman Platosu'nun 1650 m yüksekliğindeki tepelerinden doğar. Kaynak bölgesinde Değirmen Deresi olarak anılan çaya 10 km sonra batıdan Çeltik Deresi dahil olur. Ardından doğudan gelen Dadaloğlu Deresini de alarak Deli Çay Barajına girer. Barajdan çıktıktan sonra Karaman şehir merkezinin batısında Konya Ovasına dökülür. Kaynaktan ağıza kara 32 km uzunluğuna sahip olan Deli Çay havzası yaklaşık 150 km² kadardır.

Deli Çayın doğusunda bulunan Ağıloğuz Deresi kuzeybatı istikamette akar. Akarsuyun iki ana kolu bulunur. Bunlardan birincisi esas kolu oluşturur ve Karaman Platosundan kaynaklandığı alır. Bu kol memba kısmında Yazıovası, Kuru ve Elmalı derelerinin birleşerek Gödet Deresi'ni oluşturur. Gülkaya Köyü civarında Karagöz ve Karpuz dereleri Gödet Deresi'ne karışır ve buradan itibaren Kocadere adını alır. Birkaç küçük akarsuyu daha toplayan Kocadere, Gödet Barajı'na dökülür. Diğer kol ise aynı plato üzerinden kaynaklanan Suluklu, İncesu, Karakoyak ve Demirler derelerinin Avşar Deresi adı altında birleşip Gödet Barajı'na boşaldığı koldur. Yaklaşık 800 km² alanın sularını toplayan dere barajdan tek kol halinde çıkar ve Karaman il merkezinden çıktıktan sonra son bulur.

Karaman Platosu'nun 2000 m yüksekliğinden kaynaklanan ve Tersiyer kireç taşlarını yer yer derince yaran İbrala Deresi kuzeybatı istikametinde akar. Göztaşı Tepesi civarında doğan İbrala deresinin iki farklı kolu vardır. Bunlar Aksuvat ve Kaynak Dereleri'dir. Bu dereler kısa mesafe aktıktan sonra Ergicin Deresi adı altında birleşir. Buradan itibaren çoğu mevsimlik akarsu olan birçok yan kolu bünyesine katarak ilerler. Kanlı, Karıcınkol ve Kızılkuyu Dereleri bunlardan başlıcalarıdır.

Bolkar Dağları'nın yüksek doruklarından kaynağını alan Ayrancı Deresi 1500 km²'lik kapladığı akaçlama alanı ile Karaman-Ayrancı alt havzasının en büyük havzası olan akarsuyudur. Kaynağından ağızına kadar 78 km uzunluğa sahip olan dere, Bolkar Dağının 2900 metrelik zirvelerinden doğar. Doğduğu yerde birçoğu mevsimsel yağışlarla akışa geçen derelerden oluşan Ayrancık Deresi'nin bünyesine onlarca küçük çay katılır. Bunlardan en önemlileri Kurudelik, Karamanlı, Masa, Geleli, Çevik ve Buğdaylı derelerdir. Ayrancı'nın güneyinde kendi adını taşıyan baraja giren dere, barajdan çıktıktan sonra sulama kanalına alınır ve Konya Ovası'nda son bulur.

Konya-Çumra alt havzasının en önemli akarsuyu Meram Çayı'dır. Konya şehir merkezinin 40 km kuzeybatısında bulunan Taşmakıran Tepesi'nin 1900 m yüksekliğindeki zirvelerinden doğan Meram Çayı, güneydoğu istikametinde 34 km yol aldıktan sonra Değirmen Köyü civarında Altınapa baraj gölüne girer. Altınapa barajına girmeden önce doğu ve batıdan birçok dere çaya bağlanır. Doğanyuvası, Üçınar, Soykun ve Taşboğaz

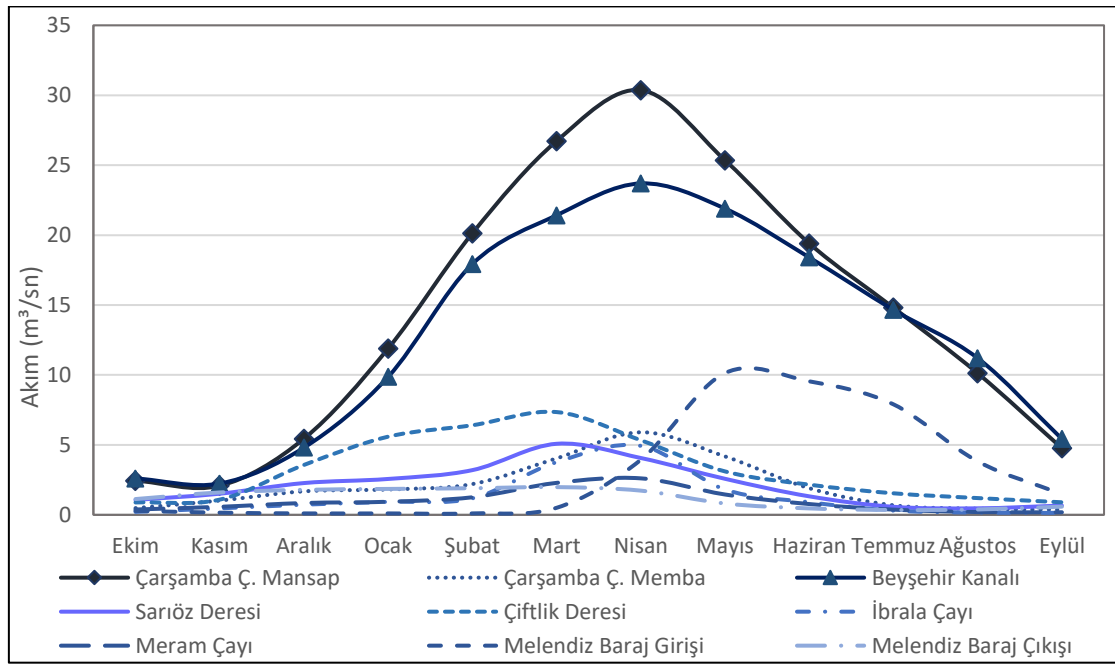
dereleri bunlardan bazılarıdır. Barajdan çıktıktan sonra doğuya yönelen dere yaklaşık 30 km mesafe kat ettikten sonra Konya Ovası'nda son bulur. Akaçlama alanı yaklaşık 650 km²'dir.

Ereğli-Bor alt havzasında Bolkar Dağı'nın 3100 m'ye varan zirvelerinden kaynaklanan İvriz Çayı'nın su toplama alanı 400 km²'dir. Akarsu, dağlardan eriyen kar suları ve kaynak sularıyla beslenir. İvriz Çayı; Tel, Körpe, Gümüşoluk ve İstavul derelerinin birleşmesiyle meydana gelir. Kuzeybatı istikametinde akarken özellikle güneydeki tepelerden doğan ve başlıcaları Aktaş, Ucbucak ve Kireçocağı olan mevsimlik derelerin sularını toplar. Yaklaşık 22 km aktıktan sonra İvriz Barajı'na giren çay barajdan çıktıktan sonra Ereğli'nin doğusunda ovada son bulur.

İsmi Melendiz Dağı'ndan alan Melendiz Çayı bu dağın 2800 m rakımından doğar. Melendiz Dağı'nın tepelerinden doğan Yıldız ve Asmasız dereleri Çardak civarında birleşir ve Çardak Deresini oluşturur. Keçiboyduran Tepesi'nden kaynaklanan Kuyucak ve Güvercinlik dereleri İhlara civarında Çardak Deresiyle karışır. İhlara-Selimiye arasında İhlara Kanyonunu geçen Melendiz Çayı Manasın Barajına dökülür. Melendiz Çayı'nın diğer kolu olan Karasu Çayı daha doğudaki platolardan kaynaklanır ve sularını Manasın baraj gölüne boşaltır. Barajdan çıkan Melendiz Çayı Aksaray şehir merkezinden geçer ve Aksaray Ovası'nda Karasu kanalına girerek Tuz Gölü'nde son bulur. Melendiz Dağı ile Aksaray Ovası arasında yaklaşık 66 km uzunluğa sahip olan akarsuyun havzası 1400 km²'dir.

Şeriflikoçhisar alt havzasının tek büyük akarsuyu olan Peçeneközü Deresi, Ekecek Dağı'nın güney yamacındaki Gökaya Köyü civarından doğar ve Hacıisa Köyüne kadar güneybatı istikametinde akar. Buradan itibaren 90 derece yön değiştiren dere, sularını boşalttığı Tuz Gölü'ne kadar kuzeybatı istikametinde devam eder. Doğu ve batısındaki yamaçlardan pek çok çay alan dereyi asıl besleyen akarsular doğusundaki nispeten yüksek olan tepelerden kaynaklanan kollardır. Bu kollar Tuz Gölü Fayı'nın sebep olduğu yanal atılım nedeniyle sağa doğru kıvrılmış vaziyettedir. Uzunluğu yaklaşık 63 km olan Peçeneközü Deresi; Bağobası ve Yeşilyurt köyleri arasında Peçenek Barajına girer ve barajdan çıktıktan sonra Tuz Gölü'nde son bulur.

Akarsuların rejim özelliğini karasal iklim koşulları belirlemiştir. Akarsular düzensiz rejime sahiptir. Sonbahar yağışlarıyla beraber debi Ekim-Kasım aylarından itibaren yükselmeye başlar. Kışın yağın karların erimesi ve ilkbahar yağışlarıyla beraber debi Mart-Mayıs aylarında en yüksek seviyeye ulaşır. Yaz kuraklığına bağlı olarak yaz başlarından itibaren akım miktarları sürekli azalır ve Eylül, Ekim ve Kasım ayları debinin en az olduğu dönemdir. Akarsularda yağmurlu-karlı karmaşık rejim izlenir (Şekil 20).



Şekil 19. Akarsuların uzun dönem aylık ortalama rejimleri

Konya Kapalı Havzası'nın debisi en yüksek akarsuları Beyşehir alt havzasında bulunur. En yüksek debili akarsu Çarşamba Çayı'dır. Akarsuyun memba kısmında yıllık ortalama debi 2 m³/sn'dir ve debi Nisan ayında 5,9 m³/sn'ye erişir. Mansap kesiminde ise yıllık ortalama akımı 15,5 m³/sn'dir. Burada en yüksek akım Nisan ayında olup debi 30,4 m³/sn'ye kadar yükselir. Akım miktarı bakımından diğer önemli akarsu Beyşehir Çayı (kanalı) olup yıllık ortalama debisi 12,8 m³/sn'dir. En yüksek debiye Nisan ayında (23,7 m³/sn) erişir. Çiftlik Deresi (3,2 m³/sn/yıl) ve Sarıöz Deresi (2,1 m³/sn/yıl) Beyşehir alt havzasının diğer önemli akarsuları olup bu akarsularda en yüksek akım Mart ayında gözlenir (Çiftlik deresi 7,3 m³/sn ve Sarıöz Deresi 5 m³/sn). Melendiz, İbrala ve Meram çaylarında yıllık ortalama akım miktarı çok azdır. Bu akarsular arasında en yüksek debiye sahip istasyon Melendiz Çayı'nın Manasın Barajına giriş yaptığı kısımda bulunur (3,12 m³/sn/yıl).

İbrala Çayı 1,3 m³/sn/yıl, Melendiz baraj çıkışı 1,2 m³/sn/yıl ve Meram Çayı 1 m³/sn/yıl akım özelliği gösterir. İbrala ve Meram Dereleri en yüksek debiye sırasıyla 4,9 m³/sn ve 2,6 m³/sn ile Nisan, Melendiz baraj girişi 10,1 m³/sn ile Mayıs ve Melendiz baraj çıkışı 2 m³/sn ile Mart ayında erişir.

3.5.2. Doğal Göller

Yağış miktarı az olmasına rağmen havzada göl sayısı fazladır. Bu göllerden ikisinin (Tuz gölü ve Beyşehir Gölü) Türkiye'nin en büyük ikinci ve üçüncü gölleri olması dikkat çekicidir. Litolojik yapı, drenaj sistemi, beslenim kaynağı gibi unsurlara bağlı olarak göl suları tatlı, tuzlu ve acı olmak üzere değişiklik gösterir. Ayrıca havzada bulunan göller oluşum özelliği bakımından tektonik, karstik ve volkanik kökenli olmak üzere üçe ayrılır. Göllerin önemli bir kısmını sazlık ve bataklıklar oluşturur. Bataklıklar Plüvyal dönemin bakiyesidir. Yağış miktarının az olduğu mevsimde kurur ve yağışlı mevsimde yeniden su tutar. Bu bataklıkların birçoğu iklim değişikliği ile kurumuş veya insan eliyle kurutulmuş vaziyettedir. Havzadaki diğer önemli göller, taban suyu seviyesinin alçalmasına bağlı olarak zemin göçmesi sonucunda oluşan obrukların içerisinde bulunan obruk gölleridir. Konya Kapalı Havzası'nda göl yoğunluğu Tuz Gölü çevresinde fazladır. Aksaray-Karapınar alt havzasında Tersakan, Meke, Acıgöl, Meyil, Kızören obruk gölleri ve Eşmekaya Sazlığı; Cihanbeyli-Kulu alt havzasında Samsam, Kozanlı ve Kulu (Düden) Gölleri; Altınekin alt havzasında Bolluk Gölü yer alır. Beyşehir alt havzasında Beyşehir ve Suğla Gölleri ile Dipsiz Göl; Konya-Çumra alt havzasında Timraş obruk gölü ve Hotamış Bataklığı; Ereğli-Bor alt havzasında ise Akgöl Sazlığı bulunur.

1920 km² alanı ile Konya Kapalı Havzası'nın en büyük gölü olan Tuz Gölü Türkiye'nin en büyük ikinci gölü ve en büyük tuzlu gölüdür. Havzanın kuzeyinde yer alan göl Aksaray-Karapınar, Cihanbeyli-Kulu ve Şereflikoçhisar alt havzaları arasında yer alır. Güneyden Aksaray Ovası, batıdan Cihanbeyli, kuzeyden Haymana platoları ve doğudan Ekecek dağının uzantılarıyla çevrelenmiş tektonik bir çanak üzerine konumlanan göl, havzadaki en alçak bölümü oluşturur. Göl yüzeyinin denizden yüksekliği 906 m'dir. Kuzey-güney yönünde 82 km, doğu-batı istikametinde 45 km uzanan gölün yüzeyi kuzeyden güneye doğru genişler. Tuz gölünün drenaj alanı 15 bin km²'dir. Beslendiği akarsuların birçoğu yağışlı mevsimde akışa geçip yaz mevsiminde kuruyan mevsimlik akarsu

niteliğindedir. Başlıca beslenme kaynakları doğuda Peçeneközü Deresi, güneyde Bağlıca ve Kırkderek dereleri ile Eşmekaya kaynakları ve batıda İnsuyu Çayı'dır. Aynı zamanda DSİ tarafından yapılan Konya ana tahliye kanalı Tuz gölüne karışan diğer su kaynağıdır. Göl sularının tuzlu olmasına sebep olan şey Oligosen yaşlı jips ve tuz tabakalarıdır. Bu tabakalar daha ziyade gölün doğusunda yer alır ve bu kısımdan göle karışan akarsular tuzu eriterek sudaki tuz konsantrasyonunu artırır. Ayrıca göl tabanından kaynaklanan tuzlu sular da tuz oranının arttıran diğer unsurdur. Gölün derinliği çok az olup ortalama 40-50 cm derinliğe sahiptir. En derin yeri ise yaklaşık 2 m kadardır. Göl çok sığ olduğu için yaz mevsimindeki buharlaşmadan çok fazla etkilenir. Suların buharlaşması ile birlikte gölün yüzeyi daralır ve kurak mevsimde yüzölçümü yaklaşık 950-1000 km² kadar düşüp neredeyse yarı yarıya küçülür. Suyun buharlaşması ile birlikte su içerisinde eriyik halde bulunan tuz mineralleri evaporit çökeller şeklinde araziye yayılır. Lut Gölü'nden sonra dünyanın en tuzlu ikinci gölü olan Tuz Gölü'nün tuzluluk oranı yaz mevsiminde %33'e kadar yükselir. Bu mevsimde göl yüzeyinde 5-10 cm'den birkaç metreye kadar tuz tabakası meydana gelir. Türkiye'nin tuz üretiminin %65-70'lik kısmının karşılandığı gölden yılda yaklaşık 120-150 ton tuz üretilir. Sudaki tuz oranı çok fazla olduğu için gölde canlı yaşamı yoktur. Göl etrafında bazı halofit bitki topluluklarına rastlanır. Tuz gölü ve çevresi kuş varlığı bakımından önemlidir. Flamingo, Suna, Angut, Çarmuçun, Karagöz, Kılıçgaga, Gümüş Martı gibi kuş türleri burayı kışlak alan olarak kullanır. Küresel iklim değişikliği ve antropojenik kirleticilerden ötürü yüzey alanı küçülen ve suları kirlenen Tuz Gölü, 1994 yılında Ramsar Sözleşmesi ile koruma altına alınmış ve 2000 yılında Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir (TÜBİTAK MAM, 2010: 126-127; Ökten, 2012: 74-75).

Tuz Gölü'nün yaklaşık 15 km güneybatısında konumlanan Tersakan Gölü tektonik bir çukurlukta bulunur. Yüzey alanı 52 km²'dir ve deniz seviyesinden yaklaşık 923 m yüksekliktedir. Çevresindeki kaynak ve yüzey suları ile beslenen göl, yağışlı dönemdeki fazla sularını Tuz Gölü'ne boşaltır. Ortalama derinliği az olup kurak mevsimde tamamen kurur. Gölün suları sodyum-sülfat mineralleri bakımından zengindir. Sodyum-sülfatın kaynağı volkanizmaya bağlı olarak bünyesinde sülfat ihtiva eden ve doğu kıyısından gölü besleyen pınarlardır. Suyun pH değeri 8,2'dir. 630 bin ton sodyum-sülfat rezervi vardır ve yılda ortalama 35 bin ton üretim yapılır. Kılıçgaga, Sakarca gibi birçok kuş türüne ev sahipliği yapan göl 1992 yılında 1. Dereceden Doğal Sit alanı ilan edilmiştir. Tersakan gölü

son yıllarda neredeyse tamamen kurumuş vaziyettedir (Ertuğrul, 2015: 14-15; Gündoğan vd., 1995: 258-259).

Karacadağ'ın güneybatı eteğinde, bazaltik boyunlar ve domların bulunduğu platoda bulunan Meke Gölü (Şekil 21), volkanik gaz patlamasıyla oluşan maar gölüdür. Hemen hemen dairevi bir görünüm ile 3 km² yüzölçüme sahip olup suları tuzludur. Bu tuz konsantrasyonunun sebebi gölün tabanından gelen kaynakların tuz minerali bakımından zengin olmasıdır. Ayrıca göl suları potasyum, magnezyum, sodyum, kalsiyum sülfat ve klorürleri bakımından zengindir. Tavan ile taban arasında 25-30 m derinliğe sahip olan göl çok sığdır. Gölün ortasında 80 m yüksekliğinde bir dom yükselir. Gölde mikrobiyolojik aktivite hariç hiçbir canlı yaşamı yoktur. Yaz aylarında kuruyarak ortadan kalkan göl tamamen kuruma noktasına gelmiştir. Kuraklık ve yeraltı sularının bilinçsizce kullanılması sonucunda su seviyesi bir hayli azalmıştır. Nitekim bir zamanlar 12 metre derinliğe ulaşan gölün suları neredeyse tamamen yok olmuştur. Günümüzde kış aylarında da büyük miktarda su çekilmesi gözlenir. 2005 yılında Ramsar Sözleşmesi ile konuma altına alınmıştır. Endemik ve nadir görülen bitki türleri ve kuş popülasyonu için önem taşır. Geven türleri göl çevresinde geniş alana yayılmıştır. Büyük Cılıbıt, Çorak Toygarı gibi kuşların beslenme alanıdır (TÜBİTAK MAM, 2010: 370; T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, 2014:108).



Şekil 20. Son yıllarda yalnızca kuzey ve doğu kesiminde su birikintisi kalan Meke Maarı'nın kuzeyden görünümü (Haziran, 2021)

Acıgöl (Şekil 22), Meke Gölü'nün 2,5 km kuzeydoğusunda bulunur. Maar gölüdür. Elips şeklinde, yüzölçümü 1,2 km² olan gölün suları tuzludur. Sudaki tuz oranı %5 kadardır. 1000 m uzunluğa sahip oval şekilli gölün yüzeyi, plato sathından 40-80 m aşağıdadır. Göl kenarında travertenler yer alır. Özellikle gölün güney sahilinde yüksekliği 5-8 m civarında olan falezler bulunur. Ayrıca maarın kuzey tavanından kopup yamaç boyunca maar tabanına kadar sürüklenen iri volkanik kütleler yer alır (Şekil 23). Derinliği hakkında yeterli bilgi olmamakla beraber 300 m'yi geçtiği tahmin edilmektedir. Suyu sülfat tuzu bakımından zengindir (Ertuğrul, 2018: 15; T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, 2014: 113).



Şekil 21. Otoyoldan maar tabanına inen patikadan Acıgöl (Haziran, 2021)



Şekil 22. Gölün güneybatısında bulunan falez (sol foto) maarın kuzey yamacındaki blok yığınları (sağ foto) (Haziran, 2021)

Meyil Obruk Gölü, Obruk Platosunda KB-GD doğrultusunda uzanış gösteren obruk silsilesinin en kuzeybatı ucundadır. Neojen'e ait kalker, marn, kumlu kil tabakaları arasında gelişim gösterir. Obruk yamacının KD-GB doğrultusunda disimetrik özellik göstermesi ve doğu, batı ve kuzey yamaçlarının, güney ve güneybatı yamaçlarına göre daha dik olması tabakaların eğimli olduğunu gösterir. Çapı yaklaşık 600 m'dir. Meyil Obruğunun tabanında bir de göl bulunur. Gölün çapı 435 m, yüzey alanı ise 37 bin m²'dir. Maksimum derinliği 40 m olan gölün yüzeyi ile obruk tavanı arasındaki yükselti farkı yaklaşık 60 m'dir. Obruğun toplam derinliği yaklaşık 110 m'dir (Biricik, 1992b: 83-84).

Obruk Platosu üzerinde, Kızören'in 4 km kuzeydoğusunda Kızören Obruk Gölü yer alır (Şekil 24). Paleozoik kristalen kalkerleri ve Neojen limnik çökelleri üzerinde oluşan obruk Plato'daki en derin obruktur. Yüzeyden itibaren 100 m derine kadar Neojen çökelleri, 100-171 m arasında ise Paleozoik kalkerleri içerisinde açılmıştır. Bu formasyonlar tektonik hareketlere bağlı olarak faylanmışır. Buna bağlı olarak yeraltı suları kanalize olmuş ve suyun kimyasal aşındırması gerçekleşmiştir. Faylanma obruğun morfometrisini de belirlemiştir. Kuzeydoğu yamacı dik profil arz eder. Tabanda bulunan dirençleri farklı tabakalar farklı şiddette aşınımına sebep vermiştir. Yumuşak tabakalar hafif eğimli yamaçları, sert tabakalar ise korniş biçiminde diklikleri oluşturmuştur (Şekil 25). Bu yumuşak tabakalar girintiler şeklinde belirmiş ve alt kesiminden desteksiz kalması sebebiyle kaya göçmeleri meydana gelmiştir. Obruğun güneybatı tabanında köşeli blokların varlığı bundandır. Obrukta göl seviyesinin en düşük olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak ayları en yüksek olduğu aylar ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Tavan çapı 300 m, göl çapı 200 m'dir. Gölün yüzey alanı 25 bin 500 m²'dir. Gölün maksimum derinliği 145 m olup Obruğun toplam derinliği 171 m'dir (Biricik, 1992: 99-103). Obruk gölünden tarımsal sulama amaçlı borular vasıtasıyla su çekimi yapılmaktadır (Şekil 26).



Şekil 23. Havzadaki en büyük obruk olarak bilinen Kızören Obruğu (Haziran, 2021)



Şekil 24. Kızören obruğunun güney yamacında dirençli (dik) ve dirençsiz (yatay) kalker tabakaları ve blok düşmeleri (Haziran, 2021)



Şekil 25. Obruk çevresindeki tarlalarda sulama yapmak için gölden çekilen suların tarlalara taşındığı borular (Haziran 2021)

Tuz gölünün 17 km güneyinde Eşmekaya Sazlığı bulunur. Eşmekaya Gölü, Sülüklü Göl, Turna Gölü, Akgöl ve Bezirci Gölü çevresindeki arazi Eşmekaya Sazlığı olarak adlandırılır. Bu sulak alanlar plüvyal devrede tesir eden vadi tabanlarının daha sonradan ortadan kalkmasıyla oluşan bozulmuş drenaj şebekesinin altında meydana gelmiştir. Bataklık sahası Eşmekaya kasabası'nın doğusunda, GD-KB yönünde 20 km uzunluğunda, doğu-batı yönde 4,5-5 km genişliğindedir. Derinliği en fazla 50 cm'dir. Kuzeyde dar bir boğazla Tuz Gölü'ne bağlanır ve kaynak suları ile beslenir. Bu kaynaklar Obruk Platosundaki obrukları oluşturan ve kuzeybatı istikametinde hidrolik akımla buraya taşınan yeraltı sularının sazlığın batısında yeryüzüne çıktığı kaynaklardır. Çevredeki tarım arazilerinde sulamalı tarım uygulaması sonucunda aşırı miktarda yeraltı suyu kullanılmış ve göl kurumuştur. Su kaynaklarını yitirmeden önce su kalitesi yüksek bir tatlı su gölü olan Eşmekaya Sazlığı yaklaşık 30 yıl önce 40 km²'lik alana yayılırken günümüzde tamamen kurumuş vaziyettedir. Bir zamanlar Dikkuyruk, Küçük Kerkenez, Bozkır Delicesi gibi kuşlara ev sahipliği yapan göl çevresinde şu an balık ve kuş popülasyonu ortadan kalkmıştır. Bölgedeki nesli tükenmekte olan endemik tuzcul glayöl bitkisi de tehdit altındadır. DSİ 1995

yılında sazlığı baraja çevirmeye çalışmış ancak su kaynaklarının az olmasından ötürü başarısız olmuştur. Elma bahçeleriyle tanınan Eşmekaya’da tarım, sazlığın kurumasıyla büyük oranda zarar görmüştür. Arazi günümüzde tarım ve hayvancılık amaçlı kullanılır (Gülsaçan, 2007a: 82).

Tuz Gölü’nün 46 km kuzeybatısında bulunan Samsam Gölü birkaç dere, yeraltı suyu ve yağışlarla beslenir. Sığ bir tatlı su gölü olan Samsam Gölü’nün fazla suları güneydeki bir kanalla Kozanlı Gölüne (Gökgöl) boşalır ve oradan Tuz Gölü’ne dökülür. Yaz mevsiminde sular çekilince göl tabanı geçici bitki örtüsüyle kaplanır. DSİ 1971 yılında gölü kurutmak amacıyla gölü ortadan ikiye bölen su kanalı inşa etmiş ve gölün alanı 4 km²’ye düşmüştür. Gölün kuruyan bölgelerinde tarım yapılır. 1992 yılında Doğal Sit Alanı ilan edilmiştir (TÜBİTAK MAM, 2010: 370-371).

Kozanlı Gölü (Gökgöl), Samsam Gölü’nün 6 km güneydoğusunda yer alır. Yüzölçümü 7 km² olup yükseltisi 984 metredir ve biraz daha yüksekte yer alan Samsam gölünün sularıyla beslenir. Diğer önemli kaynakları yağışlar, dereler ve yeraltı sularıdır. Fazla sularını güneydoğudan Tuz Gölü’ne boşaltır. Gölün suları sulama suyu amaçlı kullanılır. Ayrıca balıkçılık, sazcılık, avcılık ve kuş gözlemciliği de yapılır. Göl yüzeyi ve etrafı çayırılar ve bataklıklarla kaplıdır. Göl ile Kozanlı Köyü arasındaki arazilerde büyükbaş hayvanlar otlatılır. Otlakların ardında ise tarım arazileri yer alır. Göl ve çevresi canlı yaşamı için önemlidir. Dik Kuyruk, Küçük Kerkenez, Gülen Sumru, Kara Boyunlu Batağan, Flamingo gibi kuş türlerine ev sahipliği yapar. Gölde yaşayan Yağ Balığı ve endemik tür olan Cobitis tehlike altındadır (Gülsaçan, 2007b: 68; TÜBİTAK MAM, 2010: 167).

Tuz Gölü’nün 15 km kuzeybatısında, Kulu’nun hemen doğusunda bulunan Kulu (Düden) Gölü, 8 km² yüzölçümüne sahiptir. Göle su girişi batıdaki Değirmenözü Deresi ile olur, su çıkışı yoktur. Bu yüzden suları hafif tuzludur. Gölde dokuz tane ada vardır ve bunların üzeri otlarla kaplıdır. Kışın yüzeyi donan gölde Yaz Ördeği, Pasbaş Patka, Dikkuyruk, Kılıçgaga, Büyük Cılıbt, Akdeniz Martısı, Gülen Sumru gibi kuş türleri barınır. Kuş gözlem alanıdır. 1992 yılında Doğal Sit Alanı ilan edilen Kulu Gölü, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Son yıllarda kuruma tehlikesiyle karşı karşıyadır (TÜBİTAK MAM, 2010: 371).

Bolluk Gölü, Tersakan gölünün 11 km güneybatısında ve hemen hemen aynı rakımda yer alır. Adı geçen gölle ufak bir eşikle ayrılır. Yüzey alanı yaklaşık 23 km² olan göl oluşum itibari ile tektonik kökenlidir. Havzadaki diğer ufak göller gibi yağışlı dönemde varlığını sürdürürken kurak mevsimde kuruyarak ortadan kalkar. Gölün beslenim kaynakları su kanallarından salınan sular, yüzey suları ve kuzeyindeki kükürtlü kaynaklardır. Suyu sodyum-sülfat, magnezyum ve potasyum minerallerince zengindir. 160 bin ton sodyum sülfat rezervi bulunan gölde 1963 yılından beri sodyum sülfat ve sodyum klorür üretimi yapılır. Kaşıkçı, Kılıçgaga, Akdeniz Martısı ve Gülen Sumru gibi kuş varlıklarıyla önemli sulak alandır. 1992 yılında 1. Dereceden Doğal Sit alanı ilan edilmiştir. Yüzey alanı iyice daralan göl son yıllarda yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Gündoğan, 1995: 258; Ertuğrul, 2018: 13-14).

Beyşehir alt havzasında, güney ve batıdan Dedegöl ve Anamas Dağları, kuzeyden Sultan Dağlarının güney etekleri ve doğudan Aladağlarla çevrili olan Beyşehir Gölü (Şekil 27), tektonik oluşum kökenlidir. KB-GD uzanımlı gölün uzunluğu 45 km, genişliği 10-23 km arasında değişir. Yüzeyi denizden 1123 m yüksekte olan gölün yüzey alanı 680 km²'dir. Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü Konya Kapalı Havzası'nın en önemli rezervuar alanıdır. En derin yeri 11 m'yi bulmakla birlikte ortalama derinliği 5-6 m seviyesindedir. Batı ve güney kısımlarında derinlik fazla iken kuzey ve doğu kıyıları sıgırdır. Bunun sebebi özellikle kuzey ve doğu kıyılardan göle fazla miktarda akarsu karışması ve akarsuların sedimanlarını bu kesimde biriktirmesidir. Nitekim gölün batimetri haritasında (Biricik, 1982: 120-121) bu kısımdaki hipsografik eğrilerin çoğunlukla dışbükey olması bunu kanıtlar niteliktedir. Yarı nemli iklim koşullarından ötürü gölü birçok dere ve çay besler. Akaçlama alanı yaklaşık 4500 km² olan gölün beslenim kaynakları etrafındaki dağlardan kaynaklanan Hiraz, Büyükçay, Soğuksu, Sarıöz, Çavuşköy gibi dereler ve batı kıyısındaki Mezozoik kalker tabakalarından yeryüzüne çıkan kaynak sularıdır. Gölün kot yüksekliği 1120 ile 1225 metre arasında değişiklik gösterir. Ayağından gerçekleşen boşaltım sistemi 1908-1918 yılları arasında inşa edilen, saniyede 30 m³ su tahliye kapasitesine sahip, 42 m uzunluğunda ve 6,35 m genişliğindeki regülatörle kontrol edilir. Su seviyesinin yükseldiği Aralık-Mayıs döneminde fazla sularını güneydoğudaki ayağı olan Beyşehir Kanalı vasıtasıyla Suğla Polyesi'ne boşaltır. Diğer boşaltım ise göl etrafındaki düdenlerledir. Su seviyesinin 1123 m'ye eriştiği zamanda başlayan kaçaklar özellikle gölün batı sahilinde bulunan düdenler aracılığıyla gerçekleşir. Bu düdenlerden birisi Manavgat Çayı'nı besler.

Gölün doğu ve kuzey kıyıları alçak kıyı özelliğine sahiptir. Bu kesimde birikinti yelpazesi, kıyı oku, lagün, tombolo gibi şekillere rastlanılır (Tolca köyü civarındaki kıyı oku, bu kıyı okunun ucundaki lagün, Karakaya Köyü yakınlarındaki Taşlıca tombolosu). Batı kıyıları ise dikine kıyı profilinin geliştiği yüksek kıyılardır. Anamas dağları eteği boyunca uzanan falezler ve fay diklikleri buna örnektir. Ayrıca bu kesimde Anamas Dağlarının uzantısı olan, irili ufaklı 32 ada bulunur. Bunların bazıları Roma ve Bizans dönemlerinden kalma tarihi kalıntılar barındırır. Suyunun tatlı olması göl içerisinde birçok canlı türünün yaşamasına imkân tanır. Başta Sazan olmak üzere çok miktarda balık türlerinin avlanmasıyla bölge ekonomisine katkıda bulunur. Göl yüzeyinden evsel kullanım ve tarımsal sulama amaçlı su çekimi yapılır. Bu da son zamanlarda göl alanında küçülme ve kirlenmelere neden olmuştur. Önemli kuş beslenme alanı olan Beyşehir Gölü ve çevresi Milli Park Koruma Alanı, İçme ve Kullanma Suyu Rezervi Koruma Alanı, A grubu sulak alan, tarihi ve kültürel SİT alanı olması bakımından önemlidir (Biricik, 1982: 116-121; Mercan, 2006: 56-58; TÜBİTAK MAM, 2010: 128; Soyaslan ve Hepdeniz, 2018: 64).



Şekil 26. Yeşildağ-Kurucaova karayolu üzerinde Beyşehir Gölü ve göl kenarındaki nilüfer ve sazlıklar (Haziran, 2021)

Şarkikaraağaç-Bozkır arasında uzanan tektonik kökenli depresyonun doğusundaki Seydişehir kesiminde, Beyşehir Gölü'nün 40 km güneydoğusunda, Geyik dağları ve

Aladağlar arasında bulunan polyenin el alçak yerinde bulunan Suğla Gölü (Şekil 28) 38 km² yüzölçüme sahiptir. Tektonik çöküntüye yerleşen göl zamanla zemindeki kireçtaşlarını kimyasal yolla çözerek karstik aşınımına imkân vermiştir. Bu özelliğiyle tektono-karstik oluşumlu bir göldür. Denizden yüksekliği 1094 m olan gölün derinliği birkaç metreyi geçmez. Hatta gölün bazı yıllar tamamen kuru olduğu bazı yıllar ise su ile dolu olduğu Biricik'in (Biricik, 1982) yaptığı çalışmada belirtilmiştir. Gölün en önemli beslenme kaynağı Beyşehir Gölü'nün ayağı olan Beyşehir Çayı'dır. Gölden boşalım su çekimi ve güneyde bulunan düdenlerle gerçekleşir. Bu düdenler güneyde bulunan Susuz polyesindeki düdenlerle bir yeraltı mağarasında birleşirler.



Şekil 27. 1550 m rakımlı Çatmakaya Yaylası'ndan Suğla Gölü (Haziran, 2021)

2003 yılında Konya Ovası Projesi kapsamında tarımsal sulama suyu temini için göl etrafına 3,5 m'lik duvar örülerek depolama alanı oluşturulmuştur. Depolama 255 hm³ su hacmiyle tarımsal sulama ihtiyacını karşılar. Gölün yüzeyi, depolama alanı inşa edilmeden önce bazı yıllar 94 km²'ye erişiyordu. 1984 yılından beri göl yüzeyinde meydana gelen değişiklik uydu görüntülerinden de izlenebilir (Şekil 29). Yağışlı dönemde kuruyan ve nemli dönemde su toplayan Suğla Gölü, depolama inşa edildikten sonra mevsimsel etkenlerden ötürü meydana gelen seviye değişikliklerinden arınmıştır. Ayrıca alan kazanılan polye

tabanında tarım yapılır. Göle giriş akımı 150,2 hm³ ve yıllık ortalama çekilen su miktarı 124 hm³'tür (TÜBİTAK MAM, 2010: 371; Biricik, 1982: 126-129).



Şekil 28. Suğla Gölü'nde 1984(a)-2020(b) yılları arasındaki alansal değişim

Dipsiz Göl, Suğla Polyesi'nin 18 km güneyinde, Toroslar üzerinde 1700 m yükseklikte, Sülek Yaylasında yer alır. Faylanmaya bağlı olarak gelişen depresyon tabanında yer alan çökme dolini'nin en alçak kısmında bulunur. Bu doline basamak şeklindeki aşınım yüzeyleriyle inilir. Dolin'in tabanında bulunan dairesel şekilli gölün alanı 15 bin m²'dir. Genişliği 25 m ve uzun çapı 175 m'dir. Drenaj sisteminden 5 m'lik tepeyle ayrılan Dipsiz Göl'ün derinliği bilinmemekle beraber 25 m'den fazla olduğu tahmin edilir. Gölün yüzey beslenim alanı sadece dolin yamacından ibarettir. Esasen yeraltı suları ile beslenir. Göl seviyesi yıl içerisinde 1 m civarında değişir. Gölde Sazan, Yağ Balığı Yaban Ördeği gibi hayvan türleri yaşar. Dipsiz Göl'ün 200 m kuzeybatısında ise 100 m çapında, üzerinde bataklık bitkilerinin yaşadığı Sülüklü Göl yer alır (Doğan, 2003: 12-13).

Timraş Obruk Gölü, Konya Ovasının güneyinde, Çarşamba Çayı'nın ovaya döküldüğü alanın doğusunda, Konya-Karaman karayolu'nun 50. km'sinde, yolun 1 km solunda yer alır. Neojen yaşlı kireçtaşı, marn, kumlu-killi tabakalar üzerinde gelişen elips şeklindeki obruğun tavan yüksekliği 1035 yükseltidedir. Göl yüzeyi ile tavan arasında 10 m yükselti farkı vardır. Güney kısmı daha dik olan obruğun dış çapı 250-300 m, iç çapı 210-160 m'dir (Bozyiğit ve Tapur, 2009: 152).

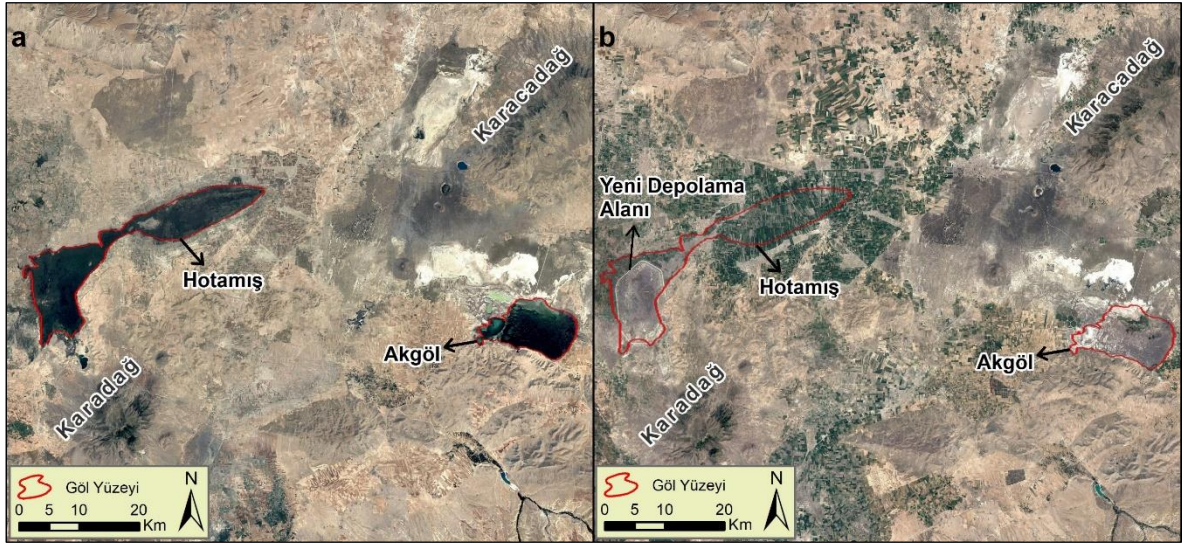
Karapınar'ın 25 km batısında bulunan Hotamış Gölü, Konya-Çumra alt havzasında yer alır. Yaklaşık 160 km² alana sahiptir ve deniz seviyesinden 1000 metre yükseklikte bulunur. En derin yeri 1 m'yi bile geçmeyen Hotamış Gölü eski Büyük Konya Gölü'nün bakiyesidir. Eski göl seviyesini gösteren 1018, 1015, 1014, 1013 1010 ve 1009 m yükseltideki kıyı kordonları bunun kanıtı mahiyetindedir. Göl süreklilik göstermez. Konya Ovası'nın ortasında bulunan göl yağışlı mevsimde geniş alana yayılır kurak mevsimde ise ortadan kalkar. Yüzeyi çok geniş sazlar ve kamışlarla kaplıdır. Gölden ziyade geniş bir bataklık görünümündedir. Beyşehir alt havzasından kaynaklanan Çarşamba Çayı'nın sularıyla beslenir. Diğer beslenim kaynakları kristalize kayaçları kesen fay sathı boyunca yüzeye çıkan yüksek tuzlu ve az sodyumlu su içeren Pınarbaşı kaynakları ve yüzeye yakın yeraltı sularıdır. Gölün suları orta tuzlu ve az sodyumludur (Biricik, 1992a: 46-47). Göl sularının kanallarla Tuz Gölü'ne yönlendirilmesi zaman içerisinde kuruyarak neredeyse ortadan kalkmasına neden olmuştur (Şekil 31). Kuruyan göl tabanı tarıma açılmıştır. Günümüzde sadece kış aylarında Adakale ve Sürgüç köyleri arasındaki 30 km²'lik alan su ile dolar. 2015 yılında çevresi beton bariyerlerle çevrelenmiş ve depolama alanı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Konya Ovası Projesi kapsamında Mavi Tünel'den gelen Göksu Nehri'nin sularını depolayan Hotamış depolama tesisi 580 hm³ su potansiyeli ile 78 km² tarım arazisinin su kaynağını teşkil eder. Fauna yaşamı için önemli bir sulak alan olan Hotamış Gölü Bataklık Kırlangıcı, Büyük Cılıbit, Küçük Karabatak, Alaca Balıkçıl, Çeltikçi, Yaz Ördeği, Dikkuyruk, Küçük Balaban gibi önemli kuş popülasyonu ile kuş beslenme ve üreme alanıdır (TÜBİTAK MAM, 2010: 128; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018: 40).

Ereğli Sazlığı veya diğer adıyla Akgöl Sazlığı, Konya Ovası'nın doğusunda yaklaşık 1000 metre yükseklikte bulunur ve 70 km²'ye yayılmıştır. Tıpkı Hotamış sazlığı gibi kış mevsiminde göl haline gelir yazın ise kuruyup ortadan kalkar. Bu nedenle sazlık, kamışlık ve çamur adacıklarının varlığı ile bataklık görünümündedir. Toroslardan kaynaklanıp Konya Ovasında sonlanan İvriz ve Ayrancı derelerinin döküldüğü yerde bulunur. Gerek bu dereler üzerine baraj yapılması gerekse yağış azalmalarına bağlı olarak gölü besleyen su kaynaklarının azalması sebebiyle son zamanlarda kurumaya yüz tutmuştur (Şekil 30 ve 31). 1950'li yıllardan beri göl yüzeyinde %80'lik bir küçülme meydana gelmiştir (TÜBİTAK MAM, 2010: 167). Sanayi atık suları ile kanalizasyon sularının arıtılmadan göle ulaşması ve

tarımsal alanlardan salınan gübre ve pestisitlerin göl sularını kirletmesi doğal hayatı ve insan sağlığını etkilemektedir.



Şekil 29. Son yıllarda kuraklık etkisiyle tamamen kuruma noktasına gelen Ereğli Sazlığı



Şekil 30. Hotamış ve Akgöl Sazlıklarında 1984(a)-2020(b) yılları arasındaki alansal değişim

3.5.3. Yapay G ller

Havzada'ki yapay g lleri barajlar, göletler ve depolama alanları oluşturur. Sulama, içme ve kullanma suyu olarak inşa edilen yapay g llerin sayısı her geçen yıl artmaktadır. Konya Kapalı Havzası'nda 53 tane baraj, gölet ve depolama alanı bulunur. Bunlardan ikisi üzerinde elektrik üretimi yapılır. Yapay g llerin çoğu akarsu ve vadi ağının sık olduğu Aladağlar ve Bolkar dağları eteklerinde yer alır. Nitekim Konya-Çumra 18, Beyşehir 11, Ereğli-Bor 9, Karaman-Ayrancı 6, Aksaray-Karapınar 4, Niğde-Misli 2, Cihanbeyli-Kulu, Altınekin ve şereflikoçhisar alt havzalarında 1'er adet yapay g l bulunur. Çalışmanın bu kısmında kuraklık analizinde kullanılacak olan akım gözlem istasyonlarının bulunduğu akarsular üzerindeki su yapıları ve seçilen diğer önemli yapay g llere değinilecektir.

Beyşehir alt havzasında, havza'nın en güneyinde, Akdağ'ın 2100 metre y ksekliliğinden kaynağını alan Kocaçay Deresi'nin açtığı yaklaşık 350-400 m derinliğindeki vadide Derebucak Barajı bulunur. Derebucak ilçesinin 5 km güneyinde bulunan barajı besleyen tek akarsu Kocaçay Deresi ve onun küçük yan kollarıdır. 1995 yılında yapımına başlanan baraj 2007 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde tipi kaya dolgu olup yüksekliliği 41 m'dir. Talveg hattı 1262 m y ksekliliktedir. 0,9 km² yüzölçümüyle 11,7 hm³ su tutan baraj 37,5 km² tarım arazisine su temin eder. Barajdan çıkan sular Derebucak ilçesine indikten sonra derivasyon tüneline alınıp Beyşehir Gölüne boşalır.

2014 yılında yapımı tamamlanan ağlayan Göleti, Konya'nın Bozkır ilçesine 9 km uzaklıktadır. Geyik Dağları'nın kuzeyinde 2000 m'den kaynağını alan Yayla Deresi  zerine inşa edilmiştir. Kret kotu 1484 metre olan göletin gövde yüksekliliği 33 m'dir. Ortalama su kotundayken 4,5 hm³ su depolayan gölet 400 bin m² alanıyla, 7,7 km uzunluğunda derivasyon kanalı ve regülatör vasıtasıyla 71 km² tarım arazisine su tahsis eder.

Apa Barajı, arşamba ayı'nın Konya-umra alt havzaya giriş yapıp ovaya döküldüğü kesimde bulunur. Konya'nın umra ilçesinde, Apa ve Apasaraycık köyleri arasında bulunan baraj 1962 yılında inşa edilmiştir. Barajın su kaynağı Beyşehir Kanalı, arşamba ayı ve Göksu Nehri'nin sularını depolayan Bağbaşı Barajının Mavi Tünel ile gelen sularıdır. Barajın giriş akımı yıllık toplam 240 milyon m³'d r. Konya Ovası'nda yer

alan tarım alanlarına su temin etmek için inşa edilmiştir. Kıl çekirdekli zonlu dolgu gövde tipli barajın kret kotu 1060 m ve gövde yüksekliği 30,8 m yüksekliğindedir. Barajın normal su seviyesi 1057 m'dir. Yüzölçümü 15 km² olup depolanan su miktarı 171,6 hm³'tür. 970 km² arazinin sulama ihtiyacını karşılar. Özellikle yaz aylarında baraj seviyesinde meydana gelen azalma plankton türlerinin gelişmesini sağlarken balık varlığını ve suyun koku özelliğini olumsuz etkiler. (Mert vd., 2008: 10).

Konya şehir merkezinin 11 km batısında, Aladağlar volkanik kütesinin kuzeydoğu eteğinde yer alan Altınapa Barajı Meram Çayı üzerine inşa edilmiştir. Sulama, içme ve kullanma suyu temini için inşa edilen baraj Konya kent merkezinin su ihtiyacının önemli bir kısmını karşılar. 1968 yılından işletmeye alınan barajın gövde tipi kaya dolgudur. Kret kotu 1256 m ve gövde yüksekliği 32 m'dir. 3,8 km² yüzölçümüyle 32 hm³ su depolayan barajdan 1,4 km² tarım arazisini sulamak için su çekilir.

1960 yılında işletmeye alınan May Barajı, Aladağların doğusunda, May Deresi'nin Konya Ovasına döküldüğü mevkide bulunur. Sulama ve taşkından korunma amaçlı inşa edilen baraj toprak dolgu gövde tiplidir. Gövde yüksekliği 20 m'dir. Normal su seviyesindeyken 42,7 hm³ su depolayan ve 8,6 km²'lik alana yayılan göl 1,2 km² tarım arazisine su sağlar. May Barajı 1960 yılında işletmeye alındığında su tutmaya başlamış ve su seviyesi 6,7 m'ye yükseldiği zaman baraj tabanında bulunan 33 adet düden vasıtasıyla sularını birdenbire boşaltmıştır. Düdenleri kapatma çalışmaları sonuç vermemiş ve baraj kendi haline bırakılmıştır. Barajda aynı zamanda obruk oluşumu da vuku bulmuştur. 2002 yılı Ağustos ayında 50, 10-15 ve 5 m büyüklüğüne sahip üç adet obruk oluşumu meydana gelmiştir (50 Metrelik Çöküntüler Korkuttu, 2002). May Barajı, baraj yapımında yanlış yer seçiminin en güzel örneklerinden birisidir.

Karaman'ın 6 km güneyinde bulunan Gödet Barajı Toroslardan doğup Konya Ovası'nda son bulan Gödet Çayı üzerindedir. 1988 yılında yapımı tamamlanan baraj'ın kret yüksekliği 1165 m set yüksekliği 93 m'dir. Gövde tipi kaya dolgudur. Yüzey alanı 6,8 km² olan baraj toplamda 158 hm³ su ihtiva eder. 16 km² alanın sulama suyunu karşılar. Baraj çevresi önemli dinlenme ve mesire alanıdır. Ayrıca balık üretmek amaçlı kullanılır.

Kuzeybatı istikametinde akan İbrala Çayı üzerinde yer alan İbrala Barajı 2004 yılında inşa edilmiştir. Kaya dolgu gövde tipli olan barajın kret kotu ile talveg hattı arasında 58 m yükselti farkı vardır. Normal su kotu yüksekliği 1090 m olan barajın yüzey alanı 7,5 km², depolanan su miktarı 134 hm³'tür. Sulama, içme ve kullanma amaçlı inşa edilen baraj 87 km² tarım arazinin su ihtiyacını karşılar.

Bolkar Dağları'ndan kaynaklanan Kocadere, Erikli ve Uludere ırmaklarıyla beslenen Ayrancı Barajı 1962 yılında işletmeye açılmıştır. Karaman'ın Ayrancı ilçesinin 4 km güneyinde bulunan baraj katı dolgu gövde tiplidir. Kret kotu 1196 m ve talveg hattı 1160 m olan barajın gövde yüksekliği 36 m'dir. 1193 m olan normal su seviyesinde 2,5 km² yüzölçüme sahip olan barajın su tutma kapasitesi 31 hm³'tür. Var olan su potansiyeliyle 54 km² araziye sular.

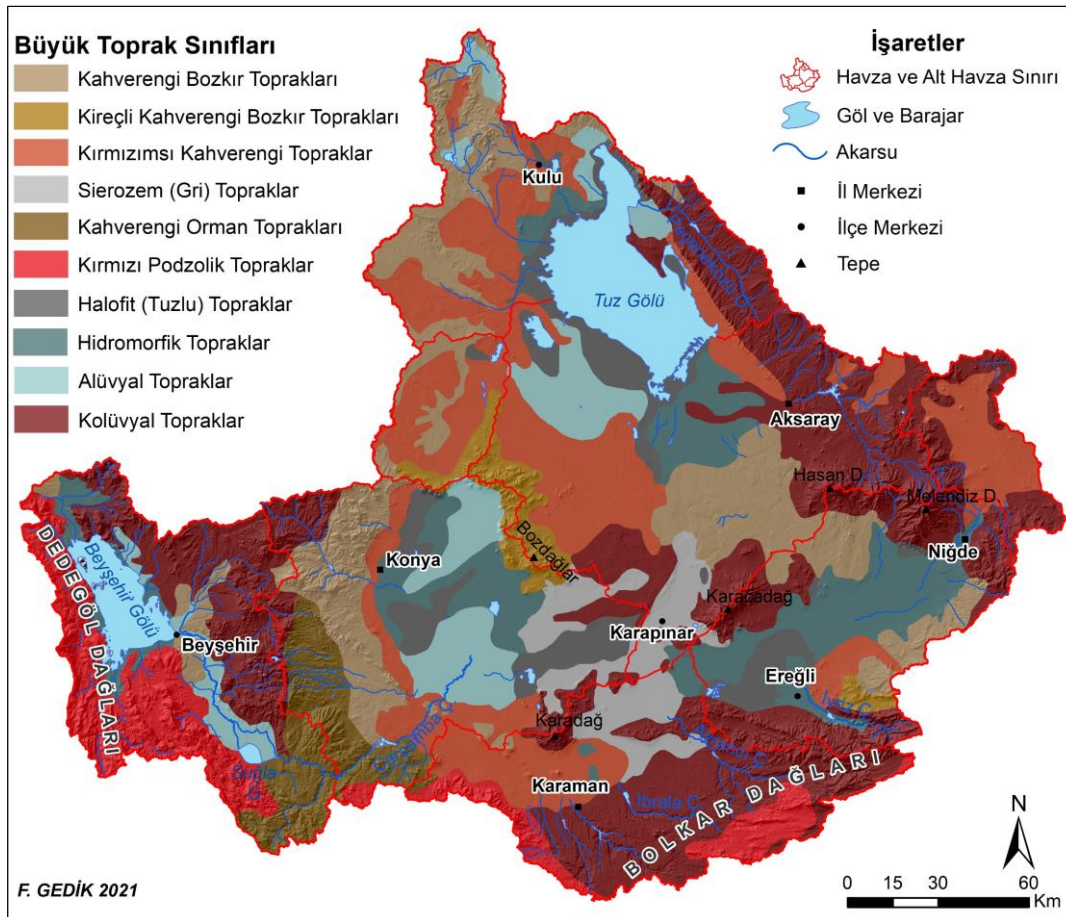
Karaman Platosu'nun 1650 m yüksekliğinden kaynaklanan Kurt Deresi üzerinde kurulan Deliçay barajı 2002 yılında işletmeye açılmıştır. Karaman şehir merkezinin 5 km güneybatısında bulunan baraj toprak gövde dolgu tiplidir. Barajın akarsu yatağından yüksekliği 52 m olup kret kotu 1094 m, talveg hattı ise 1042 m'dir. Normal su seviyesinde 2,5 km² yüzölçüme sahiptir. 25,6 hm³ su potansiyeliyle 37 km²'lik alana sulama hizmeti verir.

İvriz Barajı, Ereğli-Bor alt havzasında İvriz Çayı üzerindedir. Ereğli'nin 10 km güneyinde Halkapınar yakınlarındadır. 1985 yılında inşa edilen barajın taban yüksekliği 1093 m yükseltidedir. Sıkıştırılmış katı doldu gövde tipli olan barajın kret kotu 1158 m ve gövde yüksekliği 65 m'dir. Giriş akımı yılda toplamda 233 m³'tür. Baraj toplamda 83 hm³ su kapasitesine sahip olup 78 km²'lik tarım arazisine su temin eder. Yüzey alanı 4 km²'dir.

Manasın Barajı, Aksaray'ın 9 km doğusunda yer alır. Barajı besleyen önemli akarsular Melendiz ve Karasu çaylarıdır. 1957-1962 yıllarında yapılan barajın gövdesi kaya dolguludur. Gövde yüksekliği 48 m olan barajın kret yüksekliği 1110 m'dir. 166 hm³ su hacmine sahip olan baraj 24 km² tarım arazisine su sağlar. Ayrıca Aksaray'ın içme ve kullanma su kaynağını oluşturur. Konya Kapalı Havzası'nın en büyük barajı olan Manasın Barajı'nın yüzölçümü 25 km²'dir.

3.6. Toprak Özellikleri

Konya Kapalı Havzası’nda 10 çeşit toprak grubu tespit edilmiştir. Bu topraklar zonal, intrazonal ve azonal topraklar halinde incelenecektir. Havzanın toprak oluşumunda iklim, bitki örtüsü, litolojik yapı ve dış kuvvetler etkilidir. Havzada görülen toprak tipleri: Kahverengi bozkır toprakları, kireçli kahverengi bozkır toprakları, kırmızımsı kahverengi topraklar, sierozem (gri) topraklar, kahverengi orman toprakları, kırmızı podzolik topraklar, halofit topraklar, hidromorfik topraklar, alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklardır (Şekil 32).



Şekil 31. Büyük toprak grupları (Oakes ve Arıkök (1954)'den yararlanılarak hazırlanmıştır).

Yağış miktarının az ve bitki örtüsünün cılız olduğu bölgelerde oluşan kahverengi bozkır topraklarında gerek yıkanmanın az olması gerekse yüksek buharlaşma sebebiyle kireç ve tuz birikimi fazladır. Bozkır bitki örtüsü altında gelişen bu toprak grubunda organik madde birikimi pek fazla değildir. Çoğunlukla Tersiyer yaşlı kireçtaşları üzerinde gelişen

kahverengi bozkır toprakları yükseltinin 1500 m'yi geçmediği Aladağların doğu yamaçları üzerinde, Karacadağ ve Hasan Dağı arasında kalan arazilerde, Cihanbeyli Platosu'nun batı ve kuzey kesimlerinde, Ereğli ve Niğde arasında kalan Aladağlar'ın kuzey eteklerindeki platoluk yüzeyde ve Beyşehir Gölü'nün güneydoğusunda yaygındır.

Bünyesinde kireç miktarının fazla olduğu kireçli kahverengi bozkır toprakları oluşum özelliği bakımından kahverengi bozkır topraklarıyla aynıdır. Bu tür topraklar Mezozoik kireçtaşlarının yüzeylendiği Bozdağlar masifi üzerinde yaygındır.

Yağış miktarının çok daha az olduğu bozkır ikliminin hüküm sürdüğü alanlarda kırmızımsı kahverengi topraklar oluşur. Sıcaklık ortalamasının fazla olmasına bağlı olarak topraktaki demirin oksitleşmesi toprağa kırmızımsı bir renk katar. Genellikle üzerinde tahıl tarımı yapmaya elverişli olan bu topraklar havzada geniş alana yayılmıştır. Bu topraklar Konya Ovası'nın güneyinde Karaman-Çumra arasında, Aladağlarla Konya Ovası'nın bulunduğu kesimde, Cihanbeyli Platosu'nun doğu ve güneyinde, Tuz Gölü ile Obruk Platosu arasında kalan arazilerde ve Niğde'nin kuzeyinde yer alan Misli Ovası'nda görülür.

Havzadaki en kurak iklim şartları altında oluşan toprak grubu sierozem topraklardır. Sierozem topraklar yağış miktarının 300 mm'nin altında olduğu ve bitki örtüsünün dikenli çalılardan oluştuğu bölgelerde gelişir. Kimyasal ayrışmanın etkili olmamasından ötürü toprak kalınlığı pek fazla değildir. Yıkanmanın az ve organik madde miktarı bakımından fakir olması toprağın renginin açık olmasını sağlamıştır. Sierozem topraklara Konya Kapalı Havzası'nın en kurak bölgesi olan Karapınar çevresi ve Karadağ'ın doğusunda rastlanır. Aşınmaya karşı çok hassas olan bu topraklar Karapınar çevresinde görülen rüzgâr erozyonunun sebebidir.

Ilıman, yağışlı ve kışın yapraklarını döken ormanları altında gelişen, yıkanma ve humus birikiminin fazla olduğu kahverengi orman topraklarına Aladağların güneydoğusunda ve Suğla Polyesi'nin güneyinde rastlanır.

Havzada yer alan ve zonal toprak gruplarının sonuncusu olan kırmızı podzolik topraklara yağışın bol ve bitki örtüsünün gür olduğu iklim bölgelerinde rastlanır. Yağış miktarının fazla olması toprakta yıkanmayı arttırır ve bu da oksitleşmeye sebep olarak

toprağa kırmızı rengini verir. Aynı zamanda yıkanmaya bağlı olarak organik madde toprağın alt katmanlarına doğru taşınarak yüzeyden uzaklaştırılır. Mezozoik kireçtaşlarının yaygın olduğu ve yükseltisi fazla olan Beyşehir Gölü'nün batısındaki Dedegöl Dağları'nda, gölün güneyindeki Şeytan Dağı ve Akdağ'da, Suğla Polyesi'nin güneyinde, Geyik Dağları'nın kuzey eteklerinde ve Bolkar Dağları'nın yüksek kesimlerinde yaygın olarak rastlanır.

Oluşum itibariyle zemindeki kayaç yapısıyla sıkı sıkıya ilişkili olan intrazonal toprak gruplarından halofit topraklar, bünyesinde bol miktarda sodyum-klorür ihtiva eden arazilerde oluşur. Bu yerlerde sıcaklığın fazla olması buharlaştırmayı artırarak toprak içerisindeki suda çözülmüş halde bulunan tuz minerallerinin zeminde birikmesine neden olur. Halofit topraklar Tuz Gölü'nün batı ve güneyi, Konya şehir merkezinin kuzey ve güneyi ve Ereğli ile Akgöl Sazlığı arasında bulunur.

Genelde siltli-killi-alüvyon ve silt-kum-çakıl gibi iri ve alloktan kökenli, suyu iyi geçiren malzemeler üzerinde gelişen hidromorfik topraklar, taban suyu seviyesinin yüksek olduğu, drenajın iyi gelişmediği, üzeri ot, saz ve kamışlarla kaplı arazilerde yaygındır. Bu topraklara havzada Konya Ovası'nın doğu ve batısı ile Tuz Gölü'nün güneydoğusunda rastlanır.

Havzada bulunan azonal toprak gruplarından olan alüvyal topraklar akarsuların biriktirme faaliyetlerinin olduğu yerleri temsil eder. Akarsuyun aşındırıp taşıdıkları sedimentleri biriktirmesiyle oluşan bu genç oluşumlu topraklarda horizon oluşumu belirgin değildir. Beyşehir Gölü'nün doğu kıyısında, Beyşehir ile Suğla Gölü arasındaki Beyşehir Kanalı boyunca, Suğla Polyesi tabanında, Çarşamba Çayı'nın Konya Ovasına döküldüğü alanda, Konya şehir merkezi ile Bozdağlar arasında ve Tuz gölünün güneybatısında yaygın olarak bulunur.

Sonuncu toprak grubu olan kolüvyal topraklar fiziksel aşınmanın ve eğimin fazla olduğu mevkilerde oluşur. Mekanik parçalanmayla ayrışan irili ufaklı taş, çakıl ve kaya parçaları gerek yer çekimi gerekse yüzeysel sellenmeye kapılarak dağların tepelerinden eğim yönünde hareket eder ve eteklerde birikir. Zaman içerisinde bu yığıntılar üzerinde toprak oluşumu başlar. Konya Kapalı Havzası'nda Aladağların batısında, Beyşehir Gölü'nün kuzeyinde, Karadağ, Karacadağ, Hasan Dağı, Melendiz dağ gibi volkan konilerinde, Ekecek

dağının kuzey uzantılarında ve Bolkar Dağları gibi yükseltinin ve eğimin fazla olduğu yerlerde görülür.

3.7. Bitki Örtüsü

Konya Kapalı Havzası'nda iklim ve topoğrafya özellikleri doğal bitki örtüsünün tür ve dağılışını belirlemiştir. Havzanın %35,3'ü tabi bitki örtüsüyle kaplıdır. Arazinin %13,6'sını seyrek bitki örtüsü (alçak arazilerde bozkır, yüksek arazilerde kısa boylu ağaçsı bitkiler), %12,4'ünü meralar %7,8'ini çalılar, %1,5'ini ormanlar oluşturur. Yıllık toplam yağış miktarının az, yaz aylarında sıcaklığın fazla ve buharlaşmanın şiddetli olduğu orta ve kuzey kesimde vejetasyon türü bakımından kurakçıl bitki toplulukları yaygındır. Havzada bulunan stepler, yükseltinin 1000 m civarı ve altındaki arazilerde bulunur. Ağaç ve ağaçsı bitki toplulukları yağış miktarının nispeten daha fazla olduğu havzanın güneyinde özellikle Beyşehir alt havası geneline, Toros Dağları'nda ve iç kesimlerdeki volkan konileri üzerine yayılmıştır. Orman formasyonu 1400 m izohipsinden başlayıp 2000 m'ye kadar çıkar.

İlkbahar mevsiminde çimlenip yeşeren ve yazın kuruyup vejetasyon dönemini tamamlayan bozkırlar havzanın alçak tabanlarında yer alır. Bozkırların (Şekil 33) en yaygın türleri: yavşan otu, kekik, geven, ayrık, deve diken, çoban yastığı, üzerlik, altın çiçeği, pisi pisi otudur. Ancak doğal alanların tarım arazisine dönüştürülmesi ve aşırı hayvan otlatma faaliyetleriyle havzada doğal bozkır türleri tahrip edilip dikensi ot topluluğu yaygınlaşmaktadır. Konya Kapalı Havzası'nda insan eliyle tahrip edilen ormanlık alanlarda antropojen bozkır türlerine rastlanır. Bozkırların yanı sıra Tuz Gölü çevresinde ve Konya Ovası'nın bazı kesimlerinde tuzlu çorak topraklarda halofit ve Tuz Gölünün batısındaki bataklıklarda hidrofite türlerine rastlanır. Bunların başlıcaları tül pembe, kuduz otu ve çuvar'dır. Var olan ağaç ve ağaçsı bitki örtüsüne genellikle 1400 m üzerindeki arazilerde rastlanır. Üst sınırı yaklaşık 1500 m yüksekliğe kadar çıkan meşe toplulukları bozkır ile karaçam orman formasyonu arasında geçiş kuşağını oluşturur. Meşelere özellikle Hasan Dağı ve Karadağ da yaygın olarak rastlanır. Bulunduğu bölgede araziye benek lekesi gibi seyrek yayılan ardıçların tabi yayılış alanı Toroslardır. Meşe ve ardıç toplulukları genellikle karaçam ormanlarının tahribi ile havza genelinde yaygınlaşmıştır. Karaçam ormanları 1600 m'nin üzerindeki bölgelerde görülür (Şekil 34). Üst sınırı hemen hemen 2000 m olan karaçamların yayılış alanı Dedegöl dağlarıdır. Havzada 2000 m üzerindeki araziler alpin

formasyonuna dahildir. Dedegöl, Bolkar ve Hasan Dağı gibi yüksek kütlelerde bulunan dağ çayırlarının başlıcaları fiğ ve dağ korungasıdır (Atalay ve Mortan, 2017: 550-558).



Şekil 32. Acıgöl Maarı'nın güney yamacındaki bozkır türleri (Haziran, 2021)



Şekil 33. Pınargözü Mağarası yakın çevresinde iyi boy vermiş ve gövde geliştirmiş karaçamlar (sol foto), Suğla Polyesi'nin güneyinde bulunan 1550 m rakımlı Çatmakaya Köyü Yaylasında karaçam, köknar ve meşe ormanları (sağ foto) (Haziran, 2021)

3.8. Arazi Kullanımı

Konya Kapalı Havzası'nda arazinin %49,5'i tarım alanı (%33,2 kuru tarım, %13,4 sulamalı tarım ve %2,9 karmaşık tarım), %22,3'ü çalılık ve ormanlık, %16,6'sı meralarla kaplıdır. Tuzlu arazi (%3), kuru ve sulamalı tarım alanı (%2,9), yerleşim yeri (%2), bataklık (%1), kayalık (%1), dikili alan (%0,5), maden sahası (%0,14), tuzla (%0,13), ve kumullar (%0,05) araziyi örten diğer elemanlardır (Tablo 6).

Tablo 6

Farklı arazi sınıflarının havza içerisindeki alanı (km²) ve oranı (%)

Arazi Sınıfı	Alan (km ²)	Oran (%)
Orman ve Çalılık	10.569	22,3
Mera	8.272	17,5
Kuru Tarım	16.590	35,0
Sulamalı tarım	6.681	14,1
Kuru ve Sulamalı	1.440	3,0
Dikili Alan	235	0,5
Maden Sahası	69	0,1
Yerleşim Yeri	672	1,4
Tuzla	9	0,0
Tuzlu Arazi	673	1,4
Bataklık	456	1,0
Kayalık	503	1,1
Kumullar	351	0,7

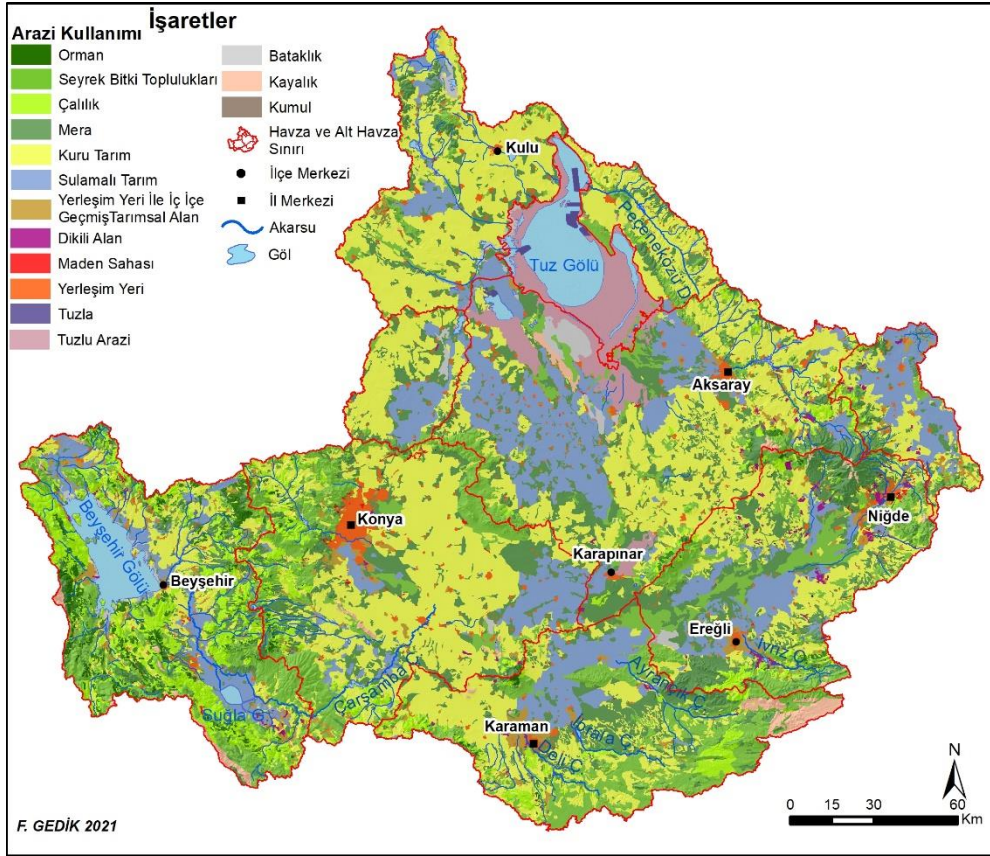
Arazinin neredeyse %90'ı (%88,4) yeraltı suları ile doğrudan ilişkili olan tarım arazisi ve doğal bitki örtüsüyle kaplı olduğu için bu başlık altında iki grubu irdelemek yerinde olacaktır. Doğal bitki örtüsü konusu bir önceki bölümde incelendiği için burada detaya girilmeyecektir. Havzada tarımsal faaliyet kuru ve sulamalı şekilde yapılır. Konya Kapalı Havzası su kaynakları bakımından sınırlı olduğu için zirai üretimde genellikle kuru tarım yöntemi uygulanır. Bilhassa su kaynakları bakımından daha elverişsiz konumda

bulunan Şeriflikoçhisar, Cihanbeyli-Kulu, Altınekin ve Konya-Çumra alt havzalarında bu durum daha belirgindir. Özellikle yeraltı suyu kullanılarak ekip biçilen sulamalı tarım arazileri Niğde-Misli, Aksaray-Karapınar ve Altınekin alt havzalarında yaygındır. Tarım arazilerinin diğer kısmını oluşturan ve meyve üretimini temsil eden dikili alanlar Konya Kapalı Havzası'nda çok fazla yer kaplamaz. Çalılık ve orman arazisi varlığı sınıfına giren arazi örtüsüne havzanın güneyinde, bol yağış alan dağ morfolojilerinin geniş yer kapladığı Beyşehir, Karaman-Ayrancı, Ereğli-Bor ve Konya-Çumra alt havzalarında rastlanır. Hayvancılık faaliyetleri için elzem olan doğal otlaklar ise Ereğli-Bor, Altınekin ve Aksaray-Karapınar alt havzalarında daha yaygındır (Tablo 7).

Tablo 7
Tarım arazileri ve doğal bitki örtüsünün alt havzalara göre oransal (%) dağılımı

Alt Havzalar	Kuru Tarım	Sulamalı Tarım	Kuru ve Sulamalı Tarım	Dikili Alan	Çalılık ve Orman	Mera
Beyşehir	17,9	11,8	6,1	0,4	47,2	12,2
Konya-Çumra	44,2	8,1	2,8	0,2	24,2	15,6
Karaman-Ayrancı	28,7	10,8	4,4	0,3	35,1	16,1
Ereğli-Bor	23,7	13,4	3,1	2,1	26,4	27,7
Aksaray-Karapınar	33,4	22,5	2,0	0,3	11,2	19,1
Altınekin	49,5	21,5	0,4	0,1	2,7	21,8
Cihanbeyli-Kulu	64,5	9,2	1,0	0,0	5,2	15,6
Seriflikoçhisar	64,5	1,4	2,2	0,0	14,8	14,7
Niğde-Misli	27,3	39,5	4,6	1,0	9,1	16,2
Ortalama	39,3	15,4	3,0	0,5	19,5	17,7

Havzada diğer doğal arazi unsurlarından olan tuzlu arazilerin neredeyse tamamı Tuz Gölü'nün güneyinde, Aksaray-Karapınar alt havzasında yer alır. Sulak alanların yer aldığı bataklıklar Cihanbeyli-Kulu, Altınekin, Aksaray-Karapınar; eğimin fazla olduğu dağlarda görülen kayalıklar Beyşehir ve Karaman-Ayrancı alt havzalarında bulunur (Şekil 35).



Şekil 34. Arazi kullanımı haritası

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KONYA KAPALI HAVZASI'NDA YERALTI SU

KUYULARININ DAĞILIŞI VE DEĞİŞKENLİĞİ

Çalışmanın bu bölümünde havzadaki kuyuların hem alansal dağılışı hem de zamansal süreçteki değişimleri kuyu adeti bakımından incelenmiştir. DSİ'den temin edilen veriler görselleştirilerek değerlendirilmiştir. Kuyu değerlendirmesinde belgeli, belgesiz, rasat, belediye ve DSİ kuyuları verileri kullanılmıştır. Kuyulara ait zamansal veriler değişiklik gösterir. DSİ kuyuları 1954-2011, belgeli kuyular 1962-2013, rasat kuyuları 1966-2019 yılları arasında açılan kuyuların verilerini içerir. Belgesiz ve belediye kuyularına ait zamansal istatistik mevcut değildir.

4.1. Yeraltı Su Kuyularının Alansal Değişkenliği

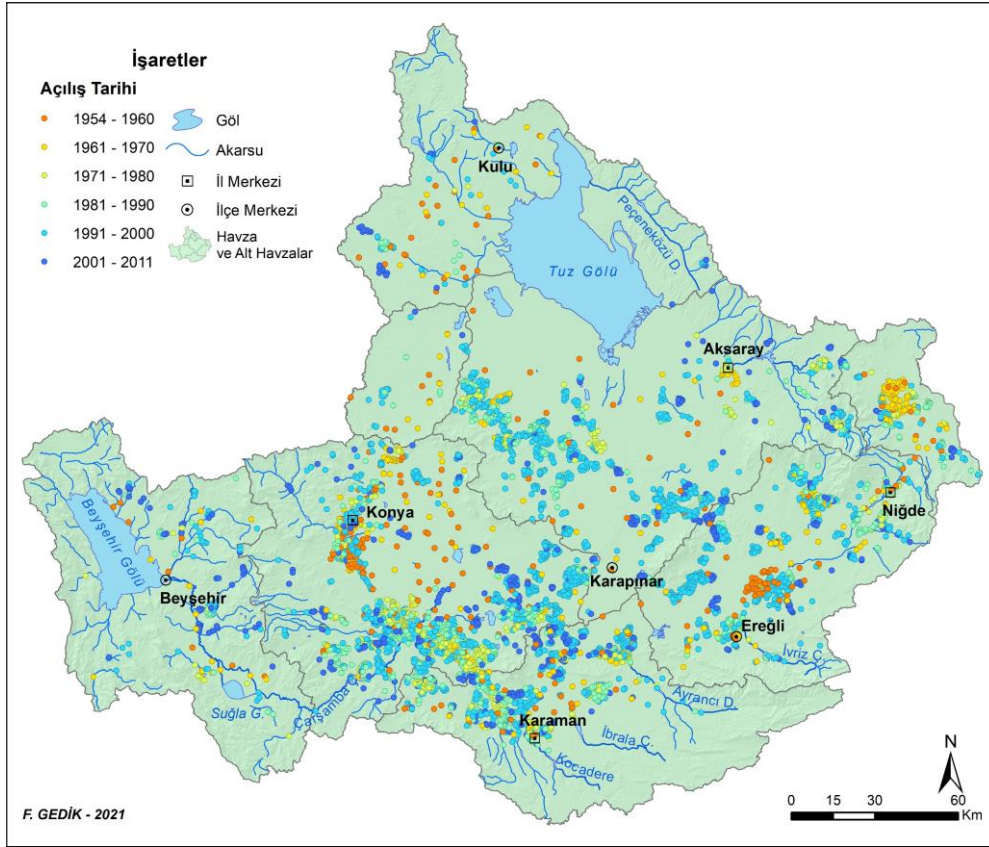
Konya Kapalı Havzası'nda toplamda 90.019 adet kuyu mevcuttur. Tüm kuyular göz önüne alındığında kuyu sayısı en fazla olan alt havzalar Konya-Çumra, Aksaray-Karapınar, Karaman-Ayrancı ve Ereğli-Bor alt havzalarıdır. Bunun sebebi yüzölçümü bakımından görece diğer alt havzalardan büyük olmalarıdır. Havza içerisindeki dağılışına bakıldığında kuyuların %27,1'i Konya-Çumra, %26'sı Aksaray-Karapınar, %16,3'ü Ereğli-Bor, %8,8'i Karaman-Ayrancı, %6,2'si Niğde-Misli, %6'sı Cihanbeyli-Kulu ve Altınekin, %2,7'si Beyşehir ve %0,9'u Şeriflikoçhisar alt havzasında bulunur (Tablo 8). Havzada km²'ye 1,8 adet kuyu düşer. Alt havzalar ölçeğinde incelendiğinde Niğde-Misli'de km²'ye 3,3, Altınekin'de 3,4, Konya-Çumra'da 2,8, Ereğli-Bor'da 2,4, Aksaray-Karapınar'da 2,2, Karaman-Ayrancı'da 1,25, Cihanbeyli-Kulu'da 1,26, Beyşehir'de 0,33 ve Şeriflikoçhisar'da 0,19 adet kuyu düşer.

Tablo 8

Kuyu gruplarının havza içerisindeki dağılımı (adet)

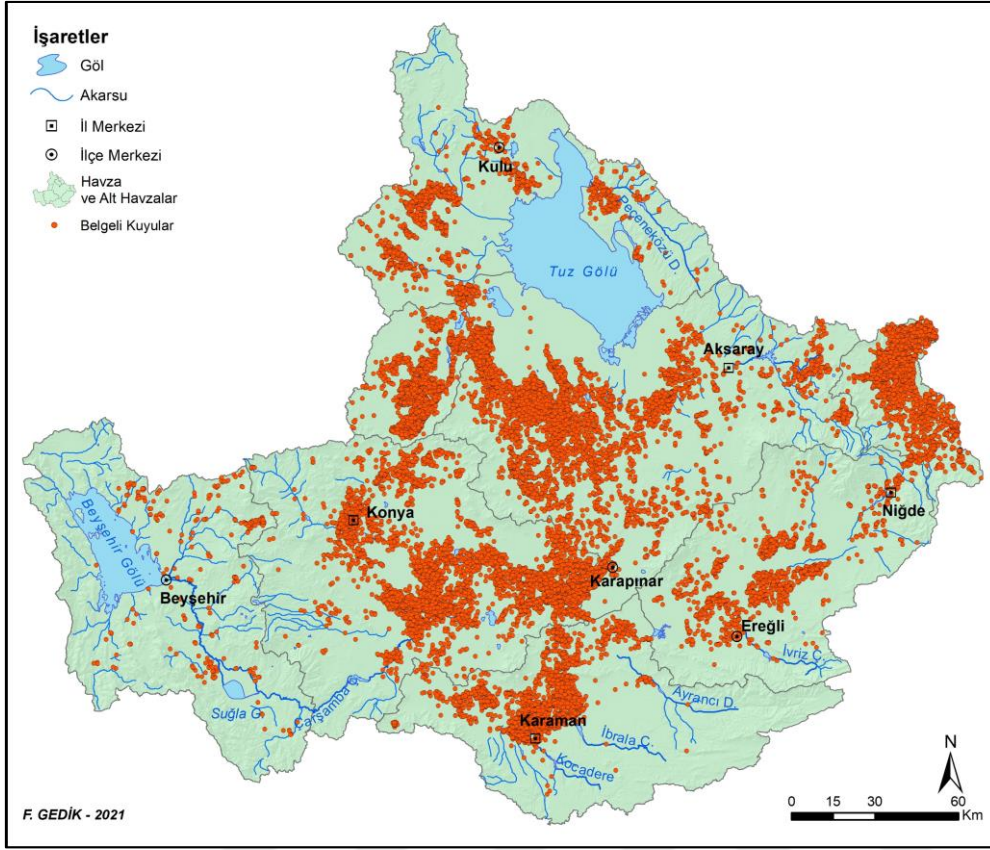
Alt Havzalar	DSİ Kuyuları	Belgeli Kuyular	Belgesiz Kuyular	Belediye Kuyuları	Rasat Kuyuları	Toplam
Beyşehir	241	296	1854	75	9	2475
Konya-Çumra	2389	5034	16.817	101	53	24.394
Karaman-Ayrancı	1100	2574	4205	31	14	7924
Ereğli-Bor	1005	1503	11.771	250	118	14.647
Aksaray-Karapınar	1326	6008	15.907	80	75	23.396
Altınekin	66	2266	3045	8	10	5395
Cihanbeyli-Kulu	110	1456	3866	19	7	5458
Şereflikoçhisar	34	253	454	1	1	743
Niğde-Misli	280	1246	4008	11	42	5587
Toplam	6551	20.636	61.927	576	329	90.019

Havzada DSİ'ye ait toplamda 6551 kuyu bulunur. Kuyuların alansal dağılışına bakıldığında (Şekil 36) Konya-Çumra (2389, %36,4), Aksaray-Karapınar (1326, %20,2), Karaman-Ayrancı (1100, %16,8) ve Ereğli-Bor (1005, %15,4) alt havzaları ön plana çıkar. Niğde-Misli, Beyşehir, Cihanbeyli-Kulu, Altınekin ve Şereflikoçhisar alt havzalarında toplam kuyu sayısı 731 olup sırasıyla 280 (%4,3), 241 (%3,7), 110 (%1,7), 66 (%1) ve 34 (%0,5) adet kuyu mevcuttur.



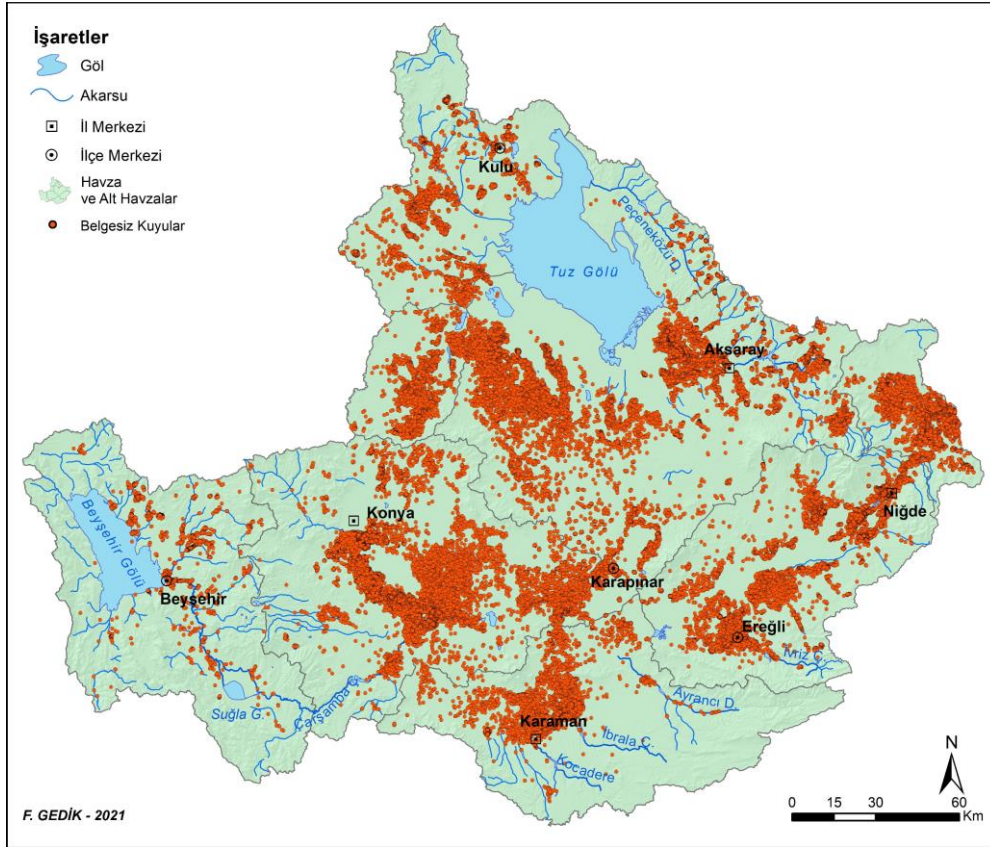
Şekil 35. DSİ kuyuları'nın havzadaki dağılımı

Büyük bir çoğunluğu zirai sulama amaçlı kullanılan belgeli kuyuların adeti havza genelinde 20.636 olup kuyu yoğunluğu alt havzalara göre farklılaşır (Şekil 37). Belgeli kuyuların havzadaki yoğunluğu fazla olduğu için görsel açıdan yanıltıcı ve karmaşık olmaması adına kuyuların açıldığı yıllar harita üzerinde gösterilmemiştir. Aksaray-Karapınar 6008 (%29,1), Konya-Çumra 5034 (%24,4), Karaman-Ayrancı 2574 (%12,4), Altınekin 2266 (%11,1), Ereğli-Bor 1503 (%7,4), Cihanbeyli-Kulu 1456 (%7,1), Niğde-Misli 1246 (%6), Beyşehir 296 (%1,4) ve Şeriflikoçhisar alt havzasında 253 (%1,1) adet belgeli kuyu bulunur.



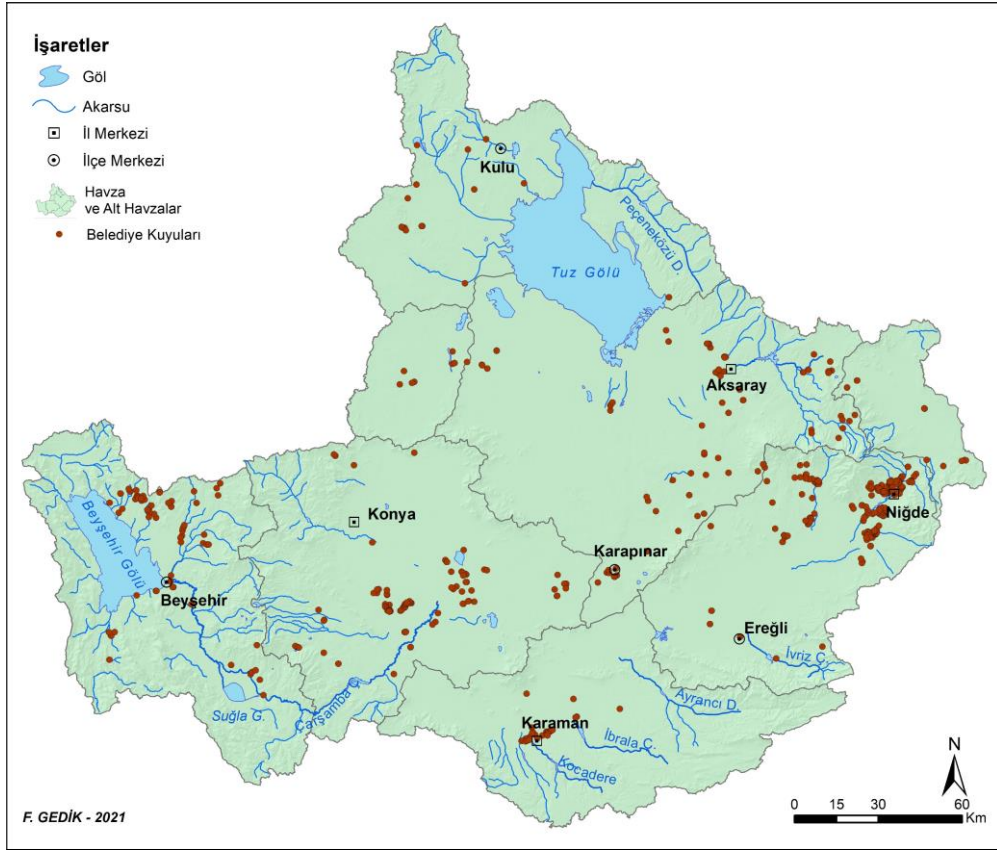
Şekil 36. Belgeli kuyuların havzadaki dağılımı

Belgesiz kuyular havzada en çok olan kuyu grubudur. Önemli bir çoğunluğu tarımsal sulama amaçlı kullanılan belgesiz kuyular izinsiz açılan kaçak kuyulardır. Kayıt altında olanların sayısı 61.927 olan bu kuyuların niceliği yeraltı suyunun havza tarımında ne derece mühim olduğunun bir delili niteliğindedir. Nitekim havzada bulunan kuyuların %68,8'i belgesiz kuyulardır. Belgesiz kuyuların yoğunluk gösterdiği alt havzalar zirai üretimin yoğunlaştığı kesimlerdir. Kuyuların açıldığı yıllar bilinmediği için açılış tarihleri harita üzerinde verilmemiştir. Konya-Çumra 16.817 (%27,2), Aksaray-Karapınar 15.907 (%25,7), Ereğli-Bor 11.771 (%19), Karaman-Ayrancı 4205 (%6,8), Niğde-Misli 4008 (%6,5), Cihanbeyli-Kulu 3866 (%6,2), Altınekin 3045 (%4,9), Beyşehir 1854 (%3) ve Şeriflikoçhisar alt havzasında 454 (%0,7) adet belgesiz kuyu bulunur (Şekil 38).



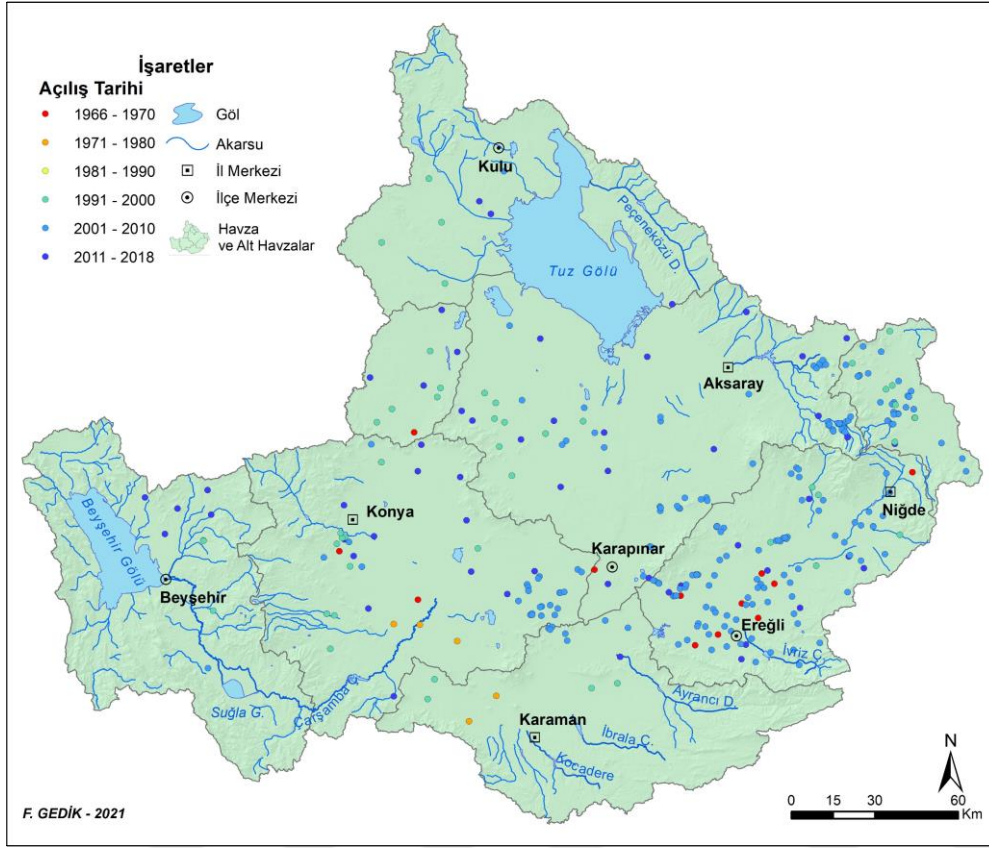
Şekil 37. Belgesiz kuyuların havzadaki dağılımı

Genellikle büyük yerleşim yerlerinin etrafında yoğunlaşan, içme, kullanma ve sulama amaçlı kullanılan (ayrıca itfaiye su ihtiyacı, mezarlık ve park-bahçe sulaması) belediyelerin işlettiği kuyuların sayısı 576'dır. Bu kuyuların işletmeye alındığı tarihlere ait bilgi elde edilememiştir. Ereğli-Bor (250, %43,4), Konya-Çumra (101, %17,5), Aksaray-Karapınar (80, %13,9) ve Beyşehir (75, %13) alt havzaları belediye kuyularının yoğun olduğu alt havzalardır. Karaman-Ayrancı 31 (%5,4), Cihanbeyli-Kulu 19 (%3,3), Niğde-Misli 11 (%1,9), Altınekin 8 (%1,4) ve Şeriflikoçhisar alt havzasında 1 (%0,2) adet belediye kuyusu bulunur (Şekil 39).



Şekil 38. Belediye kuyularının havzadaki dağılımı

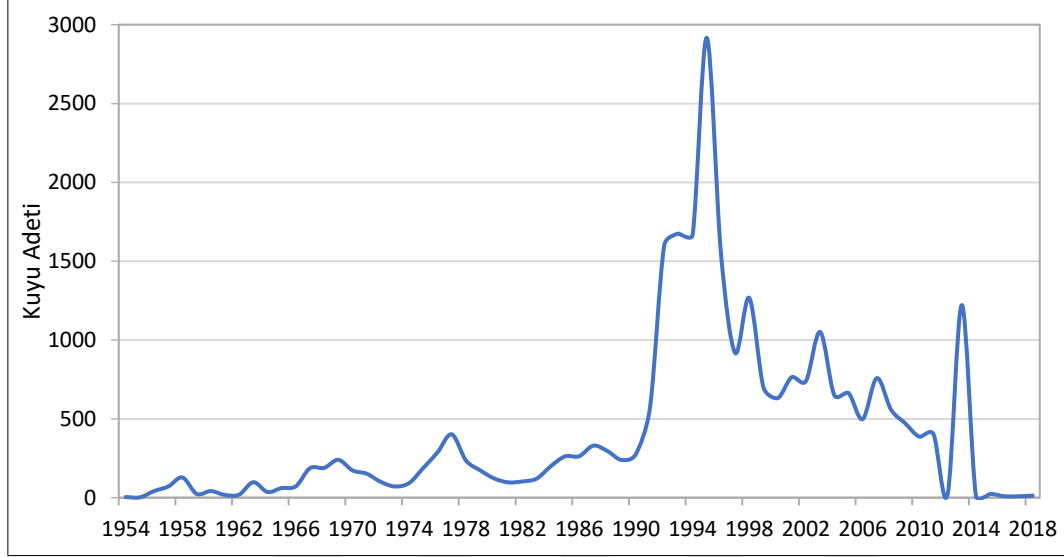
Havzada en az bulunan kuyu grubu DSİ bünyesinde su seviyesi ölçümü yapan rasat kuyularıdır. Rasat kuyuları mevsimlik (Ekim ve Nisan aylarında yılda toplamda iki kez ölçüm yapan kuyular) ve aylık olmak üzere iki farklı zamansal periyotlarda ölçüm yapar. Havzada aylık ölçüm yapan 205 ve mevsimlik ölçüm yapan 136 adet olmak üzere toplamda 341 rasat kuyusu mevcuttur. Ereğli-Bor aylık 82, mevsimlik 36; Aksaray-Karapınar aylık 29, mevsimlik 46; Konya-Çumra aylık 20, mevsimlik 33; Niğde-Misli aylık 30 mevsimlik 12; Karaman-Ayrancı aylık 9, mevsimlik 2; Beyşehir aylık 7, mevsimlik 2; Altınekin aylık 9, mevsimlik 1; Cihanbeyli-Kulu aylık 6, mevsimlik 1 ve Şeriflikoçhisar alt havzasında aylık 1 adet rasat kuyusu bulunur (Şekil 40). Havzada 146 km²'ye bir adet rasat kuyusu düşer.



Şekil 39. Rasat kuyularının havzadaki dağılımı

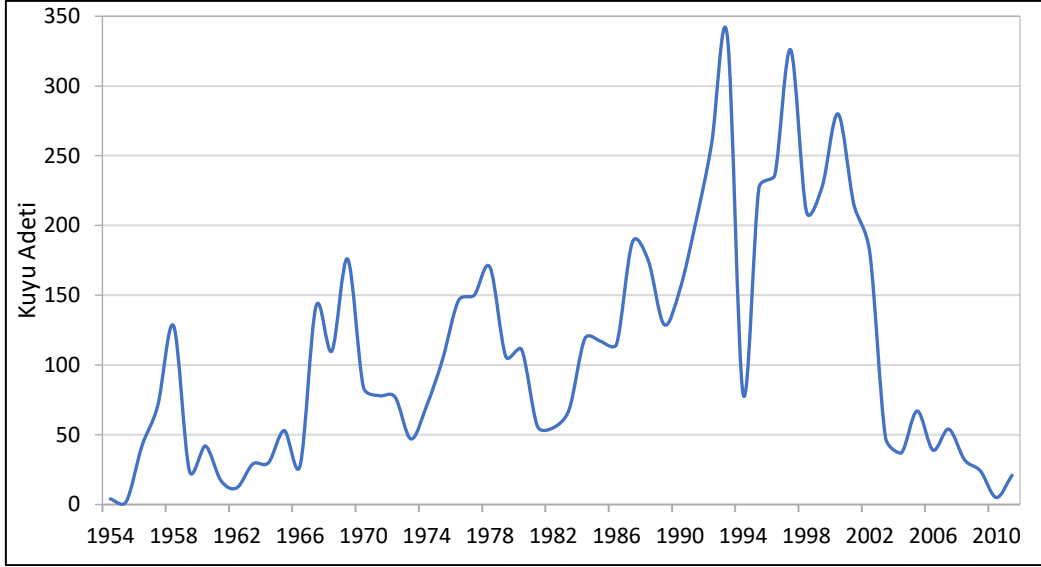
4.2. Yeraltı Su Kuyularının Zamansal Değişkenliği

Bu bölümde zamansal verileri bulunan DSİ, belgeli ve rasat kuyuları değerlendirilecektir.



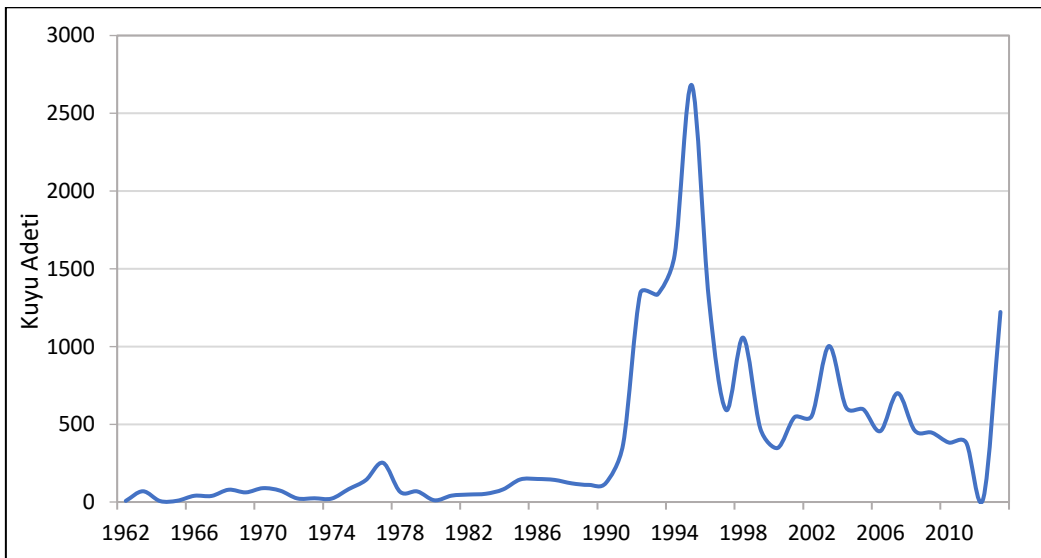
Şekil 40. Yıllık açılan toplam kuyu sayısındaki değişim

Bütün gruplara ait toplamda 27.516 adet kuyu bulunur. Yıllık açılan kuyu sayısı yıllara göre değişiklik arz eder ve değişim Şekil 41’de verilmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere 1954 yılından itibaren tedricen artan yıllık açılan kuyu sayısı 1990 yılından itibaren belirgin bir şekilde farklılaşmıştır. 1995 yılı en fazla kuyunun açıldığı yıl olup 2.917 kuyu işletmeye alınmıştır. 1995 yılından sonra yıllık açılan kuyu sayısı azalsa da 1995 yılından önceki seviyesinden fazladır. Özellikle 2010’lu yıllarda yıllık açılan kuyu sayısında önemli bir azalma gerçekleşmiştir.



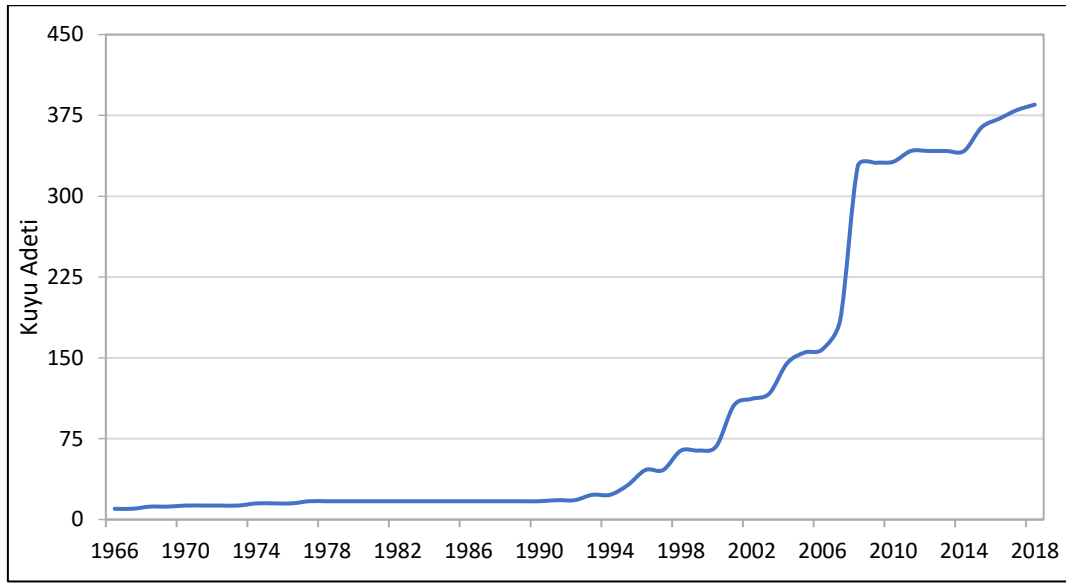
Şekil 41. Yıllık açılan DSİ kuyu sayısındaki değişim

DSİ kuyularına bakıldığında 1954 yılından itibaren zaman içerisinde bazen azalıp bazen artan yıllık açılan kuyu sayısı genel olarak artış özelliği gösterir (Şekil 42). Alt havzalar arasında farklılık olmakla beraber hemen hemen bütün alt havzalarda en çok kuyu 1990-2000 yılları arasında açılmıştır. Sadece Niğde-Misli alt havzasından 1967-1969 yılları arası ön plana çıkar. En çok kuyunun açıldığı yıl 336 kuyu ile 1993 ve 326 ile 1997'dir. Havzada 1950-1970 yılları arasında açılan DSİ kuyuları genel olarak şehir merkezleri ve çevresinde yoğunlaşırken 1970'lerden sonra açılan kuyuların kent merkezlerinden uzak kırsal bölgelerde kesafet kazanması dikkat çekicidir (Şekil 36).



Şekil 42. Yıllık açılan belgeli kuyu sayısındaki değişim

Belgili kuyuların zaman içerisinde sayılarında gözlenen değişime bakıldığında 1990 yılından sonraki süreç ön plana çıkar. En fazla kuyunun işletmeye alındığı 1995 yılında toplamda 2.681 adet kuyu açılmıştır (Şekil 43). Kuyuların en fazla açıldığı yıllar alt havzalar arasında farklılık gösterir. Özellikle ovalık alanda bulunan Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı, Ereğli-Bor, Aksaray-Karapınar ve Altınekin alt havzalarında 1990-2000 yılları arasında en fazla kuyu açımı gerçekleşmiştir. Beyşehir ve Şereflikoçhisar alt havzalarından 2000-2010 yılları arasında en fazla kuyunun açıldığı yıllar olmuştur.



Şekil 43. Rasat kuyu sayısının zaman içerisindeki değişimi

Yeraltı suyunun takibini sağlayan rasat kuyularının zaman içerisindeki değişimine bakıldığında düzensizlik göze çarpar (Şekil 44). Bazı yıllar hiç kuyu açılmamış bazı yıllar birden fazla kuyu işletmeye alınmıştır. Özellikle 2000 yılından sonra kuyu sayısında önemli artış gerçekleşmiştir. İlk gözlemin yapıldığı 1966 yılından 1999 yılına kadar havzada toplamda 64 adet rasat kuyusu mevcut iken 2000-2018 yılları arasında 321 adet kuyu işletmeye alınmıştır. En fazla kuyunun açıldığı 2008 yılında 143 kuyu hizmete vermeye başlamıştır. Rasat kuyularında ilk ölçüm yapılmaya başlandığı dönem olan 1966-1989 yılları arasında işletmeye alınan kuyular Ereğli-Bor (8 adet), Konya-Çumra (5 adet), Karaman-Ayrancı (2 adet) Aksaray-Karapınar ve Altınekin (1'er adet) alt havzalarında bulunur. 1990-1999 yılları arasında açılan kuyular 1966-1989 döneminde olduğu gibi Aksaray-Karapınar (12 adet), Konya-Çumra (11 adet), Ereğli-Bor (6 adet), Karaman-Ayrancı ve Altınekin (4'er adet) alt havzalarındadır. Bir önceki dönemden farklı olarak 1990-1999 yılları arasında

Niğde-Misli (9 adet), Beyşehir ve Cihanbeyli-Kulu (2'şer adet) alt havzalarında yeni kuyular açılmıştır. 2000-2009'da Ereğli-Bor'da 74, Aksaray-Karapınar'da 34, Niğde-Misli'de 30, Karaman-Ayrancı'da 11, Cihanbeyli-Kulu'da 4, Beyşehir'de 2 ve Altınekin'de 1 adet kuyu işletmeye alınmıştır. 2010 yılından bu yana Aksaray-Karapınar'da 17, Konya-Çumra'da 13, Ereğli-Bor'da 10, Beyşehir'de 5, Altınekin'de 4, Niğde-Misli ve Cihanbeyli-Kulu'da 2 ve Şereflikoçhisar ve Karaman-Ayrancı'da 1 adet kuyu açılmıştır. Bu dönemde Şereflikoçhisar alt havzasında rasat kuyusunun açılmasıyla havzada gözlem kuyusu bulunmayan alt havza kalmamıştır. 1966-1989 döneminde açılan rasat kuyuları Ereğli-Bor ve Konya-Çumra alt havzaları çevresindeyken zamanla diğer alt havzalara da yayılmış, 1990-1999 ve 2000-2009 yılları arasında Aksaray-Karapınar ve Niğde-Misli alt havzaları ve 2010 yılından sonra ise Beyşehir, Cihanbeyli-Kulu ve Şereflikoçhisar alt havzaları rasat kuyusunun bulunduğu alt havzalara eklenmiştir.

Bu istatistiklere bağlı olarak yeraltı suyu kuraklığı için havza içerisinde yer alan DSİ'ye ait 205 adet rasat kuyusunun kuyu açılış tarihinden itibaren kaydedilen aylık ortalama yeraltı suyu seviyesi verileri kullanılmıştır. Fakat zamansal olarak yeterli uzunlukta olmadığı ve süreklilik göstermediği için kuyuların hepsi analizlere dahil edilmemiştir. Nitekim kuyuların 18 tanesi 1966-1989, 28 tanesi 1990-1999 ve 159 tanesi 2000 yılı ve sonrasında açılmıştır. Bazı kuyularda zemin göçmesi, yeraltı suyunun tamamen çekilmesi gibi sebeplerden ötürü ölçüm yapılamadığı için bazı ayların ve/veya yılların verisi mevcut değildir. Bunun için havzayı temsil edecek yoğunlukta, yeterli gözlem aralığına sahip ve optimum uzunlukta süreklilik gösteren kuyular seçilmiştir. Böylece havza genelini temsil edebilecek 36 adet rasat kuyusu belirlenmiştir. Analiz için belirlenen kuyuların 10 tanesi 1960-1989, 14 tanesi 1990-1999 ve 12 tanesi 2000-2004 yılları arasında işletmeye alınmıştır. Şereflikoçhisar ve Niğde-Misli alt havzalarında analiz için yeterli uzunluk ve sürekliliğe sahip kuyu olmadığı için örnek kuyu seçilememiştir. Diğer alt havzaların hepsinde en az 1'er adet temsili kuyu seçilmiştir. İndis analizinde kullanılan kuyulara ait özet bilgiler tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Rasat kuyularına ait bazı bilgiler

Kuyu No	Veri Süresi	Enlem	Boylam	Yükselti	Derinlik
52770	2002-2020	37°48'	31°52'	1250	140
35514	1996-2020	37°27'	32°23'	1085	125
9431	1975-2020	37°32'	32°29'	1032	81
8185	1969-2020	37°46'	32°25'	1050	145
181	1967-2020	37°19'	31°45'	1010	250
182	1978-2020	37°48'	32°45'	1020	-
52267(13312)	1971-2020	37°29'	32°54'	1025	76
20826	1996-2020	37°47'	32°59'	1005	300
30642	1996-2020	37°21'	32°49'	1070	145
28719	1996-2020	37°17'	32°47'	1065	148
1167	1978-2020	37°13'	32°57'	1055	106
17171	1975-2020	37°18'	33°04'	1015	159
30270	1996-2020	37°20'	33°33'	1070	128
20122	1996-2020	37°20'	33°27'	1025	173
46864	2004-2020	37°31'	33°36'	1010	100
47761	2004-2020	37°13'	33°30'	1005	100
46293	2004-2020	37°32'	33°53'	1010	100
42048	2004-2020	37°34'	33°57'	1015	54
8334	2004-2020	37°39'	34°08'	1035	100
9749/A	1996-2020	37°48'	34°11'	1055	150
52263(11118)	1992-2020	37°58'	34°21'	1135	104
52259	1996-2020	37°43'	34°22'	1060	100
17167(52264)	1996-2020	38°23'	34°25'	1215	-
40863	1993-2020	38°22'	34°24'	1230	141

“Tablo 9’un Devamı”

42778	2004-2020	37°56'	33°50'	1075	123
52258	1970-2020	37°43'	33°28'	1015	173
52266(35735)	1996-2020	38°11'	33°25'	1020	104
62564(221)	1967-2020	38°09'	32°44'	990	83
46392	1996-2020	38°11'	32°34'	1020	135
52265(30638)	2000-2020	38°16'	32°49'	985	100
37302	1996-2020	38°25'	32°47'	985	129
37325	1996-2020	38°14'	32°38'	995	215
53704	2000-2020	38°09'	32°44'	1000	100
53706	2000-2020	38°50'	32°50'	975	100
53705	2000-2020	38°59'	32°47'	980	76
53707	2001-2020	39°00'	33°06'	1005	150

BEŞİNCİ BÖLÜM

KONYA KAPALI HAVZASI'NDA KURAKLIĞIN

DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde Konya Kapalı Havzası'nda çok yönlü bir kuraklık analizi için meteorolojik ve hidrolojik kuraklık indisleri uygulanmıştır. Bunun için DMI'den yağış ve DSI'den akım ve yeraltı suyu seviyesi verileri kullanılmıştır. Analiz için kullanılan MGİ ve AGİ'lere ait bilgiler bölüm 2.2.'de, kuyulara ait bilgiler bölüm 4.2.'de tablolar halinde verilmiştir. Meteorolojik kuraklığı karakterize edebilmek için SPI (Standardize Yağış İndisi) analizi uygulanmıştır. Bunu yaparken bazı analiz dönemleri belirlenmiştir. Aylık, mevsimlik (kış ilkbahar, yaz ve sonbahar), 6 (Kasım-Nisan), 12, 24 ve 36 aylık olmak üzere toplamda 20 adet zamansal periyot oluşturulmuştur. 24 ve 36 aylık analizler için iki ve üç yıllık toplam yağışlar kaydırılarak uygulanmıştır. Aynı uygulama akım ve yeraltı suyu kuraklığı için de yapılmıştır. Akım kuraklığı için SDI (Akım Kuraklık İndisi), yeraltı suyu kuraklığın için SGI (Standardize Yeraltı Suyu Seviyesi İndisi) metodu uygulanmıştır. Her iki analizde de hidrolojik yıl dikkate alınmış olup, mevsimlik (sonbahar, kış, ilkbahar, yaz), 6 (Ekim-Mart), 9 (Ekim-Haziran), 12, 24 ve 36 aylık olmak üzere toplamda 9'ar analiz dönemi oluşturulmuştur. Her bir kuraklık analizine ait sonuçlar tablosu kendi alt başlığı içerisinde verilmiştir. Tablolar her bir istasyon ve kuyuya ait farklı analiz dönemleri için kurak yılları hafif kurak, orta şiddette kurak, şiddetli kurak ve aşırı kurak olarak gösterir. İstasyonların ve kuyuların veri gözlem süresi farklı zamansal periyotlara ait olduğu için karşılaştırma yapabilmek adına kurak yılların sayısı yerine her bir istasyonun kurak yıllarının kuraklık sınıfı içerisindeki oranları (%) gösterilmiştir. Bütün kuraklık analizlerinden sonra kuraklık eğilimini ortaya koymak açısından her bir istasyon ve kuyuya ait tüm analiz dönemlerinin indis değerlerine Mann-Kendall istatistik testi uygulanmıştır. Ardından kuraktaki ısrar bileşeni ve dönerselliğini kontrol etmek için tüm istasyon, kuyu ve dönemleri kapsayacak şekilde Gidişler sınaması uygulanmıştır. Böylelikle kuraklıktaki farklı değişkenlik bileşenleri ortaya konulmuştur. Kuraklığın zamansal değişkenliğini göstermek için istatistiksel olarak anlamlı olan istasyon ve kuyuların indis verileri grafiklendirilmiştir. Son olarak 12, 24 ve 36 aylık kuraklık seviyelerinde şiddetli ve aşırı kuraklıkların uzun dönem ortalamaları haritalandırılmıştır. 12, 24 ve 36 aylık analiz sonuçları, hidrolojik kuraklığın izlenmesi bakımından dikkate değer olan dönemi kapsamı ve istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçların da bu veri setinde elde edilmesinden dolayı seçilmiştir. Ayrıca Konya

Kapalı Havzası zaten kurak bir havza olduğu için hafif ve orta şiddette kuraklıktan ziyade, kuraklığın zamansal, alansal ve farklı hidrolojik rezervuarlardaki dağılışını ortaya koymak için şiddetli ve aşırı kuraklıklar üzerinde durulmuştur. Verilen haritalarla kuraklık süresinin uzaması ile kuraklığın yayılışı açıklanmıştır.

5.1. Meteorolojik Kuraklık

Çalışmanın bu bölümünde meteorolojik kuraklık için yapılan aylık analizlere değinilmemiştir. Bunun sebebi Aralık ayı haricinde diğer aylarda öne çıkan şiddetli ve aşırı kuraklık yüzdesinin çok az olması, kurak yılların istatistiksel olarak anlamlı eğilim ve ısrar göstermemesi ve hidrolojik kuraklıkla ilişkili olarak uzun dönemli kuraklıkların daha önemli olmasıdır. Aylık analiz sonuçları Ekler bölümünde sunulmuştur (EK 1). Aylık analizler haricindeki diğer dönemlere ait SPI sonuçları tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10

SPI Analiz sonuçlarına göre kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

HAFİF KURAK		ORTA KURAK			ŞİDDETLİ KURAK		AŞIRI KURAK	
İstasyon	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	6 Aylık	12 aylık	24 Aylık	36 aylık
Karaman	61,3	58,1	86,8	65,6	79,4	75,8	75,0	81,8
	25,8	41,9	13,2	28,1	8,8	18,2	15,6	12,1
	12,9	0,0	0,0	3,1	8,8	6,1	9,4	6,1
	0,0	0,0	0,0	3,1	2,9	0,0	0,0	0,0
Ereğli	74,2	75,8	82,4	72,7	75,9	69,0	75,0	69,2
	19,4	18,2	17,6	24,2	6,9	17,2	17,9	19,2
	3,2	6,1	0,0	3,0	13,8	6,9	0,0	7,7
	3,2	0,0	0,0	0,0	3,4	6,9	7,1	3,8
Aksaray	70,0	77,4	82,9	59,3	77,8	70,4	59,3	60,7
	16,7	12,9	17,1	29,6	0,0	7,4	37,0	25,0
	13,3	6,5	0,0	11,1	18,5	18,5	0,0	14,3
	0,0	3,2	0,0	0,0	3,7	3,7	3,7	0,0
Karapınar	75,8	75,0	66,7	75,8	67,9	68,8	74,2	65,4
	18,2	21,9	33,3	15,2	14,3	31,3	16,1	26,9
	6,1	3,1	0,0	9,1	14,3	0,0	9,7	7,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Konya H.	68,9	66,7	76,0	83,0	66,7	67,4	70,8	53,5
	13,3	20,8	24,0	17,0	22,2	21,7	14,6	34,9
	13,3	12,5	0,0	0,0	6,7	10,9	12,5	9,3
	4,4	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	2,1	2,3

“Tablo 10’un devamı”

Çumra	73,1	67,9	74,1	70,4	76,0	69,2	65,4	74,1
	15,4	25,0	25,9	22,2	12,0	23,1	30,8	18,5
	11,5	7,1	0,0	7,4	8,0	7,7	3,8	7,4
	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Cihanbeyli	65,6	65,6	86,1	77,8	74,2	66,7	72,7	78,1
	28,1	28,1	13,9	16,7	12,9	20,0	18,2	9,4
	3,1	6,3	0,0	5,6	9,7	13,3	9,1	12,5
	3,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0
Kulu	82,1	54,2	83,9	80,0	81,5	76,0	80,8	69,2
	10,7	33,3	16,1	16,7	3,7	16,0	11,5	23,1
	7,1	12,5	0,0	3,3	14,8	8,0	7,7	3,8
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
Niğde	82,4	72,7	68,9	72,1	61,5	63,4	70,7	69,0
	9,8	15,9	28,9	18,6	15,4	22,0	17,1	21,4
	3,9	4,5	2,2	9,3	20,5	7,3	4,9	4,8
	3,9	6,8	0,0	0,0	2,6	7,3	7,3	4,8
Beyşehir	65,6	67,7	81,1	81,6	70,0	62,1	68,0	71,4
	31,3	22,6	18,9	15,8	16,7	24,1	16,0	7,1
	3,1	9,7	0,0	2,6	13,3	10,3	12,0	14,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	4,0	7,1
Seydişehir	65,6	67,6	76,5	67,7	75,0	75,0	69,7	77,4
	31,3	26,5	23,5	32,3	12,5	15,6	21,2	9,7
	3,1	5,9	0,0	0,0	12,5	9,4	6,1	6,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,5

Kış mevsiminde toplam kurak yıllar içerisinde hafif kurak yılların oranı havza geneli için %71,3’dür. Hafif kuraklık oranı en fazla olan istasyonlar Niğde (%82,4), Kulu (82,1), Karapınar (%75,8), Ereğli (%74,2) ve Çumra (%73,1)’dir. Yine bu mevsim için tüm kurak yıllar içerisinde orta şiddette kuraklığın oranı havza genelinde %20’dir. %31,3 ile Beyşehir ve Seydişehir, %28,1 ile Cihanbeyli ve %25,8 ile Karaman orta şiddette kuraklığın en fazla olduğu istasyonlardır. Havza ortalaması %7,3 olan kış mevsimindeki şiddetli kuraklığın en fazla tekrarlandığı istasyonlar Konya Havalimanı ve Aksaray (%13,3), Karaman (%12,9) ve Çumra (%11,5)’dir. Kış mevsiminde toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kuraklığın oranı ortalama olarak %1,3’tür. Aşırı kuraklığın gözlemlendiği istasyonlar Konya Havalimanı, Niğde Ereğli ve Cihanbeyli olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı sırasıyla %4,4, %3,9, %3,2 ve %3,1’dir.

İlkbahar mevsimi için hafif kuraklığın oranı havzada ortalama olarak toplam kurak yılların %68,1’ini oluşturur. Bu değer bütün analiz dönemleri içerisinde en düşük seviyedir.

Aksaray (%77,4), Ereğli (%75,8), Karapınar (%75) ve Niğde (%72,7) öne çıkan istasyonlardır. Havzadaki toplam kurak yılların %24,3'ünü oluşturan orta şiddette kuraklığın en sık tekrar ettiği istasyon %41,9 ile Karaman'dır. Bunu %33,3 ile Kulu, %28,1 ile Cihanbeyli, %26,5 ile Seydişehir ve %25 ile Çumra izler. Ayrıca orta şiddette kuraklığın havza ortalaması bakımından en yüksek olduğu analiz dönemi ilkbahardır. Havza ortalaması %6,7 olan şiddetli kuraklık için en yüksek orana sahip istasyonlar Kulu ve Konya Havalimanı'dır (%12,5). %9,7 ile Beyşehir ve %7,1 ile Çumra diğer belirgin olan istasyonlardır. Şiddetli kuraklığın görülmediği tek istasyon ise Karaman'dır. İlkbahar mevsimi için aşırı kuraklık durumu sadece Niğde ve Aksaray için geçerli olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı sırasıyla %6,8 ve %3,2'dir.

Yaz mevsimi, toplam kurak yıllar içerisinde hafif kuraklık oranının en fazla olduğu analiz dönemidir (%78,7). Karaman (%86,8), Cihanbeyli (%86,1), Kulu (%83,9), Aksaray (%82,9) ve Ereğli (%82,4) hafif kuraklık bakımından ön plana çıkan istasyonlardır. Havza ortalaması %21,1 olan orta şiddette kuraklıkta havza ortalamasının üzerinde orana sahip istasyonlar %33,3 ile Karapınar, %28,9 ile Niğde, %25,9 ile Çumra ve %24 ile Konya Havalimanıdır. Yaz mevsiminde şiddetli kuraklığın görüldüğü tek istasyon Niğde olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %2,2'dir. Bu dönem için aşırı kurak görülen istasyon yoktur. Şiddetli ve aşırı kuraklık açısından en düşük orana sahip mevsim yaz mevsimidir.

Sonbahar mevsimi, 6 aylık analiz dönemiyle beraber toplam kurak yıllar içerisinde hafif kuraklık oranının yazdan sonra en fazla olduğu mevsimdir (%73,3). Konya Havalimanı (%83), Beyşehir (%81,6), Kulu (%80) ve Cihanbeyli (%77,8) hafif kuraklığın en belirgin olduğu istasyonlardır. Orta şiddette kuraklığın toplam kurak yıllar içerisinde havza ortalaması %21,5'dir. Orta şiddette kuraklığın en fazla orana sahip olduğu istasyon %32,3 ile Seydişehir'dir. Bunu %29,6 ile Aksaray, %28,1 ile Karaman ve %24,2 ile Ereğli takip eder. Toplam kurak yıllar içerisindeki ortalama oranı %5 olan şiddetli kuraklığın en fazla görüldüğü istasyonlar Aksaray (%11,1), Niğde (%9,3), Karapınar (%9,1) ve Çumra (%7,4)'dır. Sonbahar mevsimi yazdan sonra aşırı kuraklığın en az görüldüğü mevsimdir (%0,3). Bu dönemde sadece Karaman'da aşırı kuraklık tespit edilmiştir (%3,1).

6 aylık analiz için hafif kuraklığın toplam kuraklık içerisindeki havza ortalaması %73,3'tür. Yaz mevsiminden sonbahar mevsimi ile beraber hafif kuraklığın en belirgin olduğu dönemdir. Kulu (%81,5), Karaman (%79,4), Aksaray (%77,8) ve Çumra (%76) toplam kurak yıllar içerisinde hafif kuraklık bakımından ön plana çıkan istasyonlardır. Bu dönemde orta şiddette kuraklık toplam kurak yılların ortalama olarak %11,4'ünü oluşturur ve diğer analiz dönemlerin ortalamasına göre en düşük seviyedir. Konya Havalimanı, Beyşehir, Niğde ve Karapınar orta şiddette kuraklık bakımından ön planda olan istasyonlar olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı sırasıyla %22,2, %16,6, %15,4 ve %14,3'tür. 6 aylık kuraklıkta Aksaray'da orta şiddette kuraklık görülmemiştir. Şiddetli kurak oranının en fazla olduğu dönem 6 aylık analiz dönemidir (%12,8). Şiddetli kuraklık açısından belirgin olan istasyonlar Niğde (20,5), Aksaray (18,5), Kulu (%14,8) ve Karapınar (%14,3)'dir. Aşırı kuraklığın en fazla görüldüğü istasyon sayısı 6 aylık kuraklık için geçerlidir. Bu dönemde sadece Kulu, Beyşehir ve Seydişehir'de aşırı kuraklık görülmemiştir. Toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kuraklığın en fazla olduğu istasyonlar Konya Havalimanı (%4,4), Çumra (%4), Aksaray (%3,7) ve Karapınar (%3,6)'dir.

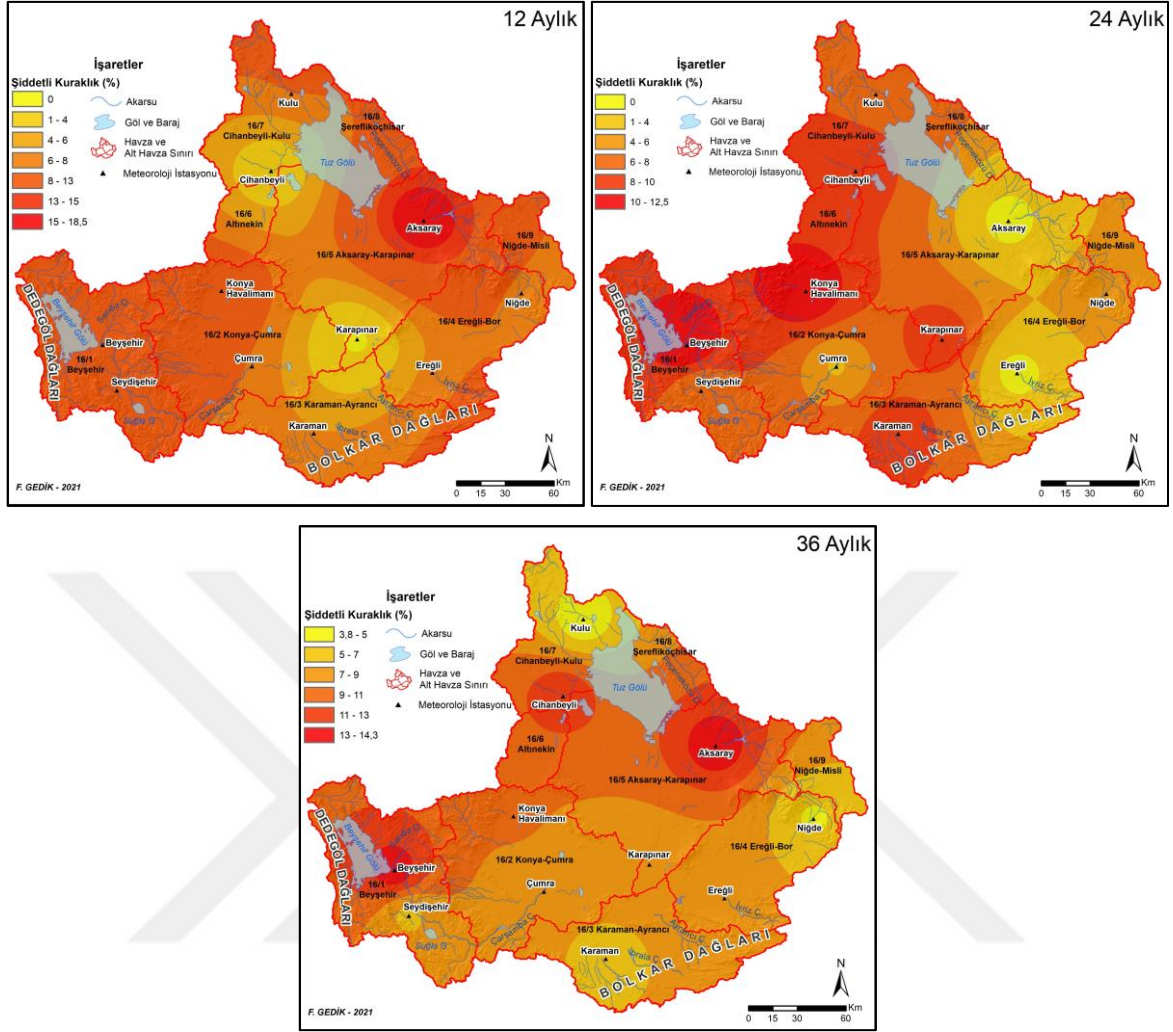
12 aylık kuraklık durumu için hafif kurak oranını %69,4 olup ilkbahar mevsiminden sonra hafif kurak oranının en düşük olduğu analiz dönemidir. Toplam kurak yıllar içerisinde hafif kuraklığın en fazla olduğu istasyonlar Kulu, Karaman, Seydişehir ve Aksaray istasyonlarıdır. Bu oran sırasıyla %76, %75,8, %75 ve %70,4'dür. 12 aylık kuraklık durumu içerisinde orta şiddette kuraklığın toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %19,7'dir. Orta şiddette kuraklık seviyesinin toplam kurak yıllar içerisinde bu ortalamayı geçtiği istasyonlar sırasıyla Karapınar, Beyşehir, Çumra, Niğde, Konya Havalimanı ve Cihanbeyli'dir. Bunların oranları sırasıyla %31,3, %24,1, %23,1, %22, %21,7 ve %20'dir. Toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kuraklığın havza ortalaması %8,9 olup 6 aylık periyottan sonra en yüksek ortalama sahip analiz dönemidir. Şiddetli kuraklık bakımından en yüksek paya sahip olan istasyonlar Aksaray, Cihanbeyli, Konya Havalimanı, Seydişehir, Beyşehir ve Çumra olup oranları sırasıyla %18,5, %13,3, %10,9, %10,3, %9,4 ve %7,7'dir. Aşırı kuraklık durumunun 12 aylık analizde toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %1,9 olup bu analiz döneminde aşırı kurak yıllar oranının en fazla olduğu istasyonlar sırasıyla Niğde (%7,3), Ereğli (%7,1), Beyşehir (%4), Aksaray (%3,7), Seydişehir (%3) ve Konya Havalimanı (%2,1)'dir. Karaman, Çumra, Karapınar, Cihanbeyli ve Kulu istasyonlarında ise aşırı kurak yıl gerçekleşmemiştir.

24 aylık analizde hafif kuraklık için havza genelinde ortalama değer %71'dir. Bu analiz dönemi için havza ortalamasının üzerinde olan istasyonlar Kulu (%80,8), Karaman ve Ereğli (%75), Karapınar (%74,2) ve Cihanbeyli (%72,7)'dir. 24 Aylık analiz içerisinde tüm istasyonlar için orta şiddette kuraklığın toplam kuraklık içerisindeki oranı %19,4'tür. Aksaray %37 ile toplam kuraklık içerisinde orta şiddette kuraklık oranının en yüksek oluğu istasyondur. Çumra %30,8 ve Seydişehir %21,2 orana sahip olup %20 değerini geçen istasyonlardır. Toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kuraklığın havza ortalaması %6,8'dir. %12,5 ile Konya Havalimanı ve %12 ile Beyşehir, şiddetli kurak yılların toplam kurak yıllar içerisinde en yüksek paya sahip olduğu istasyonlardır. Bu iki istasyonu takip eden istasyonlar ise Karapınar, Karaman, Cihanbeyli, Kulu ve Seydişehir olup sırasıyla %9,7, %9,4, %9,1, %7,7 ve %6,1 orana sahiptir. Aşırı kuraklığın bütün istasyonlarda toplam kurak yıllar içerisindeki ortalaması %2,5'dir. Bu oran 36 aylık dönemden sonra 6 aylık periyottaki aşırı kuraklık oranıyla beraber en yüksek seviyedir. Niğde (%7,3), Ereğli (%7,1), Beyşehir (%4), Aksaray (%3,7), Seydişehir (%3) ve Konya Havalimanı (%2,1) istasyonları 24 aylık analiz içinde aşırı kuraklığın görüldüğü istasyonlar olup diğer istasyonlarda aşırı kuraklık gerçekleşmemiştir.

36 aylık kuraklık analizi dönemi içerisinde havzada hafif kurak yılların toplam kuraklık içerisindeki oranı %70'dir. Ortalamanın üzerinde hafif kuraklık oranına sahip istasyonlar %81,8 ile Karaman, %78,1 ile Cihanbeyli, %77,4 ile Seydişehir ve %74,1 ile umra'dır. 36 aylık kuraklık dönemi içerisinde orta şiddette kuraklığın toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %18,9 olup %35,9 oran ile Konya Havalimanı en yüksek orana sahiptir. Bunu %26,9 ile Karapınar, %25 ile Aksaray, %23,1 ile Kulu ve %21,4 ile Niğde takip eder. Bu analiz dönemi içerisinde şiddetli kuraklığın toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %8,6'dır. Bu oran 6 ve 12 aylık periyottan sonraki en büyük orandır. şiddetli kurak yıllar oranının havza ortalaması üzerinde olduğu istasyonlar %14,3 ile Aksaray ve Beyşehir, %12,5 ile Cihanbeyli ve %9,3 ile Konya Havalimanı'dır. 36 aylık kuraklık durumu içerisinde aşırı kuraklığın toplam kuraklıkta havza ortalama oranı %2,6'dır. Bu oran bütün analiz dönemleri içerisindeki en yüksek seviyedir. Beyşehir, Seydişehir, Niğde, Kulu, Ereğli ve Konya Havalimanı aşırı kuraklık durumunun görüldüğü istasyonlardır. Bu istasyonların toplam kurak yıllar içerisindeki aşırı kurak yılların oranı sırasıyla %7,1, %6,5, %4,8, %3,8, %3,8 ve %2,3'tür. Karaman, Aksaray, Karapınar, umra ve Cihanbeyli'de aşırı kuraklık gözlenmemiştir.

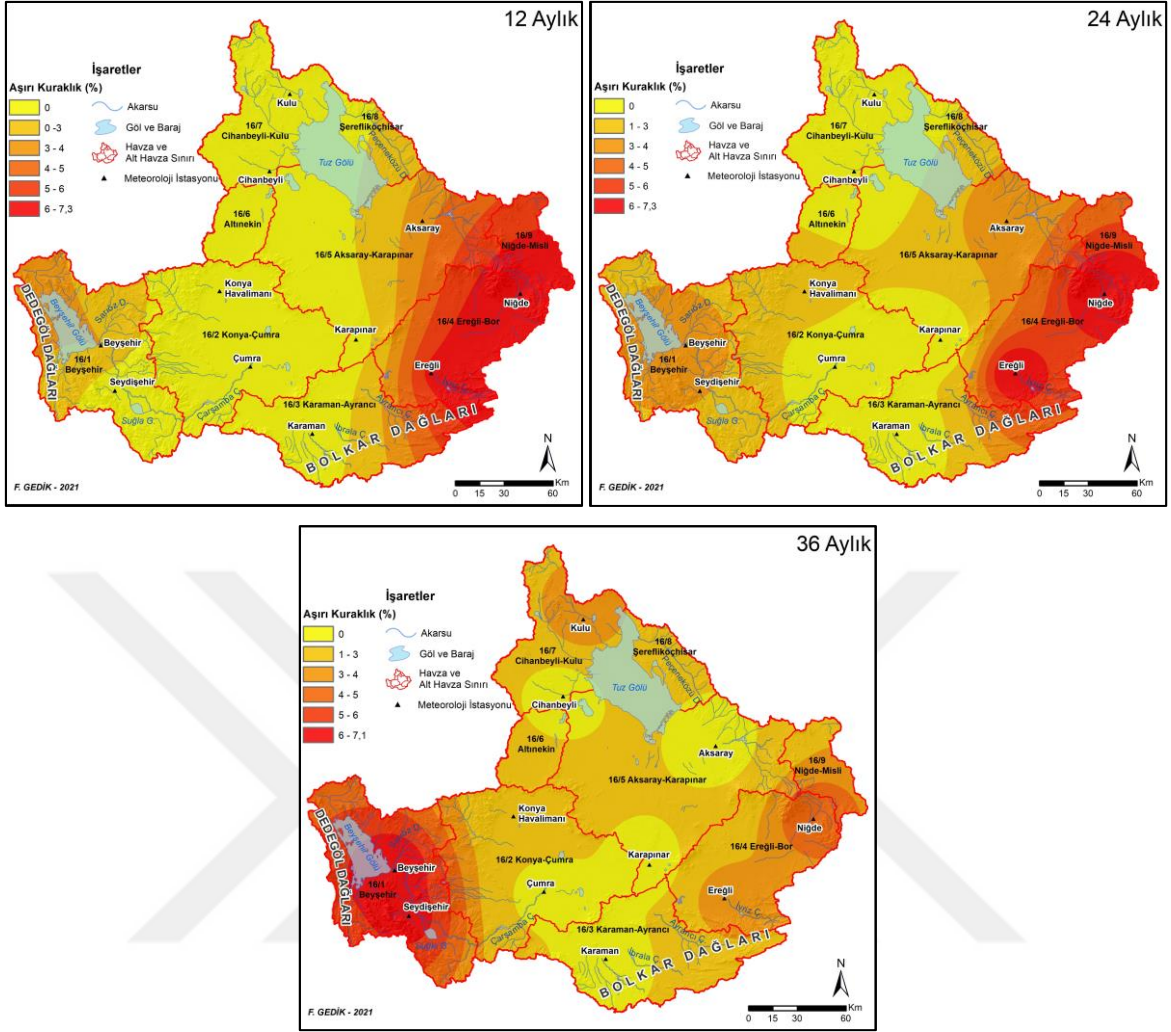
Aksaray, Karapınar, Konya Havalimanı ve Çumra istasyonlarında uzun süreli kuraklık durumunda (12, 24 ve 36 aylık) hafif kurak haricindeki kuraklıkların ortalaması kısa süreli kuraklık sınıfı ortalamasından fazladır. Diğer istasyonlarda ise uzun süreli kuraklık ortalaması içerisinde orta şiddette kuraklığın oranı kısa süreli kuraklıklardan düşüktür, fakat şiddetli ve aşırı kuraklıkların oranı yüksektir. Ayrıca tüm gözlem yılları içerisinde kısa süreli kuraklıklarda kurak geçen yılların ortalama oranı %55,2, uzun süreli kuraklıklarda ise %51,9'dur. Bu da havzada uzun süreli kuraklığın daha az gerçekleştiğine, fakat meydana geldiği zaman da kısa süreli kuraklıklardan daha şiddetli olduğuna ve kuraklığın süresinin uzamasıyla şiddetinin de arttığına işaret eder. Bu durum yerel coğrafi şartlara bağlı olarak değişmekle birlikte toprak nemi açığı sonucunda meydana gelen tarımsal kuraklık ve devamında yüzey ve yeraltı suları arzında meydana gelen açıklıkla oluşan hidrolojik kuraklık açısından gösterge olarak değerlendirilebilir.

Şekil 45'de şiddetli kuraklığın zaman içerisinde havzada gösterdiği değişim haritalandırılmıştır. 12 aylık analiz döneminde şiddetli kuraklığın en sık tekrarlandığı kesim havzanın doğusunda bulunan Aksaray'dır. Yine havzanın batısındaki Konya Havalimanı, Beyşehir ve Seydişehir de şiddetli kuraklığın orta sıklıkta gözlemlendiği kesimdir. Şiddetli kuraklığın en az yaşandığı bölgeler ise yağış miktarının en az olduğu Karapınar ve Cihanbeyli'dir. 24 aylık kuraklık döneminde şiddetli kuraklığın durumuna bakıldığında kuraklığın havzanın batısına yayıldığı görülür. Burada ön plana çıkan yerler Konya Havalimanı, Beyşehir, Cihanbeyli, Karapınar ve Karaman'dır. Şiddetli kuraklığın en az ortalamaya sahip olduğu bölüm ise havzanın doğusunda Ereğli ve Aksaray'dır. 36 aylık şiddetli kuraklıkta Aksaray, Beyşehir ve Cihanbeyli şiddetli kuraklığın en fazla görüldüğü yerler olurken, Kulu, Niğde, Karaman ve Seydişehir şiddetli kuraklığın en az orana sahip olduğu bölgeler olmuştur.



Şekil 44. 12, 24 ve 36 aylık SPI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı

Havzada 12, 24 ve 36 aylık aşırı kuraklığın durumuna bakıldığında (Şekil 46) kuraklığın doğudan batıya doğru yayıldığı gözlemlenir. 12 aylık aşırı kuraklık haritasında Ereğli, Niğde ve Aksaray'ın bulunduğu havzasının doğusunda kuraklığın daha fazla gerçekleştiği görülürken, 24 aylık haritada bunlara ek olarak Beyşehir, Seydişehir ve Konya Havalimanının yer aldığı havzanın batısında oran artışı belirgindir. 36 aylık aşırı kuraklık haritasında ise havzanın doğusunda kuraklık oranının azaldığı, buna karşılık batıdaki Beyşehir alt havzasında belirgin bir şekilde arttığı gözlenir. 36 aylık aşırı kuraklık durumunda Kulu'da da aşırı kuraklık oranında artış gerçekleşmiştir.



Şekil 45. 12, 24 ve 36 aylık SPI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kurak yıl oranının havzadaki dağılışı

Gerek şiddetli kuraklık gerekse aşırı kuraklık haritalarına bakıldığında kuraklık süresinin uzamasıyla kuraklığın doğudan batıya doğru yayılım gösterdiği görülmüştür. Bu durum havzanın batı kesiminin uzun süreli meteorolojik kuraklık karakteri bakımından önemli olduğunu ortaya koyar. Havzada yağışın en fazla olduğu bölgede, uzun süreli yağış açığı gözlenmesi dikkatle değerlendirmelidir. Özellikle havzanın en yağışlı bölümü olan Beyşehir alt havzasının uzun süreli kuraklıklardan en çok etkilenen kesim olması, gerek Beyşehir alt havzası gerekse bu alt havzanın fazla sularıya beslenen ve önemli tarımsal üretim potansiyeline sahip olan Konya-Çumra ve Karaman-Ayrancı alt havzaları için de potansiyel risk barındırır.

Tablo 11’de analiz edilen tüm istasyonların Mann-Kendall testi ve gidişler sınaması istatistik sonuçlarının anlamlılık düzeyleri verilmiştir. Elde edilen sonuca göre 24 ve 36 aylık kuraklıklar istatistiksel olarak önemli sayılır. 24 aylık analizlerde Karapınar haricindeki diğer istasyonların hepsinde, 36 aylık analizlerde ise bütün istasyonlarda anlamlılık gözlenir. 24 aylık SPI’da Kulu’da, 36 aylık SPI’da Beyşehir ve Kulu istasyonlarında hem kuraklığın eğilimi hem de ısrar ve dönerselliği bakımından önemli iken diğer istasyonlarda eğilim yönünde bir anlamlılığa rastlanmamıştır.

Tablo 11

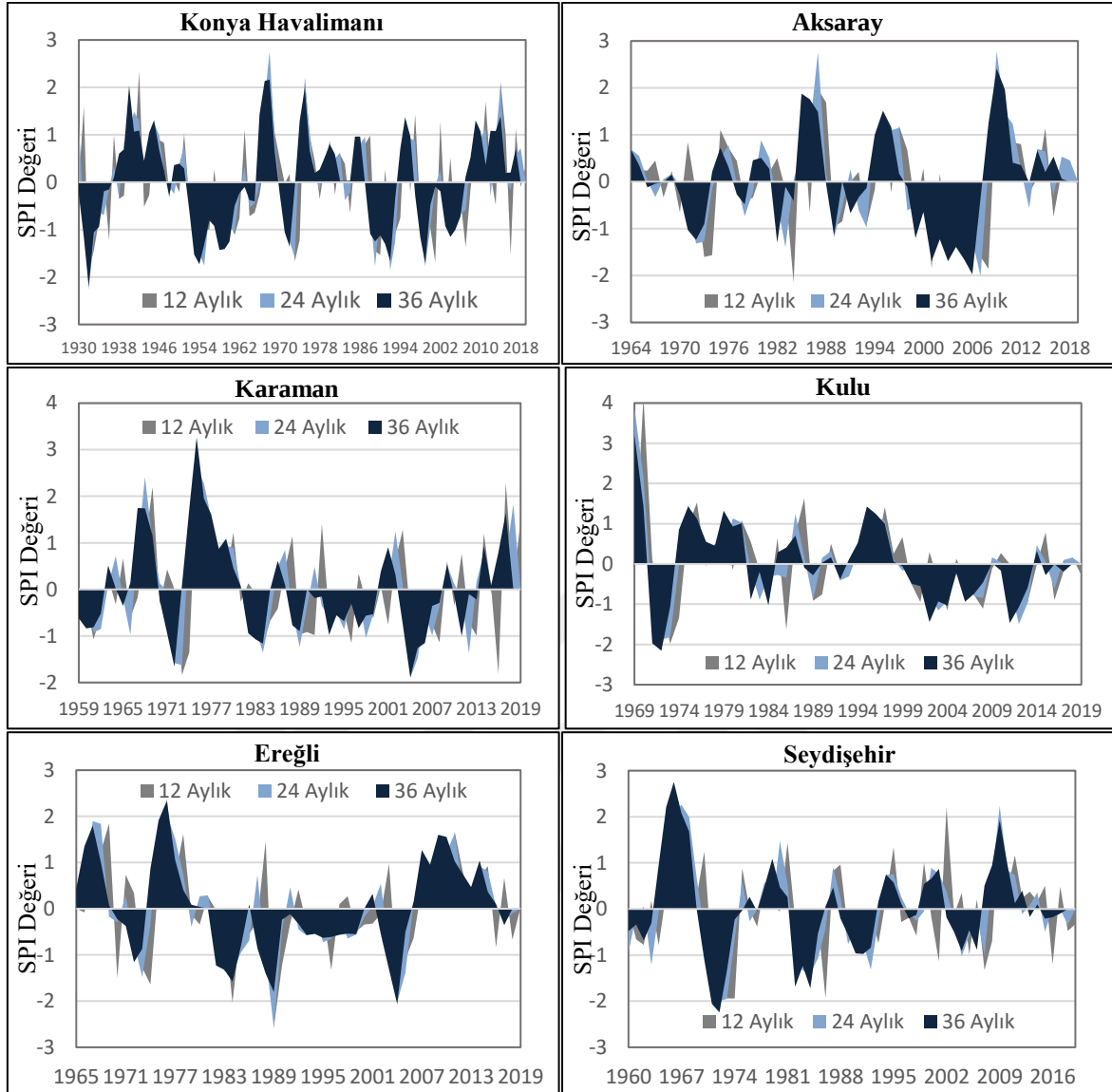
İstasyonların SPI değerlerinin mann-kendall ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları

%95 Düzeyinde Anlamlı					%99 Düzeyinde Anlamlı				
İstasyon	Test İstatistikleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	6 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
Konya	M-K Testi	0,734	0,813	0,832	0,154	0,780	0,088	0,571	0,299
	Gidişler	0,141	0,090	0,832	0,203	0,374	0,766	0,018	0,000
Cihanbeyli	M-K Testi	0,632	0,575	0,322	0,415	0,444	0,540	0,367	0,277
	Gidişler	0,766	0,365	0,899	0,697	0,997	0,553	0,008	0,000
Aksaray	M-K Testi	0,576	0,134	0,876	0,441	0,446	0,727	0,948	0,958
	Gidişler	0,239	0,059	0,281	0,103	0,557	0,997	0,018	0,000
Beyşehir	M-K Testi	0,452	0,583	0,120	0,072	0,700	0,298	0,072	0,009
	Gidişler	0,695	0,298	0,602	0,118	0,238	0,513	0,006	0,000
Karaman	M-K Testi	0,655	0,538	0,344	0,663	0,665	0,646	0,893	0,496
	Gidişler	1,000	0,697	0,899	0,367	1,000	1,000	0,000	0,018
Ereğli	M-K Testi	0,852	0,264	0,706	0,486	0,526	0,870	0,715	0,914
	Gidişler	0,297	0,481	0,685	0,221	0,655	0,297	0,025	0,000
Niğde	M-K Testi	0,266	0,526	0,693	0,213	0,988	0,787	0,714	0,545
	Gidişler	0,297	0,327	0,744	0,230	0,655	0,297	0,025	0,000
Kulu	M-K Testi	0,173	0,018	0,553	0,935	0,020	0,130	0,033	0,004
	Gidişler	0,101	0,204	0,890	0,481	0,655	0,881	0,005	0,011
Seydişehir	M-K Testi	0,168	0,536	0,115	0,043	0,460	0,829	0,492	0,440
	Gidişler	0,655	0,435	0,120	0,298	1,000	0,881	0,039	0,003
Çumra	M-K Testi	0,576	0,049	0,230	0,606	0,570	0,883	0,748	0,603
	Gidişler	0,297	0,307	0,662	0,307	0,297	0,297	0,003	0,018

“Tablo 11’in devamı”

Karapınar	M-K Testi	0,788	0,123	0,019	0,296	0,684	0,674	0,446	0,556
	Gidişler	0,297	0,106	0,106	0,177	1,000	1,000	0,101	0,003

Yukarıdaki istatistiklere bağlı olarak Şekil 47’de seçilmiş istasyonlarda uzun süreli kuraklık analizleri sonucunda elde edilen indis değerlerinin zaman içerisinde gösterdiği değişim verilmiştir. Konya Havalimanı’na bakıldığında özellikle 1950-1960, 1988-1994 ve 1998-2008 yılları arasında uzun süreli kuraklığın hâkim olduğu ve orta ve şiddetli kuraklığın sıklıkla gerçekleştiği görülür. Aksaray istasyonunda 1998’e kadar kurak ve kurak olmayan dönemlerin birbirini takip ettiği ve kuraklığı ekseriyetle hafif ve orta şiddette gerçekleştiği, fakat 1998-2008 yılları arasında uzun süren bir kurak periyodun yaşandığı ve günümüze yaklaştıkça kuraklığın şiddetinin hafif kuraktan şiddetli ve aşırı kuraklığa eriştiği anlaşılar. Karaman’da 1982-2013 yılları arasında 1’er yıllık nemli dönemlerle kesintiye uğrayan orta ve şiddetli kuraklık dönemleri söz konusudur. 1970-1973, 1982-1985, 1988-1990 ve 1991-1993 yılları arasında kısa aralıklarla çoğunlukla hafif şiddette kuraklığın gerçekleştiği Kulu’da, 1998-2019 yıllar arasında 1’er yıllık nemli devrelerle kesintiye uğrayan ve kuraklığın şiddetinin orta kuraklığa çıktığı kurak bir dönem vuku bulmuştur. 1969-1974 yılları arasında hafif ve orta şiddette kuraklığın yaşandığı Ereğli’de, 1980-2005 yılları arasında 1 ve 2’şer yıllık arayla zaman zaman şiddetli ve aşırı kuraklığın tekrar ettiği bir periyot gözlenirken; havzanın en yağışlı istasyonu olan Seydişehir’de 1960-1962, 1968-1974, 1982-1986, 1988-1991 ve 2002-2006 yılları arasında gerçekleşen ve kuraklık şiddetinin aşırı ve şiddetli kuraktan orta ve hafif kurağa evrildiği kuraklık dikkat çekicidir. Seydişehir haricindeki diğer istasyonlarda yakın tarihe gelindikçe kuraklığın şiddetinde bir artış gözlenmiştir.



Şekil 46. Seçilmiş istasyonlarda SPI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim

5.2. Hidrolojik Kuraklık

5.2.1. Akım Kuraklığı

Analiz’de verileri kullanılan istasyonlara ait özet bilgiler tablo 2’de verilmiştir. SDI analiz sonuçları Tablo 12’den yorumlanmıştır.

Tablo 12

SDI analiz sonuçlarına göre kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

HAFİF KURAK		ORTA KURAK			ŞİDDETLİ KURAK		AŞIRI KURAK		
İstasyon	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
D16A013	78,9	90,0	83,3	66,7	66,7	72,2	78,9	82,4	77,8
	21,1	10,0	16,7	33,3	33,3	27,8	21,1	11,8	16,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	5,6
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A104	92,9	76,9	87,5	71,4	71,4	78,6	76,9	92,3	66,7
	0,0	23,1	12,5	21,4	21,4	14,3	15,4	0,0	33,3
	0,0	0,0	0,0	7,1	7,1	7,1	7,7	7,7	0,0
	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A014	81,3	90,0	100,0	78,6	84,2	89,5	84,2	93,8	93,3
	18,8	10,0	0,0	7,1	15,8	10,5	15,8	6,3	6,7
	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A101	100,0	72,2	85,0	100,0	68,8	75,0	77,8	66,7	68,8
	0,0	27,8	15,0	0,0	18,8	25,0	16,7	22,2	6,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	5,6	11,1	25,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A115	95,2	66,7	56,3	83,3	66,7	77,8	68,4	56,3	53,3
	4,8	27,8	25,0	16,7	33,3	16,7	21,1	31,3	40,0
	0,0	5,6	18,8	0,0	0,0	5,6	10,5	12,5	6,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E16A021	100,0	78,9	72,2	70,6	78,9	66,7	68,8	68,4	76,5
	0,0	21,1	22,2	11,8	10,5	22,2	18,8	26,3	17,6
	0,0	0,0	5,6	17,6	10,5	11,1	12,5	5,3	5,9
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A003	100,0	55,6	73,3	77,8	77,8	70,6	66,7	64,7	66,7
	0,0	38,9	13,3	0,0	11,1	17,6	20,0	29,4	27,8
	0,0	5,6	6,7	22,2	11,1	5,9	6,7	0,0	5,6
	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	5,9	6,7	5,9	0,0
D16A078	95,2	75,0	64,7	100,0	68,8	72,2	73,7	70,6	70,6
	4,8	20,0	35,3	0,0	25,0	16,7	15,8	29,4	23,5
	0,0	5,0	0,0	0,0	6,3	11,1	10,5	0,0	5,9
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A080	52,9	35,7	58,8	100,0	30,8	46,7	56,3	43,8	40,0
	47,1	50,0	35,3	0,0	61,5	46,7	43,8	56,3	60,0
	0,0	14,3	5,9	0,0	7,7	6,7	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D16A126	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

“Tablo 12’nin devamı”

D16A048	100,0	100,0	58,8	62,5	100,0	84,2	61,1	64,7	58,8
	0,0	0,0	23,5	12,5	0,0	5,3	38,9	35,3	41,2
	0,0	0,0	17,6	25,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
D16A100	80,0	82,4	85,7	95,2	76,5	73,7	66,7	78,9	71,4
	15,0	14,5	9,5	4,8	17,6	21,1	27,8	15,8	14,3
	5,0	0,0	4,8	0,0	5,9	5,3	5,6	0,0	14,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0
D16A28	76,2	64,6	77,8	100,0	72,2	84,2	78,9	58,8	60,0
	23,8	18,5	22,2	0,0	27,8	15,8	21,1	29,4	13,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	26,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E16A023	33,3	40,2	18,2	25,0	33,3	33,3	25,0	18,2	27,3
	58,3	40,2	72,7	66,7	50,0	50,0	66,7	72,7	72,7
	8,3	8,0	9,1	8,3	16,7	16,7	8,3	9,1	0,0
	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sonbahar mevsimi, tüm analiz dönemlerinde havza genelinde toplam kurak yıllar içerisinde %84,7 ortalama ile hafif kuraklığın en belirgin olduğu periyottur. 5 istasyon için hafif kuraklığın oranı %100 olup bunların 3’ü Beyşehir alt havzasında Beyşehir ve Suğla Gölleri’nin doğu ve güneydoğusunda, 2’si Aksaray-Karapınar alt havzasındadır. Havza ortalaması %13,8 olan orta şiddette kuraklığın gözlemlendiği istasyon sayısı 8’dir. Bunlardan Cihanbeyli-Kulu alt havzasının oranı %58,3, Aksaray-Karapınar alt havzasının oranı 47,1’dir. Orta şiddette kuraklığın görüldüğü diğer istasyonlar Konya-Çumra ve Beyşehir alt havzasında Beyşehir ve Suğla Gölleri’nin güney ve batısındaki istasyonlardır. En düşük orta şiddette kuraklık oranına sahip dönem sonbahar mevsimidir. Şiddetli kuraklık oranı da sonbahar mevsimi için diğer analiz dönemlerine kıyasla en düşük olan dönemdir (%1). Sadece Cihanbeyli-Kulu (%8,3) ve Konya-Çumra (%5) alt havzasında şiddetli kuraklık tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde aşırı kuraklığın görüldüğü tek istasyon Beyşehir Gölü çıkış istasyonu olup toplam kuraklık içerisinde aşırı kuraklığın oranı %7,1’dir.

Kış mevsiminde hafif kuraklığın oranı havza genelinde %73,4’dür. Hafif kuraklık oranının en yüksek olduğu istasyonlar Beyşehir Gölü’nün doğu ve batısında, Konya-Çumra ve Aksaray-Karapınar alt havzasında iki istasyondur. Bu mevsimde toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %21,6 olan orta şiddette kuraklık için en yüksek orana sahip olan istasyonlar Aksaray-Karapınar (%50) ve Cihanbeyli-Kulu (%40,2) alt havzalarındadır. Ortalamanın üzerindeki istasyonlar ise Beyşehir Gölü’nün doğusundaki istasyonlardır.

Havza ortalaması %2,7 olan şiddetli kuraklık 5 istasyon için tespit edilmiştir. Bunlardan Aksaray-Karapınar (%14,3) ve Cihanbeyli-Kulu (%8) en yüksek orana sahip alt havzalardır. Şiddetli kuraklığın gözlemlendiği diğer istasyonlar ise Suğla Gölü çevresindekilerdir. Kış mevsiminde aşırı kuraklığın gözlemlendiği tek alt havza Cihanbeyli-Kulu olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %8'dir.

İlkbahar mevsiminde hafif kuraklığın toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %73'dür. Hafif kuraklığın en belirgin olduğu istasyonlar Beyşehir Gölü çevresinde, Konya-Çumra ve Aksaray-Karapınar alt havzasındakilerdir. Toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %21,7 olan orta şiddette kuraklığın en belirgin olduğu istasyonlar ise Cihanbeyli-Kulu (%72,7), Aksaray-Karapınar (%35,3) ve Suğla gölünün güney ve kuzeyinde bulunan iki istasyondur (%35,3-%25). Şiddetli kuraklığın görüldüğü istasyon sayısı 7 olup bunlar Suğla Gölü çevresinde (%18,8, %6,7, %5,6), Aksaray-Karapınar havzasının doğusunda iki istasyon (%17,6, %5,9), Cihanbeyli-Kulu (%9,1) ve Konya-Çumra (%4,8) alt havzasındadır. İlkbahar mevsimi için aşırı kuraklığın görüldüğü tek istasyon, Çarşamba Çayı üzerinde, Beyşehir alt havzasının çıkışında bulunan istasyon olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %6,7'dir.

Yaz mevsimi için toplam kurak yıllar içerisindeki hafif kurak yılların oranı %80,8'dir. Bu oran Sonbahar mevsiminden sonra en yüksek değerdir. Hafif kurak oranının en yüksek değere sahip olduğu istasyonlar Suğla Gölü'nün güney ve batısında, Beyşehir'in doğusunda, Konya-Çumra, Aksaray-Karapınar ve Karaman-Ayrancı alt havzasındadır. Bunlardan Konya-Çumra alt havzası (%95,2) ve Suğla Gölü güneyindeki (%83,3) hariç diğerlerinin oranı %100'dür. Sonbahar mevsiminden sonra en düşük orta şiddette kuraklık oranına (%12,4) sahip olan dönem yaz mevsimidir. Orta şiddette kurak oranının en yüksek olduğu istasyonlar, Cihanbeyli-Kulu (%66,7), Beyşehir Gölü'nün kuzeybatısı (%33,3), Beyşehir Gölü çıkışı (%21,4), Suğla Gölü güneyi (%16,7) ve Aksaray-Karapınar alt havzasının doğusundaki (%12,5) istasyonlardır. Şiddetli kuraklığın görüldüğü istasyon sayısı 6'dır. Bunlardan en yüksek orana sahip olan istasyonlar Cihanbeyli-Kulu, Suğla Gölü'nün doğusu ve kuzeyi ile Beyşehir Gölü çıkış istasyonları olup oranı sırasıyla %25, %22,2, %17,6 ve %14,3'dir. Yaz mevsimi için aşırı kurak istasyona rastlanmamıştır.

6 aylık kuraklık için hafif kuraklığın oranı %71,1'dir. Hafif kuraklık oranının en yüksek olduğu istasyonlar, Aksaray-Karapınar alt havzasının doğu ve batısındaki 2 istasyon (%100), Beyşehir Gölü'nün güneyi (%84,2), Suğla Gölü'nün kuzeyi (%78,9) ve doğusunda (%77,8) ve Konya-Çumra alt havzasındaki (%76,5) istasyonlardır. Havza ortalaması %23,3 olan orta şiddette kuraklığın belirgin olduğu istasyonlar, Aksaray-Karapınar (%61,5), Cihanbeyli-Kulu (%50), Suğla Gölü'nün güneyi ve Beyşehir Gölü'nün kuzeybatısındaki (%33,3) istasyonlardır. 36 aylık kuraklıktan sonra şiddetli kuraklığın havza ortalaması en çok olduğu dönem 6 aylık kuraklıktır (%5,6). Cihanbeyli-Kulu, Beyşehir kanalı, Suğla Gölü kuzeyi, Aksaray-Karapınar alt havzası ve Beyşehir Gölü çıkışı şiddetli kuraklığın en belirgin olduğu istasyonlar olup toplam kuraklık içerisindeki oranları sırasıyla %16,7, %12,5, %10,5, %7,7 ve %7,1'dir. 6 aylık kuraklık durumunda aşırı kurak istasyona rastlanmamıştır.

9 aylık kuraklık için hafif kuraklığın havza ortalaması %73'tür. Aksaray-Karapınar alt havzasının batısı (%100) ve doğusu (%84,2), Beyşehir Gölü güneyi (%89,5) ve Karaman-Ayrancı (%84,2) hafif kuraklık açısından ön plandadır. Havza ortalaması %20,7 olan orta şiddette kuraklık bakımından en yüksek orana sahip istasyon Cihanbeyli-Kulu alt havzasında yer alan istasyon olup toplam kuraklık içerisindeki oranı %50'dir. Bunu %46,7 ile Aksaray-Karapınar'ın doğusundaki, %27,8 ile Beyşehir Gölü'nün kuzeybatısındaki ve %25 ile Beyşehir kanalı üzerindeki istasyonlar takip eder. Şiddetli kuraklığın havza ortalaması %5,3'tür. Cihanbeyli-Kulu (%16,7), Suğla Gölü'nün kuzey ve kuzeybatısı (%11,1), Beyşehir Gölü çıkışı (%7,1) ve Aksaray-Karapınar alt havzasının doğusundaki (%6,7) istasyonlar şiddetli kuraklık oranının en fazla olduğu istasyonlardır. Aşırı kuraklığın görüldüğü istasyonlar, Beyşehir alt havzasında Çarşamba Çayı'nın Konya-Çumra alt havzasına geçiş yaptığı bölgede ve Aksaray-Karapınar alt havzasında Peçeneközü Deresinin Manasın Barajına giriş yaptığı bölgede bulunanlar olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranları sırasıyla %5,9 ile %5,3'tür.

12 aylık kuraklık için hafif kuraklığın oranı %70,2'dir. %100 ile Aksaray-Karapınar alt havzası, %84,2 ile Beyşehir Gölü çıkışı, %78,9 ile Beyşehir Gölü'nün kuzeybatısı ve Karaman-Ayrancı hafif kuraklığın en fazla görüldüğü istasyonlardır. Orta şiddette kuraklığın havza ortalaması %24,5 olup en yüksek orana sahip olan istasyonlar, Cihanbeyli-Kulu (%66,7), Aksaray-Karapınar alt havzasının doğusunda Manasın baraj çıkışı (%43,8) ve girişi

(%38,9) ve Konya-Çumra alt havzasında yer alan istasyondur (%27,8). Havza ortalaması %4,8 olan şiddetli kuraklık oranının en yüksek olduğu istasyonlar Suğla Gölü kuzeyi (%12,5), güneyi ve kuzeybatısı (%10,5), Cihanbeyli-Kulu alt havzası (%8,3) ve Beyşehir Gölü çıkışındaki (%7,7) istasyonlardır. Aşırı kuraklığın görüldüğü tek istasyon Beyşehir alt havzasının Konya-Çumra alt havzasına açıldığı bölgede bulunan istasyon olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %6,7'dir.

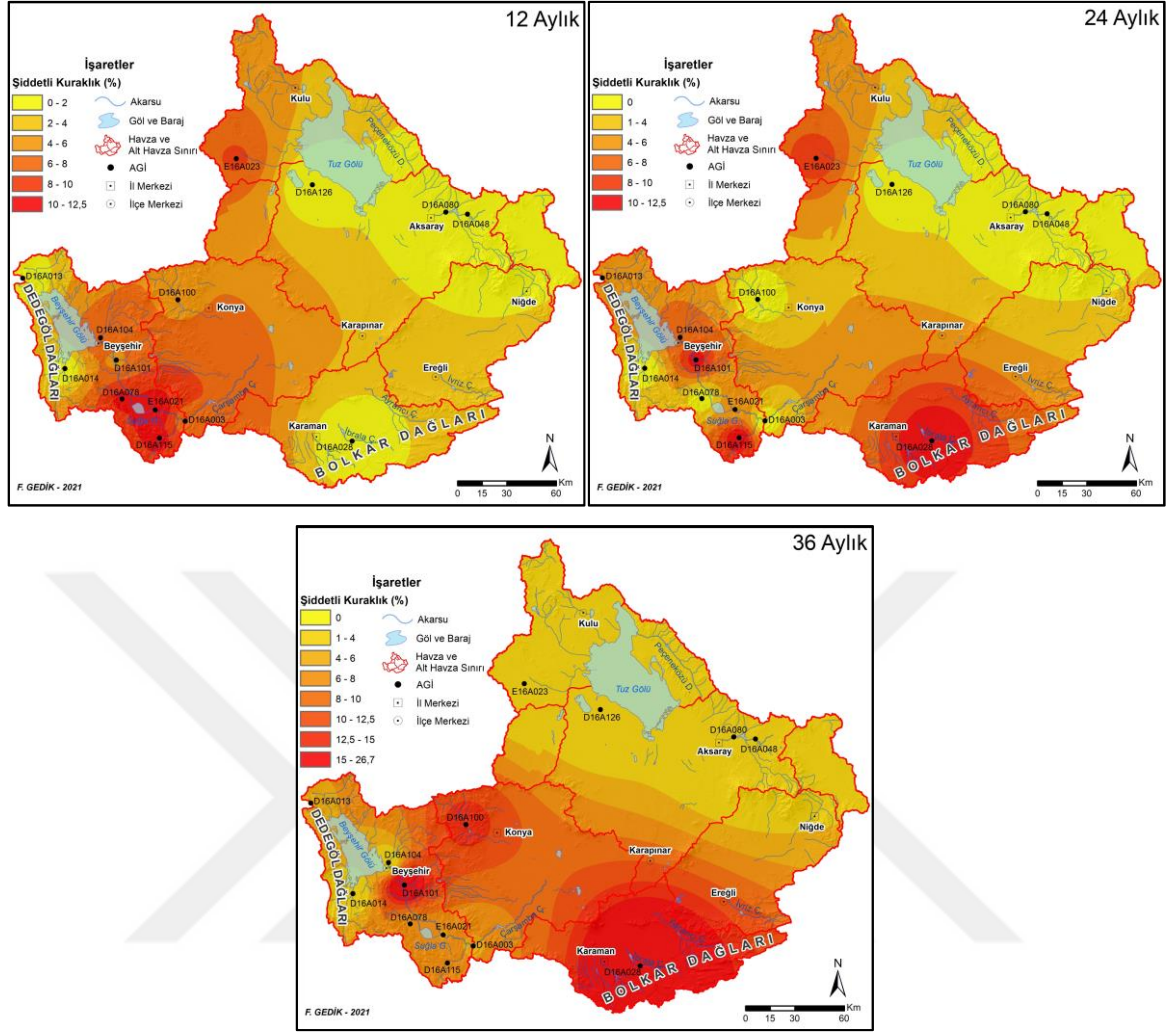
24 aylık kuraklıkta hafif kuraklığın oranı %68,5 olup 36 aylık kuraklıktan sonra en düşük orana sahip olan dönemdir. Hafif kuraklık oranının en yüksek olduğu istasyonlar Aksaray-Karapınar alt havzasının batısı (%100), Beyşehir Gölü'nün güneyi (%93,8), Beyşehir Gölü çıkışı (%92,3) ve Beyşehir Gölü'nün kuzeybatısında (%82,4) bulunan istasyonlardır. Havza ortalaması %26,1 olan orta şiddette kuraklığın oranı, 36 aylık kuraklık oranından sonraki en yüksek seviyedir. Cihanbeyli-Kulu (%72,7), Aksaray-Karapınar alt havzasının doğusundaki manasın baraj çıkışı (%56,3) ve girişi (%35,3), Karaman-Ayrancı, Suğla Gölü'nün doğu ve batısındaki (%29,4) istasyonlar orta şiddette kuraklığın en belirgin olduğu istasyonlardır. Şiddetli kuraklığın havza ortalaması %4,5 olup, %12,5 ile Suğla Gölü güneyi, %11,8 ile Cihanbeyli-Kulu, %11,1 ile Beyşehir kanalındaki istasyonlar orta şiddette kuraklık açısından belirgindir. Aşırı kuraklık durumu, 36 aylık kuraklıkta 9 aylık analizle beraber ortalama olarak en yüksek seviyeye sahiptir (%0,8). Bu dönemde aşırı kuraklığın görüldüğü iki istasyon tespit edilmiştir. Bunlar Çarşamba Çayı'nın Konya-Çumra alt havzasına geçiş yaptığı bölgede yer alan istasyon ile Konya-Çumra alt havzasındaki istasyon olup, toplam kuraklık içerisindeki oranları sırasıyla %5,9 ile %5,3'tür.

36 aylık kuraklık için hafif kuraklığın oranı ortalama olarak %66,5 olup bütün analiz dönemleri içerisinde en düşük orandır. Aksaray-Karapınar alt havzasının batısı, Beyşehir Gölü'nün güneyi ve kuzeybatısı ve Suğla Gölü'nün kuzeyi hafif kuraklık oranının en yüksek olduğu istasyonlar olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı sırasıyla %100, %93,3, %77,8 ve %76,5'dir. Orta şiddette ve şiddetli kuraklığın en yüksek havza ortalamasına sahip olduğu analiz dönemi 36 aylık kuraktır. Orta şiddette kuraklığın havza ortalaması %26,7'dir. %72,7 ile Cihanbeyli-Kulu, %60 ve %41,2 ile Aksaray-Karapınar alt havzasının doğusundaki Manasın baraj çıkış ve girişi ve %40 ile Suğla Gölü güneyi orta şiddette kuraklığın belirgin olduğu istasyonlardır. Havza ortalaması %6,8 olan şiddetli kuraklık oranının yüksek olduğu

istasyonlar, Karaman-Ayrancı (%26,7), Beyşehir kanalı (%25) ve Konya-Çumra alt havzasında (%14,3) yer alan istasyonlardır. 36 aylık kuraklık için aşırı kuraklık durumuna rastlanmamıştır.

6, 9, 12, 24 ve 36 aylık kuraklık dönemleri içerisinde şiddetli ve aşırı kuraklıkların havza ortalama toplam oranının en yüksek olduğu kuraklık dönemleri sırasıyla 36, 9, 6, 12 ve 24 aylık kuraklıklardır. Sonuç olarak meteorolojik kuraklığa benzer bir sonuca varılarak, uzun süreli kuraklığın daha nadir gerçekleştiği, fakat uzun süreli kuraklıkta kuraklığın şiddetinin kısa süreli kuraklıklardan daha fazla olduğu değerlendirilmesi yapılabilir. 6 ve 9 aylık kuraklıkta şiddetli ve aşırı kurak durumu diğer uzun süreli kuraklıkların oranından fazladır.

Şekil 48’de 12, 24 ve 36 aylık analiz dönemlerinde şiddetli kuraklığın havzadaki yayılımı gösterilmiştir. Akım kuraklığında aşırı kurak yılların oranı az olduğu ve yalnızca 4 istasyonda görüldüğü için sadece şiddetli kuraklık haritası oluşturulmuştur. 12 aylık kuraklıkta şiddetli kuraklığın hâkim olduğu kesim, Suğla Gölü çevresi, Beyşehir Gölü’nün doğusu ve Cihanbeyli-Kulu alt havzasıdır. 24 aylık kuraklığa gelindiğinde Suğla Gölü’nün güneyi hariç çevresinde kuraklığın azaldığı, Beyşehir Gölü doğu ve batısında ise kuraklığın hâkim olduğu gözlenir. Bu dönemde Konya-Çumra alt havzasında kuraklık oranı azalmışken Karaman-Ayrancı alt havzasında belirgin bir şekilde kuraklık artışı dikkati çeker. 36 aylık kuraklık durumunda ise havzanın kuzeyinde kuraklık gerçekleşmemiş, kuraklık Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı alt havzaları ile Beyşehir alt havzasının doğusuna yayılmıştır. Aynı zamanda 36 aylık kuraklıkta kuraklığın oranında da belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir.



Şekil 47. 12, 24 ve 36 aylık SDI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı

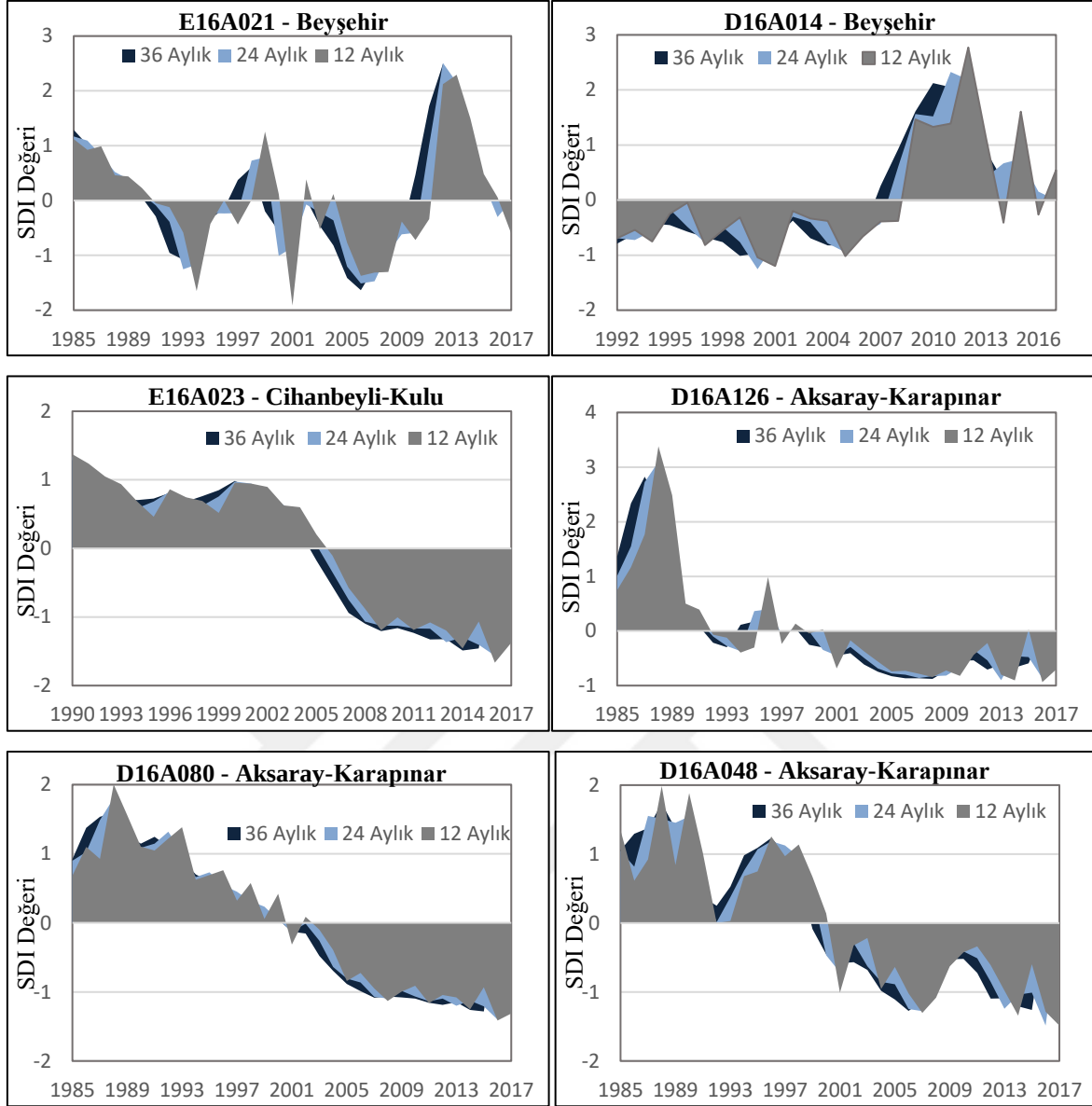
Tablo 13'ten de anlaşılacağı üzere mevsimlik analizlerden ziyade orta ve uzun vadeli kuraklıklarda kuraklığın trend ve ısrarı istatistiksel olarak daha anlamlıdır ve daha fazla sayıda analiz döneminde tekrar etmiştir. Sonbahar mevsiminde 8, kış mevsiminde 5, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde 6, 6 aylıkta 7, 9 ve 12 aylıkta 5, 24 aylıkta 10 ve 36 aylıkta 14 istasyonda Mann-Kendal ve Gidişler sınavasının herhangi birinde anlamlılık görülmüştür. Bu sonuçlara bakılarak kuraklık süresinin uzadıkça kuraklığın eğilim ve dönemseliğinin belirginleştiği sonucuna varılır. Tüm analiz dönemleri göz önüne alındığında daha az sayıda anlamlı sonuçlar veren SDI dönemlerine Beyşehir ve Konya-Çumra alt havzasındaki bazı istasyonlarda rastlanır. Beyşehir alt havzasında adı geçen bu istasyonlarda pozitif yönde bir eğilim gözlenmiş olup istasyonların çoğu akarsuların kaynak kesimindeki dağlık alanlarda yer almaktadır.

Tablo 13

İstasyonların SDI değerlerinin mann kendall ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları

%95 Düzeyinde Anlamlı					%99 Düzeyinde Anlamlı					
İstasyon	Test İstatistikleri	Son.	Kış	İlk.	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
D16A013	M-K Testi	0,206	0,804	0,609	0,457	0,828	1,000	0,901	0,922	0,622
	Gidişler	0,208	0,482	1,000	0,482	1,000	1,000	1,000	0,007	0,001
D16A104	M-K Testi	0,484	0,467	0,290	0,808	0,494	0,912	0,912	0,815	0,960
	Gidişler	1,000	0,317	0,841	0,548	0,548	0,548	0,548	0,223	0,022
D16A014	M-K Testi	0,607	0,003	0,008	0,467	0,000	0,003	0,011	0,004	0,006
	Gidişler	0,418	0,161	0,161	0,841	0,003	0,028	0,161	0,004	0,007
D16A101	M-K Testi	0,746	0,252	0,757	0,828	0,183	0,457	0,369	0,364	0,040
	Gidişler	0,857	0,996	0,076	0,996	0,996	0,996	0,996	0,590	0,145
D16A115	M-K Testi	0,098	0,642	0,107	0,258	0,495	0,088	0,094	0,038	0,008
	Gidişler	0,002	0,158	1,000	0,996	0,158	0,719	0,719	0,106	0,003
E16A021	M-K Testi	0,000	0,975	0,188	0,620	0,083	0,369	0,306	0,364	0,486
	Gidişler	0,106	0,078	0,482	0,013	0,013	0,078	0,078	0,002	0,001
D16A003	M-K Testi	0,000	0,710	0,004	0,710	0,951	0,439	0,877	0,650	0,799
	Gidişler	0,208	0,013	0,291	0,001	0,013	0,078	0,078	0,001	0,001
D16A078	M-K Testi	0,299	0,757	0,588	0,107	0,901	0,321	0,292	0,364	0,179
	Gidişler	0,106	1,000	0,727	1,000	0,482	1,000	1,000	0,208	0,000
D16A080	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D16A126	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,078	0,078	0,000	0,013	0,013	0,000	0,000
D16A048	M-K Testi	0,000	0,000	0,163	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,013	0,001	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000
D16A100	M-K Testi	0,112	0,292	0,439	0,901	0,457	0,495	0,439	0,664	0,746
	Gidişler	0,590	0,719	0,482	0,078	0,719	0,719	0,482	0,158	0,048
D16A028	M-K Testi	0,020	0,083	0,145	0,321	0,306	0,154	0,154	0,041	0,002
	Gidişler	0,857	1,000	0,719	0,996	0,996	0,727	0,727	0,482	0,019
E16A023	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Mann-Kendall ve gidişler analizlerinin anlamlı olduğu istasyonlarda 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklarda indis değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişimlere bakıldığında (Şekil 49) Suğla Gölü'nün doğusunda bulunan E16A021 no'lu istasyonda 1991-1997 ve 2000-2010 yılları arasında sadece 2002 ve 2004 yıllarındaki kesintiye uğrayan kuraklık belirgindir. Bu istasyon için kuraklığın şiddeti çoğunlukla hafif kurak olsa da kuraklık serilerinin ortasında meydana gelen orta ve şiddetli kuraklığa da rastlanır. 2011-2015 yılları arasındaki indis değerlerinde ise belirgin bir artış söz konusudur. Beyşehir Gölü'nün güneyinde konumlanan D16A014 no'lu AGİ'de ise 1992-2008 yılları arasında çoğunlukla hafif kurak olan kuraklık belirgindir. 2008'den 2017 yılına kadar ise indis değerlerinde kesintisiz bir artış vardır. Bu artış sadece 12 aylık kuraklıkta 2014 ve 2016 yıllarında kesintiye uğramıştır. İstasyon için indis değerlerinde pozitif yönlü bir anlamlılık tespit edilmiştir. Bu bağlamda havzadaki tek istasyon olma özelliğine sahiptir. Cihanbeyli-Kulu alt havzasındaki E16A023 no'lu istasyonda 1990-2005 yılları arasındaki dönemde kuraklık gözlenmemiş olup, 2006-2017 yılları arasında çoğunluğu orta şiddette kuraklıktan oluşan ve git gide kuraklığın şiddetinin arttığı kuraklık söz konusudur. Aksaray-Karapınar alt havzasının batısında bulunan D16A126 no'lu AGİ'de 12 aylık kuraklık için 1992-1995, 24 aylık kuraklık için 1992-1994 ve 36 aylık kuraklık için 1992-1993 yılları, gözlemlenen yıl aralığının ilk kurak dönemidir. Diğer kurak periyot 1999-2017 yılları arasında meydana gelmiş olup hepsi hafif kurak derecesindedir. 1985-2001 yılına kadar kuraklığın olmadığı Aksaray-Karapınar alt havzasında Manasın baraj çıkışında bulunan D16A080 no'lu istasyonda 2001-2017 yılları arasında kesintisiz kuraklık söz konusudur. Özellikle 2006 yılından sonraki kuraklıkların tamamı orta şiddette gerçekleşmiştir. Manasın baraj girişinde bulunan D16A048 no'lu AGİ de ise baraj çıkış istasyonuna benzer bir kuraklık gidişi görülür. 1985-1998 yılları arasında kurak yılın olmadığı istasyonda 1999-2017 yılları arasında kesintisiz bir kuraklık söz konusudur. 2008-2011 yılları arasında kuraklığın şiddetinde azalma gerçekleşse de, 12 aylık kuraklık hariç (sadece 2015 yılı için) 2012 yılından sonraki kuraklıkların tamamı orta şiddette kuraktır.



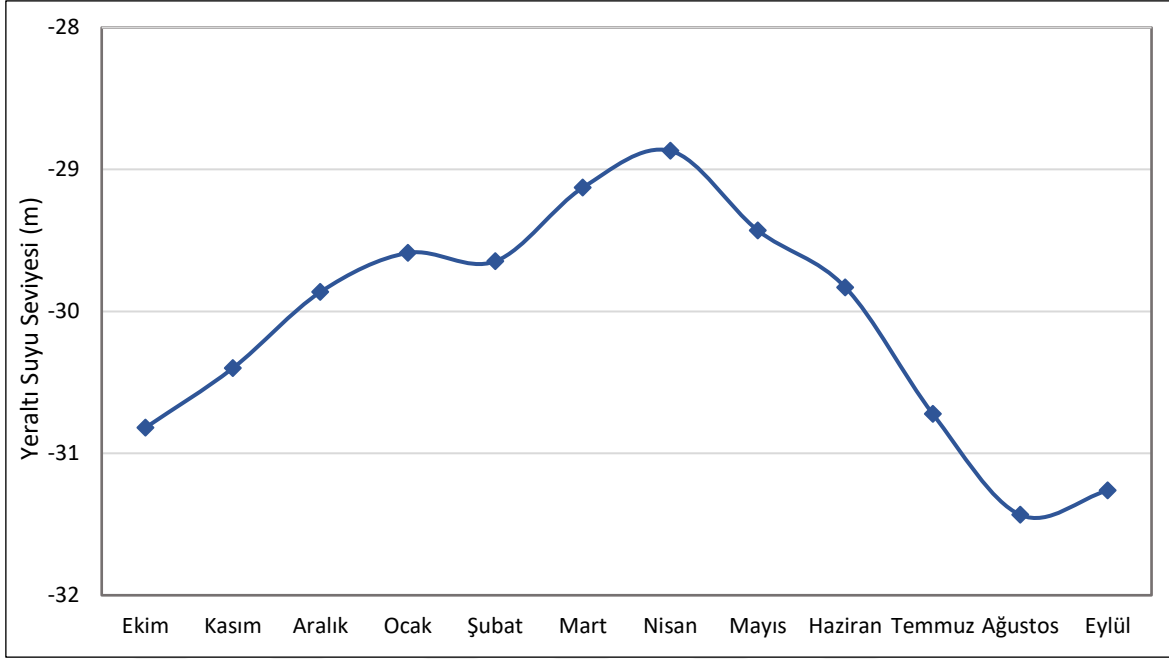
Şekil 48. Seçilmiş istasyonlarda SDI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim

5.2.2. Yeraltı Suyu Kuraklığı

Yeraltı suyu kuraklığı için havza içerisinde yer alan DSİ'ye ait 205 adet rasat kuyusunun kuyu açılış tarihinden itibaren kaydedilen aylık ortalama yeraltı suyu seviyesi verileri kullanılmıştır. Fakat zamansal olarak yeterli uzunlukta olmadığı ve süreklilik göstermediği için kuyuların hepsi analizlere dahil edilmemiştir. Nitekim kuyuların 18 tanesi 1960-1989, 28 tanesi 1990-1999 ve 159 tanesi 2000 yılı ve sonrasında açılmıştır. Bazı kuyularda zemin göçmesi, yeraltı suyunun tamamen çekilmesi gibi sebeplerden ötürü ölçüm yapılamadığı için bazı ayların ve/veya yılların verisi mevcut değildir. Bunun için havzayı

temsil edecek yoğunlukta, yeterli gözlem aralığına sahip ve optimum uzunlukta süreklilik gösteren kuyular seçilmiştir. Böylece havza genelini temsil edebilecek 36 adet rasat kuyusu belirlenmiştir. Analiz için belirlenen kuyuların 10 tanesi 1960-1989, 14 tanesi 1990-1999 ve 12 tanesi 2000-2004 yılları arasında işletmeye alınmıştır. Şereflikoçhisar ve Niğde-Misli alt havzalarında analiz için yeterli uzunluk ve sürekliliğe sahip kuyu olmadığı için örnek kuyu seçilememiştir. Diğer alt havzaların hepsinde en az 1'er adet temsili kuyu seçilmiştir.

Havza genelinde çok değişken olan yerel coğrafi farklılıklar (yağış miktarı ve rejimi, sıcaklık ve buharlaşma, litolojik yapı, zemin geçirgenliği, iletkenlik, toprağın suyu sızdırabilmesi ve tutabilmesi, bitki yoğunluğu ve bunların topraktaki su ile münasebeti, arazi kullanımı vb.) yeraltı suyunun aylık ortalama su seviyesinin yıl içerisindeki değişiminde bölgeden bölgeye ve çok kısa mesafede bile belirli farklılıkların olmasına sebep olmaktadır. Fakat aylık ortalama yeraltı suyu seviyesinin yıl içerisindeki değişiminin uzun yıllar ortalamasına bakıldığında bazı yorumlar yapılabilir. Şekil 50 havzadaki tüm gözlem kuyularının (205 adet) uzun yıllar boyunca kaydettiği aylık ortalama su seviyesi verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Burada tüm kuyuların seçilmesinin sebebi havza genelinde bütün alt havzaları kapsayacak şekilde genel bir değerlendirme yapmaktır. Buna göre havzada yeraltı suyunun yıllık ortalama su seviyesi -30,08 m'dir. Seviyenin aylar içerisinde gösterdiği değişime bakıldığında Eylül (-31,26 m) ayı ile yükselmeye başlayan su seviyesi Ocak ayında -29,58 m'ye ulaşır. Su seviyesi Ocak-Şubat ayları arasında stabil bir hal alırken (bu mevsimde kar yağışı ve don etkisiyle infiltrasyon ve perkolasyonun durması beklenir) karların erimesi ve yağış miktarında gözlenen artışlarla beraber Mart ayıyla birlikte yeniden yükselmeye başlayarak Nisan'da -28,86 m ile en yüksek seviyesine ulaşır. Gerek yağış azalmasıyla beraber beslenim kaynaklarının kesilmesi gerekse hasat döneminin başlamasıyla sulama amaçlı olarak yeraltı suyu kullanımının artmasıyla beraber Mayıs ayından itibaren alçalmaya başlayan su seviyesi -31,43 m ile Ağustos ayında en çekik duruma gelir. Su seviyesinin en yüksek olduğu ay ile en düşük olduğu ay arasında 2,56 m'lik bir seviye farkı söz konusudur.



Şekil 49. Yeraltı suyunun uzun dönem aylık ortalama su seviyesi (m)

Aşağıda hem analiz edilen kuyuların yoğunluğundan hem de havza içerisinde detaylı bir değerlendirme yapabilmek için her alt havza kendi içerisinde her bir analiz dönemini içerecek şekilde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ancak tüm kuraklık sınıflarından ziyade o analiz döneminde belirgin olan kuraklık sınıfı ele alınmıştır. Değerlendirme, bütün analiz dönemleri içerisinde oransal olarak kuraklığın en fazla olduğu alt havzadan başlayacak şekilde yapılmıştır.

Karaman-Ayrancı alt havzası için incelenen 8 kuyu bulunmaktadır (Tablo 14). Hafif kuraklığın bütün analiz dönemleri içerisindeki ortalaması %63 olup hafif kuraklık ortalaması en yüksek alt havzadır. Oransal olarak en belirgin kuraklık sınıfı olan hafif kuraklıkta 12 aylık kuraklık haricinde kurak yıllar oranı %60'ın üzerindedir (12 aylık kuraklıkta %59,9). Orta şiddette kuraklığın bütün analiz dönemleri için alt havza ortalaması %26,3'tür. Karaman-Ayrancı alt havzası şiddetli ve aşırı kuraklık ortalamasının en düşük olduğu alt havza olup sırasıyla %8 ve %2,7 ortalamaya sahiptir. Sonbahar mevsimi için hafif kuraklığın oranı %63,6'dır. Bu değer yaz mevsimi ve 6 aylık analiz için de geçerlidir. Alt havza için şiddetli kuraklık ortalaması en yüksek dönem Sonbahar mevsimidir (%10,4). Bu mevsimde aşırı kuraklığın ortalaması %2,5'dir. Bu değer 9, 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklar için de geçerlidir. Kış mevsimim için hafif kuraklığın alt havza ortalaması %65,2 olup bu değer

ilkbahar mevsiminden sonra en yüksek seviyedir. Şiddetli kuraklığın kış mevsimi ortalaması %9,2 ve aşırı kuraklığın %3,3'dür. İlkbahar mevsimi alt havza içerisinde hafif kuraklığın oransal olarak en yüksek olduğu analiz dönemidir (%65,6). %3,5 ortalama ile aşırı kuraklığın alt havza içerisindeki en yüksek değere sahip olduğu dönem ilkbahar mevsimidir. Yaz mevsimi için ön plana çıkan kuraklık sınıfları hafif (%63,6) ve orta şiddette kuraklıktır (%28,4). Şiddetli kuraklığın 6 aylık analizde alt havza ortalaması %9,5'dir. %3,3 ortalama ile aşırı kuraklığın oranı ilkbahardan sonra kış mevsimi ile en yüksek seviyeye 6 aylık kuraklıkta rastlanır. Orta şiddette kuraklığın 9 aylık analizdeki ortalaması %27'dir. 9 aylık analizde şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %9,9 olup sonbahar mevsiminden sonra en yüksek ortalama sahiptir. 12 aylık analiz hafif kuraklık oranının en az olduğu dönemdir (%59,9). Orta şiddette kuraklığın oranı bu dönemde 24 aylık analizden sonra en yüksek seviyededir (%28,8). Şiddetli kuraklığın oranı %8,8 olup alt havza ortalamasının biraz üzerindedir. %30 oran ile orta şiddette kuraklık oranının en yüksek olduğu dönem 24 aylık kuraklıktır. 36 aylık analizde hafif kuraklığın alt havza ortalaması %63,2'dir. Orta şiddette kuraklığın ortalaması havza ortalamasının üzerindedir (%28,3).

Karaman-Ayrancı alt havzası bütün kuraklık analizlerinde hafif kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu alt havzadır. SPI analizinde kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimleri hafif kuraklık haricindeki kuraklık ortalamalarının en fazla olduğu analiz dönemleri olsa da 12, 24 ve 36 aylık kuraklıkta şiddetli kuraklık oranının fazla olması dikkat çekicidir. Akım kuraklığında ise sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimleri ile 6 aylık kuraklık hafif kuraklık haricindeki kuraklık ortalamasının yüksek olduğu analiz dönemleridir. Bu bakımdan meteorolojik ve akım kuraklığının birbiriyle ilişkili olduğu anlaşılır. Bu alt havza için SDI analizinde şiddetli ve aşırı kuraklık görülmemiştir ve uzun süreli kuraklıklarda kuraklığın şiddetinin azaldığı görülür. SGI analizinde hafif kuraklık haricindeki kuraklıkların oranının en yüksek olduğu dönemler 9, 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklardır ve diğer kuraklık analizlerinden farklı bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Tablo 14

SGI analiz sonuçlarına göre Karaman-Ayrancı alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

	HAFİF KURAK		ORTA KURAK		ŞİDDETLİ KURAK			AŞIRI KURAK	
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
1167	79,2	85,2	80,8	72,0	84,6	84,6	87,5	84,0	84,0
	12,5	7,4	15,4	24,0	7,7	7,7	4,2	8,0	8,0
	8,3	7,4	3,8	4,0	7,7	7,7	8,3	8,0	8,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17171	46,7	53,3	50,0	50,0	53,3	46,7	46,7	46,7	46,7
	13,3	6,7	12,5	12,5	6,7	13,3	13,3	13,3	20,0
	20,0	13,3	18,8	25,0	13,3	20,0	20,0	20,0	13,3
	20,0	26,7	18,8	12,5	26,7	20,0	20,0	20,0	20,0
30642	66,7	66,7	66,7	61,5	66,7	66,7	58,3	58,3	63,6
	16,7	25,0	25,0	30,8	16,7	16,7	25,0	25,0	18,2
	16,7	8,3	8,3	7,7	16,7	16,7	16,7	16,7	18,2
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28719	69,2	69,2	76,9	64,3	69,2	61,5	61,5	61,5	66,7
	15,4	23,1	23,1	28,6	23,1	38,5	38,5	38,5	33,3
	15,4	7,7	0,0	7,1	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30270	69,2	69,2	53,8	61,5	69,2	53,8	53,8	61,5	66,7
	30,8	30,8	46,2	38,5	30,8	46,2	46,2	38,5	33,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20122	58,3	58,3	61,5	61,5	58,3	58,3	61,5	58,3	58,3
	33,3	33,3	30,8	30,8	25,0	33,3	38,5	41,7	33,3
	8,3	8,3	7,7	7,7	16,7	8,3	0,0	0,0	8,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
47761	57,1	57,1	72,7	62,5	57,1	80,0	66,7	62,5	57,1
	28,6	14,3	9,1	37,5	28,6	10,0	22,2	37,5	42,9
	14,3	28,6	9,1	0,0	14,3	10,0	11,1	0,0	0,0
	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
46864	62,5	62,5	62,5	75,0	50,0	33,3	42,9	62,5	62,5
	37,5	37,5	37,5	25,0	50,0	50,0	42,9	37,5	37,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	14,3	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ereğli-Bor (Tablo 15) alt havzası için hafif kuraklığın bütün dönemlerdeki ortalaması %60,6 olup ortalaması %60'ı geçen üç alt havzadan birisidir ve dönemler arasında oransal olarak fazla bir fark bulunmamaktadır. Orta şiddette kuraklığın alt havza ortalaması %19,9 olup Beyşehir ve Aksaray-Karapınar alt havzalarından sonra en düşük değere sahip alt havzadır. Şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %14,1, aşırı kuraklığın ise %5,5'dir.

Sonbahar mevsimi için belirgin olan kuraklık sınıfı orta şiddette kuraklık olup alt havza ortalaması %23,2'dir. Diğer kuraklık sınıfları alt havza ortalamasının altında değere sahiptir. Kış mevsimi için hafif (%61,3) ve aşırı kuraklıklar (%9,3) önemlidir. Alt havza için aşırı kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu analiz dönemi kış mevsimidir. İlkbahar mevsimi için orta şiddette ve şiddetli kuraklıklar belirgin olup oranları sırasıyla %20,4 ve %14,5'dir. Yaz mevsiminde orta şiddette kuraklığın alt havza ortalaması %24,2'dir ve 24 aylık analiz döneminden sonra en yüksek değere sahiptir. Bu mevsimde %6 ortalama ile aşırı kuraklık ise kış mevsiminden sonra ön plana çıkar. 6 aylık kuraklık için ön plana çıkan kuraklık sınıfları hafif kuraklık ve şiddetli kuraklıktır. Bu dönemde hafif kuraklığın alt havza ortalaması %61,8 olup 12 aylık kuraklıktan sonra en yüksek değere ulaşır. 6 aylık kuraklıkta alt havza için şiddetli kuraklığın ortalaması %18,3 olup tüm analiz dönemleri içerisinde en yüksek orana sahiptir. 9 aylık analiz için sadece hafif (%60,9) ve şiddetli (%16,9) kuraklıkların oranı havza ortalamasının üzerindedir. Bu dönemde şiddetli kuraklık oransal olarak 6 aylık analiz döneminden sonra en yüksek değere sahiptir. 12 aylık kuraklıkta hafif kuraklığın oranı %64,2 olup alt havza ortalaması bakımından en yüksek değere sahiptir. Bu dönemde diğer önemli kuraklık sınıfı ise şiddetli kuraklık olup ortalama değeri %16,1'dir ve 6 aylık kuraklıktan sonra en yüksek ortalamaya sahip analiz dönemidir. 24 aylık analiz dönemi için en belirgin kuraklık sınıfı orta şiddette kuraklıktır. 24 aylık kuraklıkta alt havza ortalaması %27,7 olan orta şiddette kuraklık bu ortalama ile diğer analiz dönemleri arasında en yüksek değere sahiptir. Diğer kuraklık sınıfları ise alt havza ortalamasının altındadır. 36 aylık kuraklıkta hafif (%61,1) ve şiddetli (%15,7) kuraklıklar belirgindir.

Ereğli-Bor alt havzasında AGİ bulunmadığı için akım kuraklık analizi yapılmamıştır. Karaman-Ayrancı ve Cihanbeyli-Kulu alt havzalarından sonra meteorolojik kuraklıkta hafif kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu alt havzadır. Mevsimlik kuraklıklar arasında meteorolojik kuraklıkta sonbahar, yeraltı suyu kuraklığında da yaz mevsimi belirgindir. Uzun süreli kuraklıklarda meteorolojik kuraklık için 36 ve 24 aylık, yeraltı suyu kuraklığı için 24 ve 12 aylık kuraklık ön plandadır.

Tablo 15

SGI analiz sonuçlarına göre Ereğli-Bor alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

HAFİF KURAK		ORTA KURAK			ŞİDDETLİ KURAK		AŞIRI KURAK		
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
52262 (11118)	70,6	78,9	70,6	76,5	78,9	82,4	77,8	72,2	72,2
	29,4	21,1	29,4	23,5	21,1	17,6	22,2	27,8	27,8
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52259	58,3	50,0	61,5	61,5	58,3	58,3	58,3	58,3	54,5
	25,0	33,3	23,1	23,1	25,0	16,7	16,7	25,0	27,3
	16,7	16,7	15,4	7,7	16,7	25,0	25,0	16,7	18,2
	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9749/A	28,6	50,0	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9
	28,6	12,5	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
	28,6	12,5	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
	14,3	25,0	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6
8334	57,1	57,1	71,4	57,1	57,1	57,1	71,4	57,1	57,1
	14,3	14,3	0,0	14,3	14,3	14,3	0,0	28,6	14,3
	28,6	14,3	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	14,3	28,6
	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
42048	91,7	81,8	72,7	80,0	83,3	91,7	91,7	81,8	90,0
	8,3	9,1	27,3	20,0	16,7	8,3	8,3	18,2	10,0
	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
46293	50,0	50,0	42,9	33,3	50,0	33,3	42,9	33,3	50,0
	33,3	16,7	28,6	50,0	0,0	33,3	28,6	50,0	16,7
	0,0	16,7	28,6	16,7	50,0	33,3	28,6	16,7	33,3
	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cihanbeyli-Kulu alt havzası için 4 adet kuyu ele alınmıştır (Tablo 16). Hafif kuraklığın alt havza ortalaması %62,9 olup Karaman-Ayrancı alt havzasından sonra bütün analiz dönemleri içerisinde hafif kuraklık ortalaması en yüksek alt havzadır. Orta şiddette kuraklığın bütün dönemler içerisindeki alt havza ortalaması %22,9'dur. Şiddetli kuraklığın alt havza oranı %11,4 olup Karaman-Ayrancı alt havzasından sonra en düşük alt havza ortalamasına sahiptir. Aşırı kuraklığın bütün analiz dönemlerindeki alt havza ortalaması %2,7'dir ve bu değerle Karaman-Ayrancı alt havzasıyla beraber havzadaki en düşük orana sahip alt havzadır. Sonbahar mevsiminde ön plana çıkan kuraklık sınıfları hafif kuraklık (%64,1) ve aşırı kuraklıktır (%3,6). Kış mevsiminde hafif kuraklığın alt havza ortalaması %68,6 olup en yüksek değere sahiptir. Bu mevsimde diğer kuraklık sınıfları alt havza ortalamasının altında değer gösterir. İlkbahar mevsiminde hafif kuraklık ve aşırı kuraklık

belirgindir. Bu mevsimde hafif kuraklığın bütün kuyular için ortalaması %64,2'dir. Aşırı kuraklığın alt havza ortalaması %5,9 olup alt havzada bütün analiz dönemleri içerisinde en yüksek değere bu dönemde erişir. Yaz mevsimi için hafif kuraklığın alt havza ortalaması %66 olup kış mevsiminden sonra en yüksek ortalamaya sahip dönemdir. Bu mevsim için önemli olan diğer kuraklık sınıfı şiddetli kuraklıktır (%13,3). 6 aylık kuraklıkta hafif kuraklığın tüm kuyular ortalaması %63,9, orta şiddette kuraklığın %23,7 ve şiddetli kuraklığın %12,4'tür. Bu dönemde aşırı kuraklık gözlenmemiştir. 9 aylık analiz için orta şiddette ve şiddetli kuraklık ön plana çıkar. Bu dönemde orta şiddette kuraklığın alt havza ortalaması %28,8 olup bu tüm alt havzalar arasında en yüksek değer olma özelliğine sahiptir. Aşırı kuraklığın ortalaması %3,1'dir. 12 aylık analiz döneminde şiddetli kuraklık haricinde diğer kuraklık sınıflarının ortalaması tüm analiz dönemlerinin ortalamasından yüksektir. Hafif kuraklığın oranı %63,2, orta şiddette kuraklığın %23,5 ve aşırı kuraklığın %3,1'dir. 24 aylık analiz dönemi için hafif kuraklığın alt havza ortalaması %55,3'tür ve bu değer bütün analiz dönemleri arasındaki en düşük değerdir. Orta şiddette (%27,7) ve şiddetli (%13,4) kuraklık bakımından tüm analiz dönemleri arasında en yüksek orana sahip ikinci dönemdir. Aşırı kuraklığın 24 aylık kuraklıktaki alt havza ortalaması %3,6'dır. 36 aylık kuraklıkta hafif kuraklığın alt havza ortalaması (%60) 24 aylık kuraklıktan sonra en düşük değere sahiptir. 36 aylık kuraklık için ön plana çıkan kuraklık sınıfı şiddetli kuraklık olup %19,6 oranla tüm analiz dönemleri arasında en yüksek ortalamaya sahiptir. Bu dönemde aşırı kuraklığa rastlanmamıştır.

Cihanbeyli-Kulu alt havzası için yeraltı suyu kuraklığında şiddetli ve aşırı kuraklıkların oranı fazla değildir. Fakat yeraltı suyu kuraklığında hafif kuraklık haricindeki kuraklıkların en fazla görüldüğü dönemler sırasıyla 24, 36, 9 ve 12 aylık; meteorolojik kuraklıkta ilkbahar, 12, 24 aylık ve kış mevsimi ve akım kuraklığında ilkbahar mevsimi, 24, 12 ve 36 aylık kuraklıklar ön plana çıkar. Üç tip kuraklıkta da zamansal bakımdan benzerlik söz konusudur ve birbirleri ile ilişkili olduğu görülmektedir. Fakat şiddetli ve aşırı kuraklık durumu yeraltı suyu kuraklığında oransal olarak daha fazladır.

Tablo 16

SGI analiz sonuçlarına göre Cihanbeyli-Kulu alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

	HAFİF KURAK		ORTA KURAK		ŞİDDETLİ KURAK		AŞIRI KURAK		
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
53706	57,1	72,7	37,5	62,5	50,0	62,5	62,5	42,9	42,9
	14,3	9,1	37,5	12,5	37,5	25,0	12,5	28,6	28,6
	14,3	9,1	12,5	12,5	12,5	0,0	12,5	14,3	28,6
	14,3	9,1	12,5	12,5	0,0	12,5	12,5	14,3	0,0
53707	66,7	60,0	80,0	66,7	60,0	60,0	60,0	55,6	55,6
	22,2	40,0	10,0	11,1	30,0	30,0	20,0	33,3	22,2
	11,1	0,0	10,0	22,2	10,0	10,0	20,0	11,1	22,2
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53705	60,0	60,0	72,7	60,0	63,6	50,0	63,6	50,0	66,7
	30,0	30,0	27,3	30,0	27,3	40,0	36,4	40,0	22,2
	10,0	10,0	0,0	10,0	9,1	10,0	0,0	10,0	11,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53704	72,7	81,8	66,7	75,0	81,8	70,0	66,7	72,7	75,0
	18,2	9,1	11,1	16,7	0,0	20,0	25,0	9,1	8,3
	9,1	9,1	11,1	8,3	18,2	10,0	8,3	18,2	16,7
	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5 adet kuyunun incelendiği Aksaray-Karapınar alt havzasında (Tablo 17) hafif kuraklığın bütün dönemler için ortalaması %57,6'dır. Beyşehir alt havzasından sonra orta şiddette kuraklık oranının en düşük olduğu alt havzadır (%18). Şiddetli kuraklığın tüm dönemler için alt havza ortalaması %18,7, aşırı kuraklığın %5,7'dir. Sonbahar mevsiminde hafif kuraklığın alt havza ortalaması %56,9, orta şiddette kuraklığın ortalaması %18,5'dir. Aşırı kuraklık %9 ortalama ile tüm dönemler arasında en yüksek değerdir. Kış mevsiminde hafif (%59,5), orta şiddette (%19,1) ve aşırı kuraklık (%6,2) ön plana çıkar. İlkbahar mevsimi için hafif kuraklığın ortalaması %61,3 olup tüm analiz dönemleri arasındaki en yüksek değerdir. Aşırı kuraklığın ortalaması ise %8,3'tür. Yaz mevsiminde hafif kuraklığın ortalaması %56,3 olup tüm analiz dönemleri içerisinde en düşük değere bu mevsimde rastlanır. Orta şiddette kuraklığın oranı %18,8 ve aşırı kuraklığın oranı %3'dür. 6 aylık kuraklıkta şiddetli ve aşırı kuraklık ön plana çıkar. Bu dönemde şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %19,4 ve aşırı kuraklığın %6,2'dir. Orta şiddette kuraklık oranının en yüksek olduğu analiz dönemi 9 aylık kuraklıktır (%20,3). İlkbahar mevsiminden sonra aşırı kuraklığın en yüksek olduğu analiz dönemi 9 aylık kuraklıktır (%8,7). 12 aylık kuraklık tüm analiz dönemleri içerisinde en yüksek şiddetli kuraklık oranına sahiptir (%27,2). 24 aylık

kuraklıkta hafif (%59,6) ve şiddetli kuraklık (%23,2) dikkate değerdir. Bu dönem 12 aylık kuraklıktan sonra en yüksek şiddetli kuraklık oranına sahip analiz dönemidir. 36 aylık analiz döneminde ise orta şiddette ve şiddetli kuraklığın oranları yüksektir. Orta şiddette kuraklığın alt havza ortalaması %19,8 olup 9 aylık kuraklıktan sonra en yüksek ortalama erişir. Şiddetli kuraklığın ortalaması ise %21,5'dir.

Aksaray-Karapınar alt havzasında bütün kuraklık türleri için hafif kurak haricindeki kuraklıkların oransal olarak en yüksek olduğu analiz dönemleri uzun süreli kuraklıklardır. Buna ilaveten yeraltı suyu kuraklığında sonbahar ve ilkbahar, meteorolojik kuraklıkta sonbahar ve akım kuraklığında ilkbahar mevsimindeki kuraklık belirgindir. Genel olarak bütün kuraklık türlerinde kuraklığın süresinin uzamasıyla şiddetinde belirgin bir artış görülür.

Tablo 17

SGI analiz sonuçlarına göre Aksaray-Karapınar Alt Havzasında Kurak Yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

Kuyu No	HAFİF KURAK		ORTA KURAK		ŞİDDETLİ KURAK		AŞIRI KURAK		
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
17167 (52264)	63,6	58,3	50,0	71,4	58,3	58,3	58,3	66,7	63,6
	18,2	25,0	18,8	14,3	25,0	25,0	16,7	16,7	18,2
	9,1	16,7	31,3	14,3	16,7	16,7	25,0	16,7	18,2
	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52258	47,4	42,1	45,0	55,0	42,1	42,1	42,1	42,1	47,4
	21,1	26,3	25,0	15,0	26,3	26,3	26,3	26,3	21,1
	15,8	10,5	15,0	15,0	10,5	15,8	15,8	15,8	15,8
	15,8	21,1	15,0	15,0	21,1	15,8	15,8	15,8	15,8
40863	100,0	100,0	94,7	95,2	100,0	100,0	100,0	94,7	82,4
	0,0	0,0	5,3	4,8	0,0	0,0	0,0	5,3	17,6
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52266 (35735)	33,3	40,0	50,0	40,0	40,0	33,3	40,0	44,4	44,4
	33,3	30,0	20,0	40,0	30,0	33,3	30,0	22,2	22,2
	33,3	20,0	20,0	20,0	20,0	22,2	30,0	33,3	33,3
	0,0	10,0	10,0	0,0	10,0	11,1	0,0	0,0	0,0
42778	40,0	57,1	66,7	20,0	50,0	50,0	33,3	50,0	40,0
	20,0	14,3	16,7	20,0	0,0	16,7	16,7	0,0	20,0
	20,0	28,6	0,0	60,0	50,0	16,7	50,0	50,0	40,0
	20,0	0,0	16,7	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0

Altınekin alt havzası için 5 kuyu analiz edilmiştir (Tablo 18). Konya-Çumra alt havzasından sonra hafif kuraklığın bütün analiz dönemlerindeki ortalamasının en düşük olduğu alt havzadır (%47,4). Orta şiddette kuraklık oranının en yüksek olduğu alt havza olup ortalaması %32,7'dir. Şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %12,9, aşırı kuraklığın %7'dir. Hafif kuraklığın alt havza ortalaması olarak %50'yi geçtiği tek analiz dönemi sonbahar mevsimidir (%55,7). Sonbahar aynı zamanda %8,3 ortalama ile aşırı kuraklık oranının 12 aylık analiz döneminden sonra en yüksek olduğu analiz dönemidir. Kış mevsimi için orta şiddette ve şiddetli kuraklık belirgin olup bütün kuyular için ortalaması sırasıyla %33,3 ve %15,3'tür. Kış mevsimi ilkbahardan sonra şiddetli kuraklık oranının en yüksek olduğu analiz dönemidir. İlkbahar mevsiminde de kış mevsimine benzer sonuçlar gözlenir. Orta şiddette kuraklığın alt havza ortalaması %30,6'dır. İlkbahar mevsimi şiddetli kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu dönemdir (%16). Yaz mevsimi için öne çıkan tek kuraklık sınıfı orta şiddette kuraklık (%37,3) olup bütün analiz dönemleri içerisindeki en yüksek değerdir. Diğer kuraklık sınıfları alt havza ortalamasından düşüktür. Yaz mevsiminden sonra orta şiddette kuraklık oranının en yüksek olduğu analiz dönemi 6 aylık kuraklıktır (%35). Ayrıca bu dönemde %13,8 ortalama ile şiddetli kuraklık belirgindir. 9 aylık analiz için hafif (%48,1) ve şiddetli (%15,1) kuraklıklar önemlidir. 12 aylık analizde orta şiddette kuraklık haricindeki diğer kuraklık sınıflarının ortalaması alt havza ortalamasından yüksektir. Hafif kuraklığın ortalaması %58,9 ve şiddetli kuraklığın %15,1'dir. Aşırı kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu analiz dönemi 12 aylık kuraklıktır (%8,4). 24 aylık analiz için en önemli kuraklık sınıfı orta şiddette kuraklık olup (%37,2) diğer kuraklık sınıflarının ortalaması alt havza ortalamasının altındadır. 36 aylık analizde hafif (%47,9) ve orta şiddette (%34,3) kuraklık ön plana çıkar.

Altınekin alt havzasında analiz için uygun istasyon olmadığından meteorolojik ve akım kuraklık değerlendirmesi yapılmamıştır. Bu alt havzaya yeraltı suyu kuraklığında mevsimlik kuraklıkların oranı diğer alt havzalardan daha ön plandadır. Kış mevsimi en belirgin kurak dönemdir. Diğer alt havzalarda görüldüğü gibi 6, 24 ve 36 aylık kuraklık durumu öne çıkan diğer kurak dönemlerdir.

Tablo 18

SGI analiz sonuçlarına göre Altınekin alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

HAFİF KURAK		ORTA KURAK		ŞİDDETLİ KURAK			AŞIRI KURAK		
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
62564 (221)	47,4	47,4	50,0	55,0	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4
	21,1	21,1	15,0	10,0	21,1	15,8	15,8	21,1	21,1
	10,5	10,5	15,0	15,0	10,5	15,8	15,8	10,5	10,5
	21,1	21,1	20,0	20,0	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
37302	44,4	50,0	42,9	44,4	55,6	50,0	37,5	55,6	50,0
	33,3	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	12,5	11,1	12,5
	11,1	37,5	42,9	22,2	33,3	37,5	37,5	22,2	25,0
	11,1	12,5	14,3	11,1	11,1	12,5	12,5	11,1	12,5
37325	90,9	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	50,0	36,4	36,4
	0,0	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	41,7	45,5	54,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	9,1
	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0
46392	58,3	41,7	53,8	53,8	41,7	46,2	53,8	41,7	50,0
	41,7	58,3	46,2	46,2	58,3	53,8	46,2	58,3	50,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52265 (30638)	37,5	42,9	44,4	37,5	37,5	55,6	55,6	37,5	55,6
	50,0	28,6	33,3	50,0	37,5	22,2	22,2	50,0	33,3
	12,5	28,6	22,2	12,5	25,0	22,2	22,2	12,5	11,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Konya-Çumra alt havzası için 7 kuyu analiz edilmiştir (Tablo 19). Hafif kuraklığın tüm analiz dönemlerinde toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %50'nin altındadır. Alt havza ortalaması %45,2 olup en düşük hafif kurak ortalamasına sahiptir. Orta şiddette kuraklığın tüm analiz dönemleri içerisindeki alt havza ortalaması %27,3'dür ve Altınekin alt havzasından sonra en yüksek ortalamaya sahiptir. Beyşehir alt havzasından sonra şiddetli kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu (%19), aşırı kuraklık ortalamasının tüm alt havzalar arasında en yüksek olduğu alt havzadır (%8,5). Sonbahar mevsimi için öne çıkan tek kuraklık sınıfı hafif kuraklıktır (%46,3). Kış mevsiminde hafif (%46) ve aşırı kuraklık (%9,9) ön plana çıkan kuraklıklar olup bu dönem aşırı kuraklık oranının en yüksek olduğu analiz dönemidir. İlkbahar mevsiminde hafif ve şiddetli kuraklık ön planda olup alt havza ortalamaları sırasıyla %46,2 ve %18,4'tür. Yaz mevsiminde hafif kuraklığın alt havza ortalaması %46,2'dir. Şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %22,1 olup 12 aylık analiz döneminden sonra en yüksek değere sahiptir. Hafif kuraklık ortalamasının en yüksek olduğu

dönem 6 aylık analiz dönemidir (%46,7). Ayrıca bu dönemde %9,7 ile aşırı kuraklık ön plana çıkar. 9 aylık analiz dönemi için orta şiddette kuraklığın oranı %29,4 olup bütün analiz dönemleri içerisinde en yüksek değere sahiptir. Bu dönemde diğer kuraklık sınıfları alt havza ortalamasının altındadır. 12 aylık kuraklık için şiddetli ve aşırı kuraklık dikkate değerdir. Şiddetli kuraklığın alt havza ortalaması %22,2'dir ve bu oran diğer analiz dönemleri içerisinde en yüksek değerdir. Aşırı kuraklığın ortalaması %9'dur. 24 aylık analizde orta şiddette (%28,5) ve şiddetli kuraklık (%19,1) belirgindir. 36 aylık kuraklıkta şiddetli kuraklığın oranı %22, aşırı kuraklığın oranı %8,2'dir.

Konya-Çumra alt havzasında meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların hepsi için ön plana çıkan analiz dönemleri 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklardır. Bütün alt havzalar arasında yeraltı suyu kuraklığının şiddetinin en fazla olduğu alt havzadır. Hafif kuraklık haricindeki kuraklıkların en fazla görüldüğü dönemler uzun süreli kuraklık durumlarıdır. Bunun haricinde mevsimlik analizlerde yeraltı suyu kuraklığı için yaz mevsimi, meteorolojik ve akım kuraklığı için ilkbahar mevsimin belirgindir. Görüldüğü gibi her kuraklık analizinde kuraklık benzer zamansal karaktere sahiptir.

Tablo 19

SGI analiz sonuçlarına göre Konya-Çumra alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

HAFİF KURAK		ORTA KURAK			ŞİDDETLİ KURAK			AŞIRI KURAK	
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
9431	37,5	37,5	52,9	47,1	37,5	37,5	43,8	41,2	37,5
	25,0	31,3	17,6	17,6	31,3	31,3	25,0	35,3	31,3
	25,0	18,8	17,6	29,4	18,8	18,8	18,8	11,8	25,0
	12,5	12,5	11,8	5,9	12,5	12,5	12,5	11,8	6,3
52267 (13312)	29,4	18,8	29,4	35,3	18,8	23,5	18,8	23,5	29,4
	47,1	50,0	47,1	35,3	50,0	52,9	50,0	52,9	47,1
	11,8	18,8	11,8	17,6	18,8	11,8	18,8	11,8	11,8
	11,8	12,5	11,8	11,8	12,5	11,8	12,5	11,8	11,8
182	43,8	43,8	40,0	43,8	43,8	43,8	50,0	43,8	33,3
	25,0	25,0	20,0	25,0	25,0	25,0	12,5	25,0	26,7
	18,8	25,0	26,7	18,8	18,8	18,8	25,0	25,0	33,3
	12,5	6,3	13,3	12,5	12,5	12,5	12,5	6,3	6,7

“Tablo 19’un devamı”

181	47,4	47,4	36,8	40,0	47,4	36,8	36,8	31,6	31,6
	21,1	21,1	26,3	25,0	21,1	31,6	26,3	31,6	36,8
	21,1	15,8	26,3	25,0	15,8	21,1	26,3	26,3	21,1
	10,5	15,8	10,5	10,0	15,8	10,5	10,5	10,5	10,5
8185	45,0	42,9	42,9	45,5	42,9	42,9	42,9	40,0	45,0
	25,0	33,3	33,3	31,8	28,6	33,3	28,6	30,0	20,0
	25,0	19,0	19,0	18,2	23,8	19,0	23,8	25,0	35,0
	5,0	4,8	4,8	4,5	4,8	4,8	4,8	5,0	0,0
35514	54,5	70,0	60,0	50,0	70,0	66,7	50,0	63,6	55,6
	27,3	0,0	20,0	20,0	20,0	8,3	20,0	9,1	11,1
	18,2	20,0	20,0	30,0	0,0	25,0	20,0	18,2	11,1
	0,0	10,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0	9,1	22,2
20826	66,7	61,5	61,5	61,5	66,7	61,5	61,5	69,2	66,7
	33,3	30,8	23,1	15,4	16,7	23,1	15,4	15,4	16,7
	0,0	0,0	7,7	15,4	16,7	7,7	23,1	15,4	16,7
	0,0	7,7	7,7	7,7	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0

Beyşehir alt havzası için 1 adet kuyu analiz edilmiştir (Tablo 20). Hafif kuraklığın ortalaması %48,7’dir. Orta şiddette kuraklığın bütün dönemler ortalaması %16,8 olup en düşük ortalama sahip alt havzadır. Bütün alt havzalar arasında şiddetli kuraklık ortalamasının en yüksek (%27,4), Konya-Çumra alt havzasından sonra aşırı kuraklık ortalamasının en yüksek (%7,1) olduğu alt havzadır. Sonbahar mevsiminde hafif kuraklığın ortalaması %57,1 olup 6 ve 9 aylık analiz dönemleriyle beraber en yüksek analiz dönemidir. Şiddetli kuraklığın ortalaması ise %42,9’dur ve tüm dönemler içerisindeki en yüksek değerdir. Kış mevsimi için öne çıkan kuraklıklar şiddetli (%33,3) ve aşırı kuraklıklardır (%16,7). İlkbahar mevsimi için hafif kuraklık (%50) ve aşırı kuraklık (%16,7) önemlidir. Yaz mevsiminde belirgin olan kuraklık sınıfları hafif ve orta şiddette kuraklıklar olup oranları %50 ve %25’dir. Hafif kuraklık oranının en yüksek olduğu dönem 9 aylık analiz dönemiyle beraber 6 aylık analiz dönemidir (%57,1). Orta şiddette kuraklık oranının en yüksek olduğu dönem 6 aylık kuraklık olup kurak yıllar içerisindeki ortalaması %42,9’dur. 9 aylık kuraklık için hafif (%57,1) ve aşırı kuraklıklar (%14,3) dikkate değerdir. 12 aylık kuraklıkta şiddetli ve aşırı kuraklıkların oranı yüksek olup sırasıyla %33,3 ve %16,7’dir. 24 ve 36 aylık analiz dönemlerinde aşırı kuraklığa rastlanmamakla birlikte diğer bütün kuraklık sınıflarının ortalaması ise %33,3’dür.

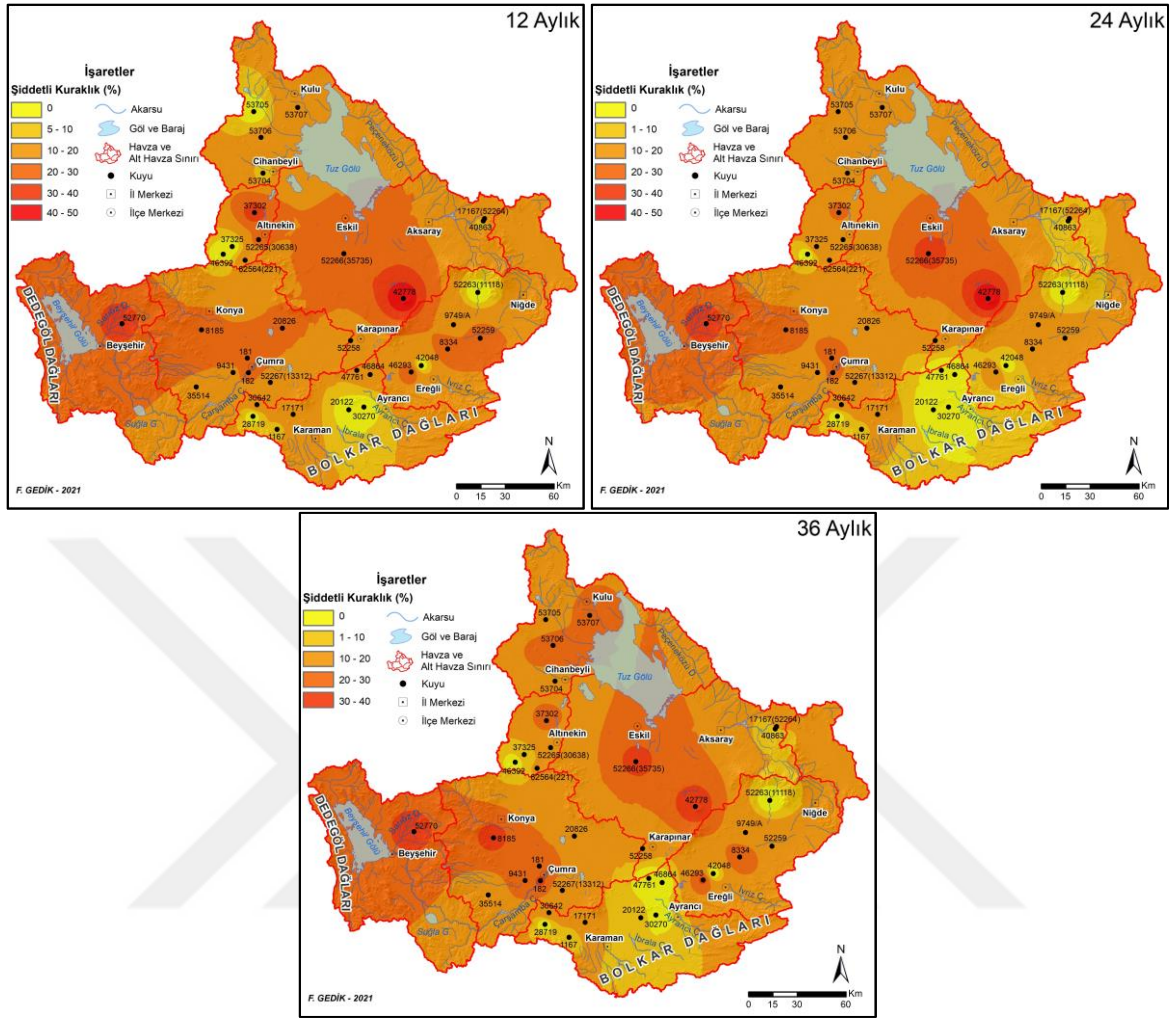
Bütün alt havzalarda olduğu gibi Beyşehir alt havzasında da hafif kuraklık dışındaki kuraklıkların oransal olarak en fazla olduğu analiz dönemleri 12, 24 ve 36 aylık kuraklıklardır. Bunun haricinde mevsimlik analizlerde yeraltı suyu ve meteorolojik kuraklık için kış mevsimi; akım kuraklığı için sonbahar mevsiminde kuraklığın şiddeti daha fazladır. Yağış, akım ve yeraltı suyu kuraklığı bakımından zamansal açıdan benzerlik söz konusudur.

Tablo 20

SGI analiz sonuçlarına göre Beyşehir alt havzasında kurak yılların kuraklık sınıflarına göre dağılışı (%)

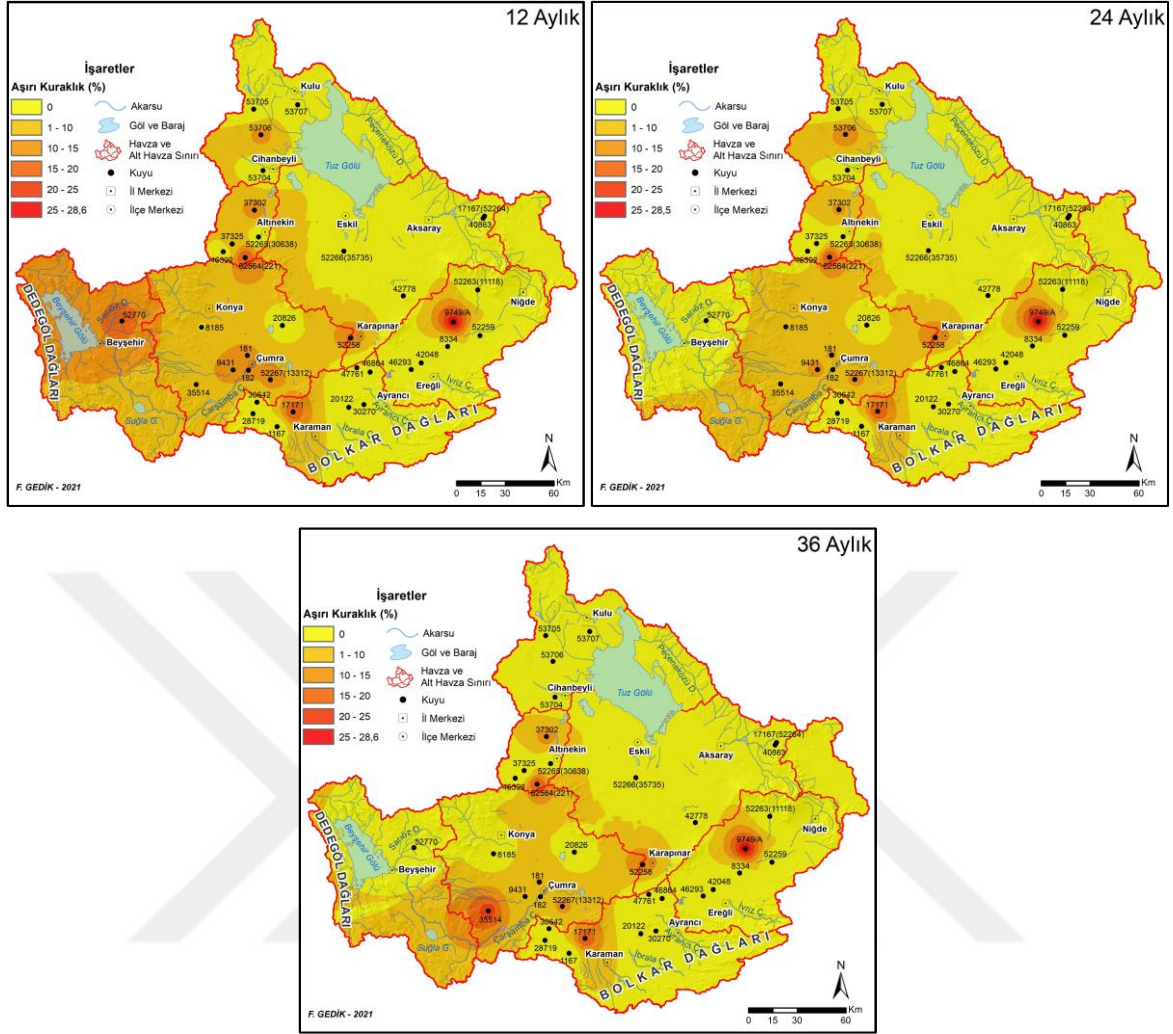
HAFİF KURAK		ORTA KURAK			ŞİDDETLİ KURAK			AŞIRI KURAK	
Kuyu No	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
52770	57,1	50,0	50,0	50,0	57,1	57,1	50,0	33,3	33,3
	0,0	0,0	16,7	25,0	42,9	0,0	0,0	33,3	33,3
	42,9	33,3	16,7	25,0	0,0	28,6	33,3	33,3	33,3
	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	14,3	16,7	0,0	0,0

Havzanın 12 aylık şiddetli kuraklık haritasına bakıldığında (Şekil 51) Beyşehir alt havzası, Konya'nın güney ve doğusu, Eski-Karapınar arası, Altınekin alt havzasının güney ve doğusu ile Ereğli-Bor alt havzasının güneydoğusu ön plandadır. 24 aylık şiddetli kuraklık haritasında bazı değişiklikleri gözlemlemek mümkündür. Bu dönemde şiddetli kuraklık Konya-Çumra alt havzasında azalmakla beraber Konya'nın güneyi ile Çumra civarında hala belirgindir. Havzanın kuzeyinde bulunan Cihanbeyli-Kulu alt havzasında kuraklığın oranı artmıştır. Aksaray'ın doğusunda, Karaman-Ayrancı ve Ereğli-Bor alt havzalarının genelinde ise azalmıştır. 36 aylık şiddetli kuraklık haritasında çok fazla değişim olmamakla beraber kuraklığın havzanın kuzeyine yayıldığı görülür. Bu dönemde Cihanbeyli-Kulu alt havzasında şiddetli kuraklık oranında belirgin bir artış vardır. Diğer önemli yerler ise Beyşehir, Konya, Çumra ve Eski-Karapınar arasındadır. Altınekin'in güneyi, Aksaray'ın doğusu, Niğde'nin batısı ile Ayrancı civarı 36 aylık şiddetli kuraklık bakımından nispeten önemsizdir.



Şekil 50. 12, 24 ve 36 aylık SGI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde şiddetli kurak yıl oranının havzadaki dağılışı

12 aylık aşırı kuraklıkta Beyşehir alt havzası, Çumra çevresi, Karaman ve Karapınar'ın batısı, Altınekin alt havzasının geneli ve Cihanbeyli civarı aşırı kuraklığın belirgin olduğu bölgelerdir. 24 aylık aşırı kuraklık haritasına bakıldığında ise Beyşehir alt havzasında kuraklığın etkinliğinin azaldığı görülür. Aşırı kuraklığın oranı Çumra civarında azalsa da burası Konya-Çumra alt havzasında aşırı kuraklığın en belirgin olduğu kesimdir. Altınekin güneyinde de aşırı kuraklık oranı azalmıştır. Havzanın geri kalanında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. 36 aylık aşırı kuraklık durumunda Konya-Çumra alt havzasının güneyinde kuraklığın oranı artmışken kuzey kesiminde azalmıştır. Kuraklık oranının azaldığı diğer kesim Cihanbeyli olup havzanın geri kalanında değişiklik gerçekleşmemiştir (Şekil 52).



Şekil 51. 12, 24 ve 36 aylık SGI periyotlarında toplam kurak yıllar içerisinde aşırı kurak yıl oranının havzadaki dağılışı

Kuyuların %66,6'sında bütün analiz dönemlerinin hepsinde hem eğilim hem de ısrar ve dönersellik bakımından %99 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlılık söz konusudur. Bütün analiz dönemlerinin hepsinde M-K testi ve gidişler sınavasının ikisinde de en az %95 seviyesinde istatistik değeri gözlenen kuyuların orası ise %77,7'dir. Oransal olarak anlamlılığın en düşük olduğu alt havza Cihanbeyli-Kulu'dur. Beyşehir, Altınekin ve Konya-Çumra alt havzasından 1'er, Karaman-Ayrancı alt havzasından 2 ve Ereğli-Bor alt havzasından 3 kuyuda bütün analiz dönemleri istatistiksel olarak önemli değildir. Fakat bu kuyularda uzun dönemli kuraklıklardaki anlamlılık düzeyi daha fazladır (Tablo 21).

Tablo 21

İstasyonların SGI değerlerinin mann kendall ve gidişler sınaması anlamlılık düzeyi sonuçları

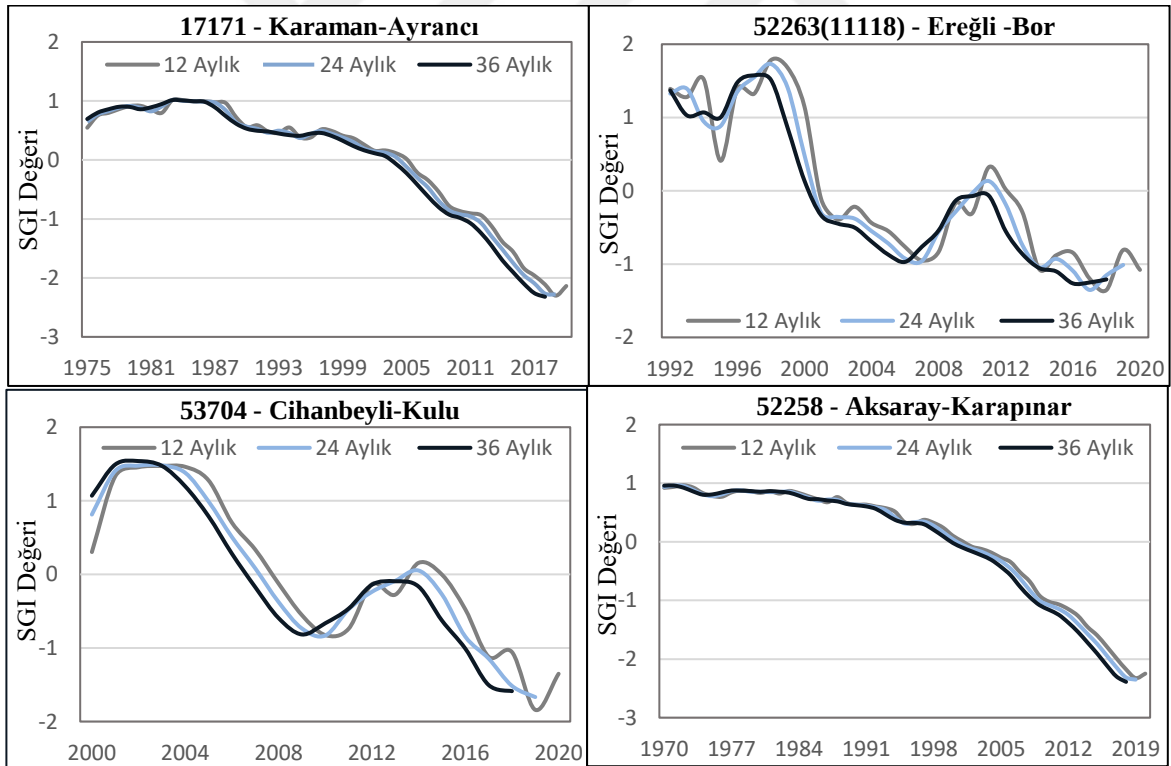
%95 Düzeyinde Anlamlı			%99 Düzeyinde Anlamlı				Anlamlılık Yok			
Kuyu	Test İstatistikleri	Son.	Kış	İlk.	Yaz	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	36 Aylık
1167	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,008	0,000	0,001	0,005	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
17171	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30642	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
28719	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30270	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20122	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
47761	M-K Testi	0,000	0,000	0,021	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,020	0,046	0,322	0,046	0,046	0,000	0,000	0,001	0,001
46864	M-K Testi	0,038	0,099	0,118	0,099	0,070	0,070	0,048	0,038	0,026
	Gidişler	0,004	0,046	0,046	0,046	0,046	0,322	0,046	0,004	0,007
52263 (11118)	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000
52259	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9749/A	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
8334	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,020	0,003	0,012	0,012	0,003	0,000	0,012	0,001	0,001
42048	M-K Testi	0,000	0,000	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,196	0,626	0,605	0,046	0,135	0,626	0,135	0,020	0,033
46293	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,020	0,046	0,012	0,012	0,046	0,012	0,012	0,001	0,001
53704	M-K Testi	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,039	0,002	0,007	0,026	0,002	0,002	0,002	0,003	0,005
53705	M-K Testi	0,153	0,116	0,251	0,116	0,116	0,184	0,205	0,243	0,463
	Gidişler	0,003	0,007	0,002	0,002	0,002	0,007	0,002	0,003	0,005
53706	M-K Testi	0,650	0,205	0,334	0,023	0,432	0,365	0,103	0,105	0,421
	Gidişler	0,039	0,026	0,007	0,002	0,007	0,007	0,002	0,003	0,005

“Tablo 21’in devamı”

53707	M-K Testi	0,700	0,399	0,650	0,284	0,330	0,559	0,475	0,700	0,910
	Gidişler	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,008
17167 (52264)	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
52258	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40863	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
52266 (35735)	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
42778	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
62564 (221)	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
37302	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
37325	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
46392	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
52265 (30638)	M-K Testi	0,003	0,040	0,003	0,004	0,011	0,005	0,008	0,008	0,011
	Gidişler	0,001	0,002	0,002	0,026	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
9431	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
52267 (13312)	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
181	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
182	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8185	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
35514	M-K Testi	0,960	0,889	0,779	0,889	1,000	0,963	0,852	0,921	0,853
	Gidişler	0,297	0,223	0,042	1,000	0,688	0,042	0,014	0,007	0,011
20826	M-K Testi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gidişler	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
52770	M-K Testi	0,001	0,001	0,011	0,007	0,001	0,002	0,004	0,003	0,001
	Gidişler	0,089	0,000	0,159	0,019	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000

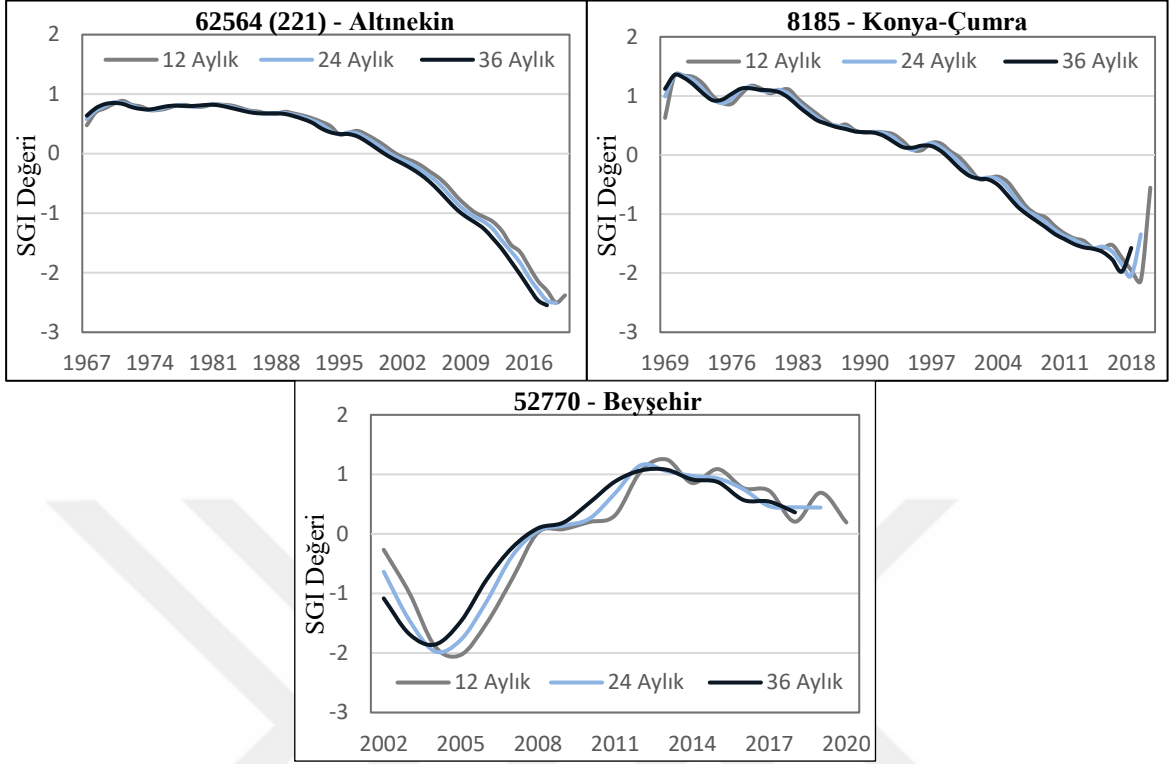
Şekil 53'te her alt havzadan hem %99 seviyesinde anlamlılık gözlenen hem de zamansal seri bakımından uzun olan 1'er kuyunun uzun süreli kuraklıkta indis değerlerindeki değişimi gösterilmiştir. Karaman-Ayrancı alt havzasını temsil eden 17171 no'lu gözlem kuyusunda 1975-2003 yılları arasında kurak dönem gözlenmezken, 2003 yılında başlayan kuraklık şiddetlenerek devam etmiş, 2015 yılına doğru orta ve şiddetli kuraklığa, 2015 yılından sonra ise yerini aşırı kuraklığa bırakmıştır. Bu kuyuda indis değerleri analiz döneminin başından sonuna kadar sürekli azalma eğilimi bakımından ısrarlıdır. Ereğli-Bor alt havzası için 1992-2000 yılları arasında kuraklığın yaşanmadığı 52263 (11118) no'lu kuyuda kuraklık ilk kez 2001 yılında hafif kuraklık şiddetinde gerçekleşmiş ve şiddetini arttırarak 2014 yılından sonra çoğunlukla şiddetli kuraklık şeklinde vuku bulmuştur. 2008-2011 yılları arasında kuraklığın şiddetinde azalma meydana gelmiş ve 12 aylık kuraklıkta 2011-2012 yıllarında ve 24 aylık kuraklıkta 2011 yılında kuraklık kesintiye uğramış olsa da 2012 yılında sonra kuraklıkta sürekli bir eğilimi gözlemek mümkündür. Cihanbeyli-Kulu alt havzasını temsil eden 53704 no'lu kuyu da 2000-2006 yılları arasında kuraklık tespit edilmemiş olup, ilk kuraklığın yaşandığı yıl ve dönem 2007 yılında 36 aylık kuraklıktır. Bu tarihten sonra 12 ve 24 aylık dönemlerde de kuraklık başlamış olup ikisi için sadece 2014 yılında kurak dönem kesintiye uğramıştır. Grafikten de anlaşılacağı üzere kuraklığın şiddeti yıldan yıla artmış ve 2016 yılından sonra çoğunlukla orta ve şiddetli kuraklık şeklinde gerçekleşmiştir. Aksaray-Karapınar alt havzasında 52258 no'lu kuyu da 1970-1999 yılları arasında 29 yıllık zaman dilimi kuraklığın yaşanmadığı dönem olsa da gözlem döneminin başından sonuna kadar kesintisiz bir şekilde kuraklık eğilimi söz konusudur. 2000-2008 yılları arasında hafif kuraklık, 2009 ile 2012-2014 yıllar arasında orta şiddette kuraklık, 2012-2014 ile 2015-2017 yılları arasında şiddetli kuraklık ve 2020 ye kadar ise aşırı kuraklık görülmüştür. Benzer bir durum Altınekin alt havzasında 62564 (221) no'lu kuyu için de söz konusudur. 1967-1999 yılları arasında kuraklık gözlenmemiştir, fakat indis değerinde ısrarlı bir şekilde azalmayı izlemek mümkündür. 2000 yılından 2010 yılına kadar hafif kuraklık, 2010-2013 yılları arasında orta şiddette kuraklık, 2014 ile 2015-2016 yıllarında şiddetli kuraklık ve 2016 yılından sonra ise aşırı kuraklık meydana gelmiştir. Konya-Çumra alt havzasını temsil eden 8185 no'lu kuyu için de durum aynıdır. Analiz döneminin başı olan 1969 yılından 2020 yılına kadar indis değerleri sürekli bir şekilde azalırken, ilk kuraklık 1999 yılında meydana gelmiş ve 2008'e kadar hafif kuraklık şeklinde devam etmiştir. 2008 ile 2011-2013 yılları arasında orta şiddette, 2011 ile 2013'den sonra şiddetli ve zaman zaman aşırı kuraklık meydana gelmiştir. Havzanın

tamamından farklı olan Beyşehir alt havzasında ise başka bir durum söz konusudur. Havzanın bu kesiminde gözlem döneminin başı olan ve zaman zaman şiddetli ve aşırı kuraklığın yaşandığı 2002-2007 yıllarından sonra indis değerlerindeki ısrarlı bir şekilde artış kayda değerdir. 2008 yılından bu yana uzun süreli analizlerde kuraklık meydana gelmemiştir. İndis değerleri 2012-2013 yılları arasında en yüksek seviyeye ulaşmış ve bu tarihten sonra bir miktar azalma başlayıp hafif kuraklık seviyesine yaklaşmıştır. Konya Kapalı Havzası genelinde 30 yılı aşkın süredir gözlem yapan kuyulardaki indis değişimine bakıldığında, 1990'lı yıllara kadar indis değerlerinde gözlenen değişimin ısrarlı olmadığı yani verilerin rastgele olduğu görülür. Fakat 1990'lı yılların başından itibaren indis değerlerinde belirgin ve sürekli bir şekilde azalma söz konusu olup değerlerde rastgele olmama durumu vardır. Bu da kuraklığın 1990'lı yıllara kadar dikkate değer olmadığını, eğilimin belirginleştiği kırılma döneminin 1980'li yılların sonu ile 1990'lı yılların başı olduğunu gösterir.



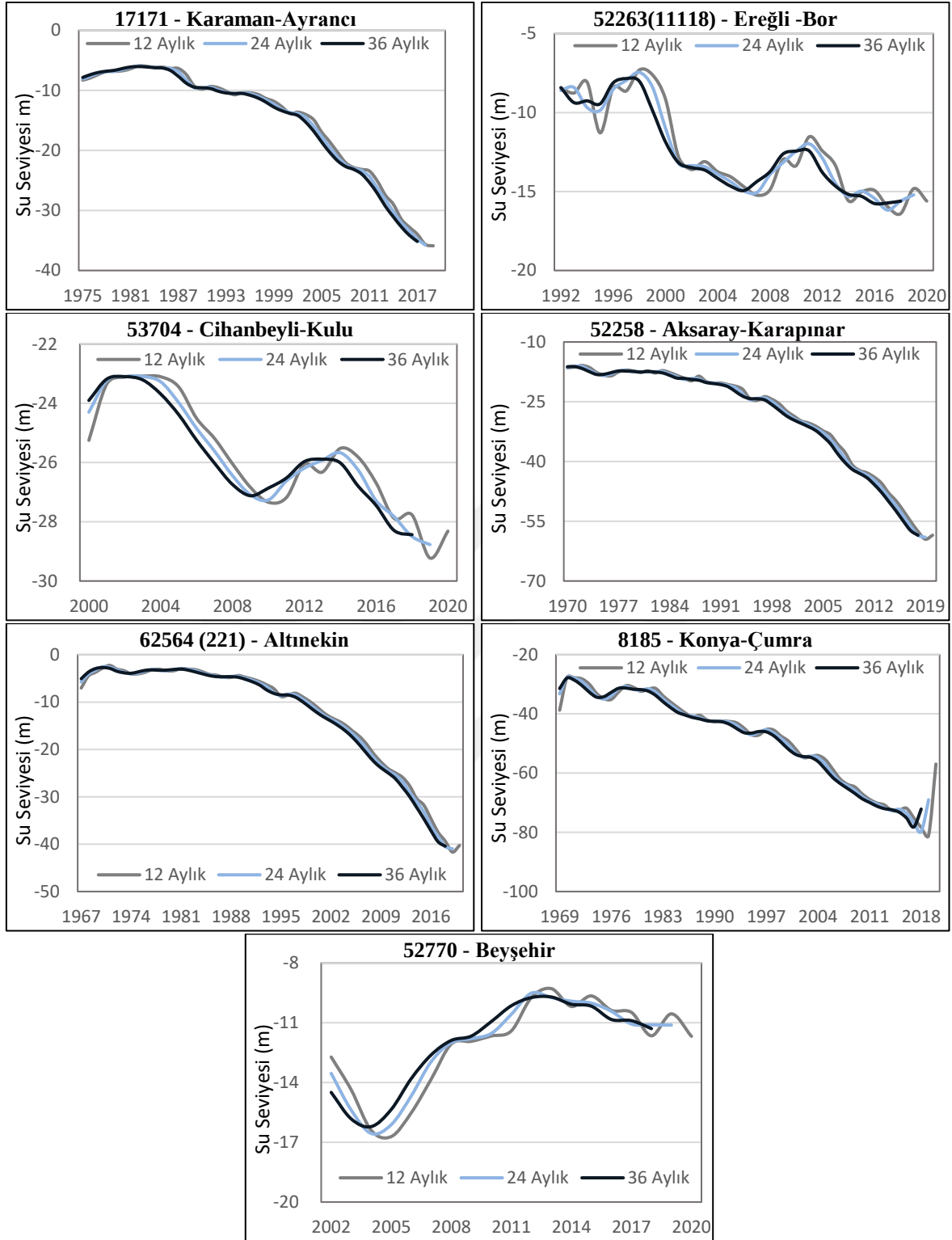
Şekil 52. Seçilmiş kuyularda SGI değerlerinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim

“Şekil 53’ün devamı”



İndis değerlerinde yaşanan bu değişim yeraltı suyu seviyesine de yansımıştır. Şekil 54’te yukarıda her alt havzayı temsil eden kuyuların 12, 24 ve 36 aylık ortalama yeraltı suyu seviyesinin yıllar içerisindeki değişimleri verilmiştir. Karaman-Ayrancı alt havzasında bulunan 17171 no’lu kuyuda 1975-1987 yılları arasında ciddi anlamda seviye değişimi gözlenmemiş olup su seviyesi -8 ile -6,5 m arasında değişmiştir. 1987 yılına kadar seviyede bir artış eğilimi gözlenir. Fakat 1990 yılından itibaren su seviyesi düşmeye başlamış ve özellikle 2000’li yıllardan itibaren bu düşme eğilimi hız kazanarak 2020 yılında yaklaşık -35 m’ye ulaşmıştır. Bu değerlerle birlikte kuyuda su çekilmesi 1989-2020 yılları arasında toplamda 29 m (bu dönem ortalaması 93,5 cm/yıl), yıllık ortalama 65 cm kadardır. Ereğli-Bor alt havzasındaki 52263 (11118) no’lu kuyuda da benzer durum söz konusudur. 2000 yılına kadar -8 ve -11 m arasında değişen su seviyesi bu yıldan itibaren hızlı bir şekilde düşerek 2007’de -14 m’ye kadar düşmüştür. Su seviyesi 2011 yılına kadar -12,4 m’ye yükselse de yeniden azalmış ve 2020’ye doğru -16 m’ye kadar gerilmiştir. Toplamda 7 m, yıllık ortalama 28 cm su seviyesi azalması ile grafikteki en düşük seviye azalmasının gerçekleştiği kuyudur. 2000-2005 yılları arasında su seviyesinin -23 ile -25 m arasında olduğu Cihanbeyli-Kulu alt havzasındaki 53704 no’lu kuyuda 2005-2010 yılları arasında su seviyesi -27,2 m’ye kadar gerilemiş, 2014 yılına kadar -25,7 m seviyesine yükselmişse de

2005 yılından 2020 yılına kadar kesintisiz bir şekilde azalma eğilimiyle -28,8 m'ye gerilemiştir. Su azalması toplamda 5,5 m ve yıllık ortalama 29 cm'dir. Bu değerler ile Ereğli-Bor alt havzası ile en az çekilmenin gerçekleştiği alt havza konumundadır. 52258 no'lu Aksaray-Karapınar alt havzasını temsil eden kuyuda 1970-1989 yılları arasında yaklaşık 3 buçuk m ile yıllık ortalama 17 cm su azalması söz konusu iken (-16,5 ile -20 m) 1990'lı yılların başından itibaren başlayan ve 2000'li yıllarla beraber şiddetlenen kuraklığın etkisi ile su seviyesi -58,5 m'ye kadar düşmüştür. Yıllık ortalama çekilme ise 84 cm'dir. Konya-Çumra alt havzasından sonra su seviyesinin en fazla düştüğü alt havzadır. Buna benzer durum Altınekin alt havzasında yer alan 62564 (221) no'lu kuyu için de geçerlidir. 1967-1989 yılları arasında -3 ila -5 m arasında değişen yeraltı suyunun seviyesi yılda ortalama 70 cm düşerek 2020 yılında -40,5 seviyesine gerilemiştir. Konya-Çumra alt havzasında (8185 no'lu) gözlem döneminin başı olan 1969 yılında yaklaşık olarak -31,5 olan su seviyesi 2020 yılına gelinceye değin -79,5 m seviyesine gerilemiştir. Toplamda 49 m, yılda ortalama 96 cm su azalması ile en fazla seviye düşüşünün yaşandığı alt havza Konya-Çumra alt havzasıdır. Beyşehir alt havzasındaki 52770 no'lu kuyuda ise 2002-2004 yılları arasında ortalama -14 m'den -16,5 m'ye kadar gerilemiş, 2005 yılından itibaren ise 2013 yılına kadar yılda ortalama 88 cm yükselerek -9,5 m seviyesine ulaşmıştır. Seviye eğrisi 2014-2020 yılları arasında nispeten stabil kalmakla beraber hafifçe azalma eğilimi göstermektedir.



Şekil 53. Seçilmiş kuyularda yeraltı su seviyesinin yıllar içerisinde gösterdiği değişim (m)

Diğer kuyularda gözlem döneminin başından sonuna kadar gözlenen seviye değişimine bakıldığında (Tablo 22) Konya-Çumra, Aksaray-Karapınar ve Altınekin alt havzaları su seviyesinin en fazla düştüğü alt havzalar olup yer yer 50-60 metreye yakın

çekilmeler gerçekleşmiştir. Beyşehir ve Cihanbeyli-Kulu alt havzaları ise en az seviye değişiminin meydana geldiği alt havzalardır. Havza genelinde su seviyesi gözlem dönemlerinin başından sonuna kadar ortalama 15,9 m, yılda ortalama 56,8 cm azalmıştır.

Tablo 22

Analiz edilen tüm kuyuların su seviyesinde zaman içerisinde gözlenen değişim (m)

Kuyu No	Seviye Değişimi (m)	Kuyu No	Seviye Değişimi (m)	Kuyu No	Seviye Değişimi (m)
Cihanbeyli-Kulu		Konya-Çumra		Altınekin	
53707	0	52267(13312)	-25	37302	-10
53705	0	182	-26	37325	-7
53704	-2	181	-20	46392	-33
53706	+2	8185	-50	52265(30638)	-13
Ereğli-Bor		35514	0	62564 (221)	-40
52259	-15	20826	-35	Karaman-Ayrancı	
9749/A	-5	9431	-20	17171	-30
8334	-25	Aksaray-Karapınar		30642	-20
42048	-5	52258	-38	28719	-20
46293	-5	40863	-60	30270	-15
52263 (11118)	-7	52266(35735)	-20	20122	-22
Beyşehir		42778	-10	47761	0
52270	+5	17167 (52264)	-3	46864	0
				1167	+2

5.3. Yeraltı Suyu Üzerindeki Antropojenik Etkilerin Değişimi ve Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde yeraltı suları üzerindeki antropojenik baskılar; arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler ve 1963 yılından beri DSİ tarafından belgeli kuyulara verilen yeraltı suyu tahsis verileri ile değerlendirilmiştir. Arazi kullanımı değerlendirmesi için 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılı CORİNE arazi sınıflandırma

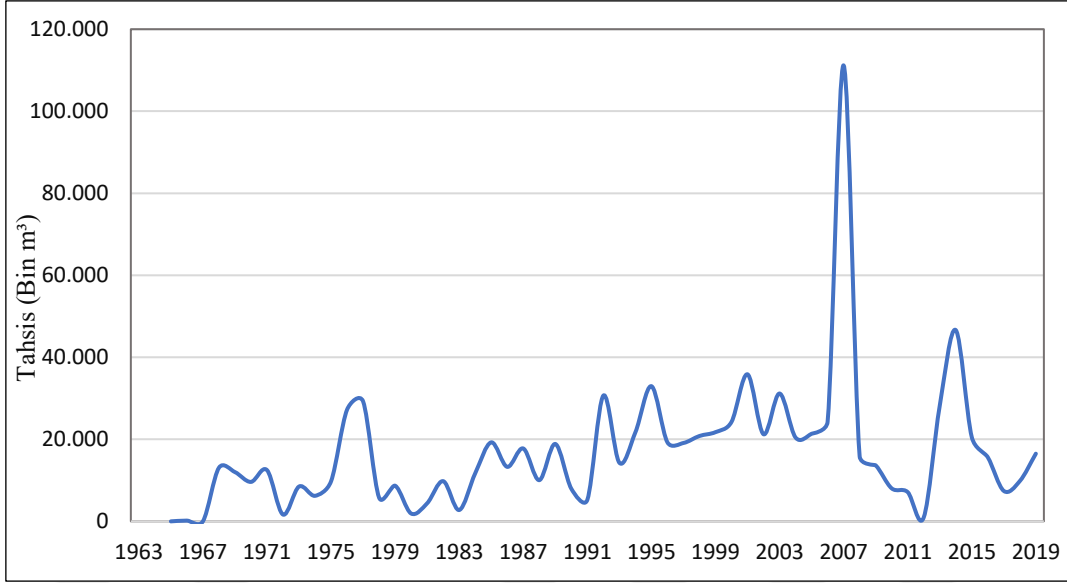
verileri kullanılmıştır. Yeraltı suyu tahsis verileri ise arazi çalışmasında DSİ Konya Bölge Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen verilerle yorumlanmıştır.

Tablo 23

Farklı arazi sınıflarının havzada kapladığı alanlarının yıllara göre oranı (%)

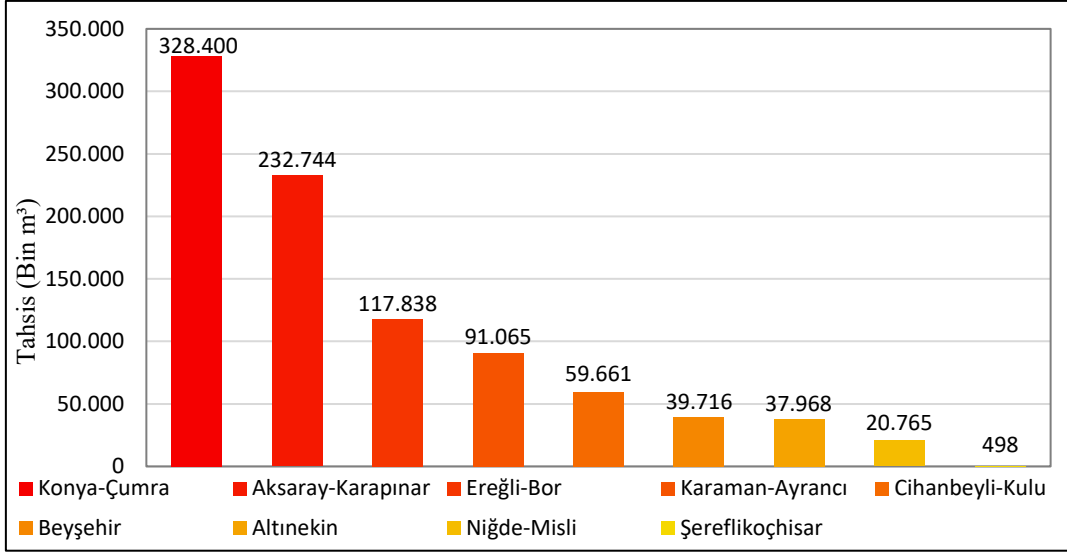
Yıl	Sulu Tarım	Kuru Tarım	Bitki Örtüsü	Mera	Su Kütlesi	Yerleşim Yeri
1990	16,0	28,9	22,5	17,8	3,8	1,6
2000	16,3	28,9	22,5	17,4	3,7	1,9
2006	12,9	44,9	15,8	12,5	3,5	1,9
2012	13,3	36,1	22,5	16,8	3,7	2,0
2018	13,4	28,8	19,5	6,4	3,7	2,1

Tablo 23'e bakıldığında arazi kullanımında zaman içerisinde bazı değişimler görülür. 2000 yılında havza topraklarının %16,3'ünü kaplayan sulu tarım arazilerinin oranı azalarak 2016'da %12,9'a gerilemiş ve 2018'de bir miktar artarak %13,4 olmuştur. Buna karşılık 1990 yılında havzanın %28,9'una tekabül eden kuru tarım arazilerinin oranı artarak 2006'da %44,9'a ulaşmış ve daha sonraları 2018'de %28,8'e düşmüştür. Ormanlar, çalılar ve seyrek bitki topluluklarını ifade eden bitki örtüsü grubunun oranı %22,5'den %19,5'e düşmüş; mera alanları ise bariz bir şekilde alan kaybederek 1990'da %17,8'den 2018 yılında %6,4'e gerilemiştir. Su kütleleri oransal olarak fazla değişmemiş olup %3,5-3,8 arasında değişim gösterir (1900-1750 km²). Havzada yerleşim yerlerinin oranı zaman içerisinde sürekli bir şekilde artmıştır. Nitekim 1990 yılında havzanın %1,6'sına (800 km²) karşılık gelen kentsel alanların oranı 2018 yılına gelindiğinde %2,1 olmuştur (1050 km²). Zaman içerisinde ekili arazilerin ve yerleşim alanlarının oranı artmış, doğal bitki örtüsü, meralar ve sulak alanların oranı azalmıştır. Bu durum yeraltı suyunun aşırı kullanılmasına ve hidrolojik sistem üzerinde baskı oluşmasına neden olabileceği için havzada yeraltı suyu kuraklığını etkileyen faktör olarak değerlendirilebilir.



Şekil 54. Belgeli kuyulara verilen yıllık toplam yeraltı suyu tahsis miktarındaki değişim

Havza geneline bakıldığında DSİ tarafından belgeli kuyulara verilen yıllık toplam yeraltı suyu tahsis miktarında sürekli bir artış izlenir (Şekil 55). 1963-1980 yılları arasında en fazla tahsis 29 milyon 250 bin m³ ile 1977 yılında gerçekleşmiştir. 1980’den itibaren verilen tahsis miktarındaki değişim dikkate değerdir. Bu yıldan itibaren sürekli bir artış göstermiş ve 2007 yılında 111 milyon 175 bin m³ tahsis yapılmıştır. Burada 2007 yılına bir parantez açmak gerekir. 2007’de Konya Büyükşehir Belediyesi’ne içme sularında kullanmak üzere 93 milyon m³ tahsis verilmiştir. Bu kuyular kuraklığın şiddetli olduğu yıllarda içme ve kullanma suyu barajlarında su seviyesinin azaldığı dönemlerde kullanılmaktadır. Bu sebeple 2007’de aşırı bir artış söz konusudur. Genel olarak yeraltı suyu tahsisindeki artışın 1980’li ve 1990’lı yılların başından itibaren belirgin bir şekilde arttığı, bölüm 4.2.’de yıllık açılan kuyu sayısında 1990’lı yılların başından itibaren belirgin bir şekilde artış gözlendiği ve bölüm 5.2.2.’de de ele alındığı üzere kuraklığın 1990’lı yılların sonu ve 2000’li yılların başından itibaren meydana geldiği göz önünde bulundurulduğunda yeraltı suları üzerindeki kuraklığın kuyulardan su çekimi ile ilişki olabileceği anlaşılr.



Şekil 55. Alt havzalara göre 1963-2019 yılları arasındaki toplam yeraltı suyu tahsis miktarı

Uzun yıllar alt havzalara göre toplam tahsis miktarlarına bakıldığında tahsis edilen yeraltı suyu miktarının en fazla olduğu alt havzalar Konya-Çumra (328 milyon 400 bin m³) ve Aksaray-Karapınar (232 bin 744 bin m³)'dır. Tahsis miktarı bakımından az olan alt havzalar ise Şereflikoçhisar (497 bin m³) ve Niğde-Misli (20 milyon 764 bin m³) alt havzalarıdır (Şekil 56). Km² başına yıllık ortalama en fazla tahsisin verildiği alt havzalar ve tahsis miktarları şu şekildedir: Konya-Çumra 37,5 m³, Altınekin 23,64 m³, Aksaray-Karapınar 22 m³, Ereğli-Bor 19,45 m³, Karaman-Ayrancı 14,45 m³, Cihanbeyli-Kulu 13,84m³, Niğde-Misli 12,41 m³, Beyşehir 5,4 m³ ve Şereflikoçhisar 0,35 m³. Toplam tahsis miktarları ile km² başına verilen tahsis miktarlarının en fazla olduğu yerler yeraltı suyu kuraklığının yaygın olarak gerçekleştiği alt havzalardır. Bu bakımdan hidrolojik kuraklık üzerindeki antropojenik unsurların rolü daha iyi anlaşılmaktadır.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE TARTIŞMA

Konya Kapalı Havzası, Türkiye’de yağışın ve yüzey su kaynaklarının en az olduğu havzalardan birisidir. Bu az olan su varlığına rağmen gerek sahip olduğu nüfusuyla evsel kullanımda gerekse de geniş ve tarıma elverişli ovaları ve platolarıyla tarımsal sulamada önemli bir su tüketimi söz konusudur. Bunun için kuraklığa son derece hassas olan havzanın hidrolojik döngü içinde farklı rezervuarda gözlenen kuraklık durumunun ortaya konulması önemlidir. Bu çalışmada havzadaki meteorolojik, akım ve yeraltı suyu kuraklık durumu ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Farklı tipteki kuraklıkların havzadaki zamansal gelişimi ve mekansal yayılımları tablo, grafik ve haritalar oluşturularak değerlendirilmiş ve aynı zamanda yağış ve akarsu akım miktarındaki azalmaların yeraltı suyu kuraklığı bakımından etkisi incelenmiştir. Buna ek olarak yeraltı suyu kuraklığı üzerindeki antropojenik unsurlar değerlendirilmiştir. Bu unsurlara ait değerlendirme ise yıllık açılan kuyu sayıları, yıllık toplam tahsis miktarı ve arazi kullanımı değişikliğiyle irdelenmiştir.

Çalışmada kullanılan temel veri kaynakları MGM ve DSİ’den temin edilmiştir. Meteorolojik kuraklık analizi için 11 istasyonun 47-89 yıllık, akım kuraklık analizi için 14 istasyonun 25-32 yıllık ve yeraltı suyu kuraklığı için 36 kuyunun 16-53 yıllık kesintisiz verileri kullanılmıştır. Meteorolojik kuraklık için SPI, akım kuraklığın için SDI ve yeraltı suyu kuraklığın için SGI indisleri uygulanmıştır. Kuraklık; hafif, orta şiddette, şiddetli ve aşırı kurak sınıflarına ayrılmış ve her bir istasyon ve kuyunun kurak yıllarının kuraklık sınıfı içerisindeki oranları hesaplanmıştır. Ardından ham veriler ve indis sonuçlarına kuraklıktaki eğilimi belirlemek adına Mann-Kendall istatistik testi ve ısrar bileşenlerini kontrol etmek için Gidişler (Runs) Sınaması uygulanmıştır. Çıkan sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı olan istasyon ve kuyuların indis değerlerinin yıllar içerisindeki gösterdiği değişimler grafiklendirilmiş ve üç tip kurakta da kurak yıllar içerisindeki şiddetli ve aşırı kuraklıkların oranlarının yayılımı haritalandırılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Konya Kapalı Havzası’nda toplamda 90.019 kuyu mevcuttur. Tüm kuyular göz önüne alındığında kuyu sayısı en fazla olan alt havzalar Konya-Çumra (%27,1), Aksaray-Karapınar (%26), Karaman-Ayrancı (%8,8) ve Ereğli-Bor (%6,2) alt havzalarıdır.

Havzada km²'ye 1,8 adet kuyu düşmektedir. Alt havzalar ölçeğinde incelendiğinde Niğde-Misli'de km²'ye 3,3, Altınekin'de 3,4, Konya-Çumra'da 2,8, Ereğli-Bor'da 2,4, Aksaray-Karapınar'da 2,2, Cihanbeyli-Kulu'da 1,26 Karaman-Ayrancı'da 1,25, Beyşehir'de 0,33 ve Şeriflikoçhisar'da 0,19 adet kuyu düşmektedir. Bütün kuyu grupları düşünüldüğünde 1990'lı yılların başı itibari ile yılda açılan toplam kuyu sayısında belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir. Bu ise yeraltı suyundan çekilen su miktarının yıllar içerisinde artmasına neden olmuştur. Nitekim yıllık toplam tahsis miktarındaki gözlenen artış miktarı bunu kanıtlar niteliktedir. Fakat yılda açılan kuyu sayısı 2000'li yılların başından sonra giderek azalmıştır. Burada tek istisna rasat kuyuları olup, 2000 yılından sonra rasat kuyu sayısında ciddi anlamda artış gerçekleşmiştir.

2. Meteorolojik kuraklıkta aylık analizlerde Aralık, mevsimlik analizlerde kış ve sonbahar yağış toplamalarında orta ve şiddetli kurak yıllar öne çıkmaktadır. Fakat bu kısa ve orta vadede kuraklıklar istatistiksel olarak anlamlı olmayıp sadece Kulu, Çumra ve Karapınar istasyonlarında ilkbahar mevsiminde M-K testinde %95 seviyesinde anlamlılık söz konusudur. İstatistiksel olarak önemli olan analiz dönemleri 24 ve 36 aylık kuraklıklardır. Uzun süreli kuraklıklar olan 12, 24 ve 36 aylık analizlerde şiddetli ve aşırı kuraklığın oranlarının arttığı gözlenmektedir. Bu durum, hidrolojik kuraklık açısından dikkate değerdir. Şiddetli kuraklığın 12 aylık analizde en fazla tekrar ettiği istasyon %18,5 ile Aksaray, 24 aylık analizde %12,5 ile Konya ve 36 aylık analizde %14,3 ile Aksaray ve Beyşehir'dir. Aşırı kuraklıkta ise 12 ve 24 aylık analizlerde kuraklığın oransal olarak en yüksek olduğu istasyon Niğde olup toplam kurak yıllar içerisindeki oranı %7,3'dür. 36 aylık kuraklıkta ise %7,1 ile Beyşehir en yüksek aşırı kuraklık oranına sahiptir.

3. 12, 24 ve 36 aylık SPI değerlerinde şiddetli kuraklığın mekânsal yayılımına bakıldığında kuraklığın 12 aylık dönemde Aksaray, Konya, Beyşehir ve Seydişehir'den, 24 aylık dönemde havzanın batısındaki Konya, Cihanbeyli ve Beyşehir'e ve 36 aylık dönemde ise Beyşehir, Cihanbeyli ve Aksaray'a yayıldığı izlenmiştir. Yine bu analiz dönemlerinde aşırı kuraklık, 12 aylık SPI'da Ereğli, Niğde, Aksaray'dan; 24 aylık SPI'da bu istasyonlara ilave olarak Beyşehir'e doğru yayılmıştır. 36 aylık analizde ise aşırı kuraklık oranı havzanın doğusunda azalarak batıdaki Beyşehir ve Seydişehir'de artmıştır. Şiddetli ve aşırı kuraklıkların zamansal gelişimine bakıldığında havza genelinde 1973-1974, 1982-1984,

1988-1990, 2000-2002 ve 2012-2014 yılları her iki şiddette kuraklığın geliştiği yıllar olarak karşımıza çıkar. Buna göre havzada her on yılda bir şiddetli ve aşırı meteorolojik kuraklık gerçekleşmiştir.

4. Akım kuraklığında toplam kurak yıllar içerisinde hafif kuraklık haricindeki kuraklık sınıflarının oransal olarak en yüksek olduğu SDI dönemleri kış ve ilkbahar mevsimleri ile 6, 9 ve 12 aylık analizlerdir. Bu dönemlerde orta şiddette, şiddetli ve aşırı kurak yıllar oranlarının toplamı %30'dan fazladır. Kış ve ilkbahar mevsiminde diğer alt havzalarla kıyaslandığında Cihanbeyli-Kulu şiddetli (%8) ve aşırı (%8) kuraklıkların en yüksek olduğu alt havzadır. 6 ve 9 aylık kuraklıkta şiddetli kuraklığın oranı %16,7, 12 aylık kuraklıkta ise %8,3'tür. Havza genelinde aşırı kuraklık en az gerçekleşen kuraklık sınıfıdır. Cihanbeyli-Kulu alt havzasında kış mevsimi; Aksaray-Karapınar alt havzasında 9 aylık analiz dönemi ve Beyşehir alt havzasında sonbahar ve ilkbahar mevsimi ile 9, 12 ve 24 aylık analizlerde aşırı kuraklığa rastlanmıştır. Akım kuraklığında şiddetli ve aşırı kuraklıkların en yağışlı mevsim olan kış ve ilkbahar mevsiminde gerçekleşmesi meteorolojik kuraklık analizi bulgularıyla örtüşmektedir. Buna bağlı olarak bu mevsimlerde gerçekleşen meteorolojik kuraklığın tarımsal ve hidrolojik kuraklığı tetiklediği 6, 9 ve 12 aylık kuraklıklarla görülmektedir. Akım kuraklığında şiddetli kuraklığın mekansal yayılımına bakıldığında 12 aylık SDI'da kuraklığın Beyşehir, Konya-Çumra ve Cihanbeyli-Kulu alt havzasında; 24 aylık SDI'da bunlara ilaveten Karaman-Ayrancı alt havzasında etkili olduğu görülür. 36 aylık SDI'da ise kuraklık güneye yayılma eğilimi göstermiş ve Beyşehir, Konya-Çumra ve Karaman-Ayrancı alt havzaları kuraklığın meydana geldiği yerler olmuştur.

5. 12 aylık kuraklıkta 14 istasyonun 5'inde, 24 aylık kuraklıkta 8'inde 36 aylık kuraklıkta ise bütün istasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı trend bulunmuştur. Beyşehir alt havzasındaki bazı istasyonlarda pozitif yönde eğilim gözlenmiştir. Diğer alt havzalarda ise negatif yönünde bir eğilim söz konusudur. Bu istatistiksel değerler Beyşehir alt havzası hariç kuraklığın süresinin uzamasıyla kuraklığın trend ve dönemselliğinin de belirginleştiğini ve kuraklığın havzanın geri kalanına yayıldığını gösterir. Bu ise hidrolojik kuraklık bakımından önemli göstergelerindendir. Kuraklığın dönemselliğine ve zaman içerisindeki gelişimine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı eğilim gösteren istasyonlarda sürekli bir negatif yönde eğilim vardır ve 2000'li yılların başından itibaren kesintisiz bir

kurak dönem yaşandığı ve yıllar içerisinde kuraklığın şiddetinin de arttırdığı görülür. Beyşehir alt havzasındaki istasyonlarda ise bunun tam aksine 2000’li yıllardan itibaren kurak dönemden nemli döneme geçilmiştir. Beyşehir alt havzasında indis değerlerinde bir artış olmasına rağmen şiddetli ve aşırı kuraklıkların oransal olarak diğer alt havzalardan daha fazla olması, bu alt havzada kuraklıkların daha seyrek gerçekleştiğini fakat meydana geldiği zaman da daha şiddetli olduğunu gösterir.

6. Yeraltı suyu kuraklığında hafif kurak haricindeki kuraklıkların oranının en yüksek olduğu analiz dönemleri sırasıyla 24 (%50,1), 36 (%49) ve 12 (%46,1) aylık SGI sınıflarıdır. Özellikle şiddetli kurak sınıfındaki kuraklıkların payının yüksek olması dikkat çekicidir. Hafif kurak haricindeki yılların oransal olarak en fazla olduğu alt havza Konya-Çumra, Altınekin ve Beyşehir alt havzasıdır. Adı geçen alt havzalarda orta şiddette, şiddetli ve aşırı kurak yıllar oranı %50’nin üzerindedir. Aşırı kuraklığın oransal olarak en fazla olduğu dönem ise kış (%8,2) ve ilkbahar (%7,9) mevsimi ile 9 (%7,1) aylık kuraklıktır. Yeraltı suyu kuraklığında elde edilen bu bulgular meteorolojik ve akım kuraklığı bulgularıyla desteklenebilir. Nitekim her iki kuraklıkta da kış ve ilkbahar mevsimi hafif kuraklık haricindeki kuraklıklar bakımından en yüksek değerleri vermiştir. Ayrıca yeraltı suyu kuraklığında gözlenen uzun dönemli kuraklıkların 12, 24 ve 36 aylık analizlerde bulgularan meteorolojik kuraklıkla bağlantılı olabileceği görülmektedir. Yeraltı suyu kuraklığının zamansal gelişimini değerlendirmek bakımından uzun yıllar boyunca gözlem yapan kuyuların verileri incelendiğinde kuyuların 1990’lı yıllara kadar indis değerlerinde çok belirgin değişimlerin gerçekleşmediği, 1990’lı yıllar itibari ile indis değerinin sürekli bir biçimde azaldığı ve azalma hızının 2000’li yılların başından sonra arttığı görülmektedir. Burada tek istisna Beyşehir alt havzasıdır. Bu alt havzada ise akım kuraklığında olduğu gibi 2000’li yıllardan sonra indis değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir.

7. Yeraltı suyu kuraklık analizinde kuyuların %66,6’sı tüm analiz dönemleri içerisinde M-K testi ve Gidişler Sınaması bakımından %99 oranında; %77,7’si ise tüm analiz dönemleri içerisinde iki istatistik testinde de en az %95 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı sevidedir. Tüm analiz dönemlerinin hepsinde anlamlı düzeyler görülmeyen kuyuların çoğunluğunda ise uzun dönemli kuraklıkların anlamlı olduğu kuyu sayısı daha fazladır. Özellikle uzun süreli kuraklıkların istatistiksel olarak ön plana çıkması hidrolojik

kuraklıkların havza içerisinde kritik seviyelere ulaştığını ve hidrolojik sistemin kırılganlığını göstermektedir. İndis değerlerindeki bu değişimi yeraltı suyu seviyesinde de görmek mümkündür. Su seviyesinin en çok azaldığı alt havzalar Konya-Çumra, Altınekin ve Karaman-Ayrancı alt havzaları olup seviyenin 50-60 m kadar alçaldığı görülmüştür. Su seviyesinin en az değişim gösterdiği alt havzalar ise Beyşehir ve Cihanbeyli-Kulu alt havzaları olup ortalama 0 ila +5 m arasında değişkenlik gösterir. Havza genelinde su seviyesi yılda ortalama 56,8 cm azalmıştır.

8. Yeraltı suyu kuraklığında 12 aylık kuraklık durumunda şiddetli kuraklığın mekansal yayılışına bakıldığında Beyşehir, Altınekin, Karapınar, Konya ve Çumra'nın şiddetli kuraklıktan daha fazla etkilendiği söylenebilir. 24 ve 36 aylık şiddetli kuraklık haritalarında ise kuraklığın adı geçen merkezlere ek olarak havzanın kuzeyindeki Cihanbeyli-Kulu alt havzasına yayıldığı görülür. Aşırı kuraklığın havzadaki yayılışına bakıldığında ise 12 aylık kuraklık sınıfında havzanın batı ve kuzey kesimi kuraklığın belirgin olduğu bölgelerdir. Beyşehir, Çumra, Altınekin, Karaman, Karapınar hattı aşırı kuraklığın etkili olduğu bölgelerdir. 24 aylık analizde Beyşehir, 36 aylık analizde ise Cihanbeyli'de aşırı kuraklığın payı azalarak havzanın güneybatısındaki merkezi kısmı (Konya-Çumra alt havzası) uzun süreli aşırı kuraklıkların gözlendiği mevkiler olmuştur.

9. Yeraltı suyu kuraklığının gelişiminde meteorolojik ve hidrolojik unsurların etkisi olduğu kadar antropojenik unsurların da rolü söz konusudur. Yukarıda bahsedilen durumlara ek olarak havzada arazi kullanım durumu yıllar içerisinde değişmiş, sulamalı tarım arazilerinin ve yerleşim yerlerinin varlığında 2012 yılından sonra artış; mera ve su varlıklarının mevcudiyetinde de azalma görülmüştür. Ayrıca 1980'li ve 1990'lı yılların başları itibari ile belgeli kuyulara ayrılan yıllık toplam yeraltı suyu tahsis miktarındaki kayda değer artış da yeraltı suları üzerindeki baskının boyutlarını ortaya koymaktadır.

Tüm bulgular yeraltı suyu kuraklığında doğal ve antropojenik unsurların her ikisinin de etkisinin olduğunu göstermektedir. Uzun süreli gerçekleşen meteorolojik kuraklıklar hidrolojik kuraklığı tetiklemiş, bu da akım ve yeraltı suyu kuraklığının meydana gelmesine neden olmuştur. Fakat burada üzerinde durulması gereken önemli bir konu ise kuraklıkların zamansallıkları arasındaki farklılıklardır. Nitekim meteorolojik kuraklık belirli periyotlarda

(her 10 yılda bir) meydana gelirken akım ve yeraltı suyu kuraklığı ise çoğunlukla 1990'lı ve 2000'li yıllardan sonra meydana gelmiş ve yakın tarihe gelindikçe kuraklığın şiddeti de sürekli bir şekilde artmıştır. Çalışmada dikkati çeken önemli husus, doğası gereği hidrolojik kuraklığın daha yavaş ilerlemesinin yanı sıra, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren açılan kuyu sayısındaki ve yine aynı yıllardan sonra belgeli kuyulara verilen yıllık toplam yeraltı suyu tahsis miktarındaki belirgin bir şekilde artışlardır. Yeraltı su kaynakları üzerindeki bu baskı aşırı bir yeraltı suyu kuraklığına sebep olmuştur. Yani hidrolojik kuraklık üzerinde antropojenik unsurların doğal faktörlerden daha etkili olduğu söylenebilir. Havzadaki bu aşırı su çekimi, hali hazırda yağış azlığının var olduğu bir havzada kuraklığın şiddetinin ve süresinin artmasına neden olan bir boyuta ulaşmıştır.

Konya Kapalı Havzası'nda kuraklık doğal ve antropojenik unsurlar üzerinde belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Su potansiyeli bakımından havzanın en önemli rezervuarı olan Beyşehir Gölü'nde; Tersakan, Acıgöl, Kulu, Düden ve Samsam Göllerinde; Hotamış, Akgöl, Eşmekaya, Akyay gibi bataklık ve sulak alanlarda su seviyesi kritik seviyeye ulaşmıştır. Bu durum yaban hayatını tehlikeye sokmakta, başta balık ve göçebe kuş türleri olmak üzere hayvanların popülasyonlarını olumsuz yönde etkilemekte ve önemli relict ve endemik bitki türlerinin neslini tehdit etmektedir. Ayrıca yağış miktarındaki azalmalar yeraltı sularını etkilemekte, yeraltı sularında gerçekleşen kuraklık doğal çevreye zarar vererek (obruk oluşumlarına bağlı olarak zemin göçmeleri, yüzey yarıkları, yüzey deformasyonları vb.) insan canını ve malını da tehlikeye sokmaktadır. Yine yeraltı sularındaki aşırı seviye düşmesi akarsuların ana beslenme unsuru olan kaynak sularının debisinde azalmalara ve akım kuraklığı ile birlikte ekosistem sağlığının bozulmasına neden olmaktadır. Havzada görülen bu kuraklık sadece doğal coğrafyayı değil beşeri coğrafyayı da etkilemektedir. Özellikle tarımsal sulamanın büyük oranda yeraltı sularından yararlanılarak yapıldığı havzada tarımsal üretimin geleceği ciddi anlamda tehdit altında kalmakta, bu durum bölge halkının sosyo-ekonomik yapısını etkilemekte, bunun düzeltilmesi siyasi ve politik meselelere dönüşüp doğal bir süreç olarak başlayan kuraklığın sosyal, ekonomik ve politik mesele haline gelmesine sebep olmaktadır. Ayrıca küresel iklim değişikliği ve kuraklık sebebiyle akarsuların taşıdığı su miktarı azaldığı için yapılan baraj ve göletlerin su seviyesi önemli kurak yıllarda bir hayli alçalarak bu yapılar atıl durumda kalmakta, böylece gerek sulama ve içme-kullanma su sıkıntısına sebep olmakta gerekse çeşitli projelerle yapımına devam eden

diğer su yapılarının yararına yönelik akıllara soru işareti getirerek kamu sermayesinin mantıklı bir yatırımda harcanıp harcanmadığı tartışmalarına yol açmaktadır.

Bu çalışma ile bir kez daha, havzada kuraklık etkilerinin azaltılabilmesi için etkili ve sürdürülebilir bir kuraklık ve su kaynakları yönetiminin önemi gözler önüne serilmiştir. Bunun için bütünleşik bir havza yönetim planının uygulanması ve tüm tedbir ve planlamaların bu doğrultuda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda koordinasyon bakımından olumsuzlukların yaşanmaması adına kamu kurumları, üniversiteler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının bir çerçeve içerisinde aynı amaç için ortaklaşa hareket ederek havzadaki kuraklığı ve kuraklığın getirmiş olduğu sorunları gidermek ve sürdürülebilirliği sağlamak için yeterli ve rasyonel adımları atmaları gerekmektedir. Bu anlamda ortaya konan, uygulanan ve hala uygulaması devam eden çalışmalar bulunmaktadır. Ancak burada uygulaması yapılmayan fakat yapılmasının havza yönetimi açısından fayda sağlayabileceği düşünülebilen bazı önerilere değinmek gerekir. Öncelikle havza içerisindeki gözlem kuyularının sayılarının artırılması gerekmektedir. Havzada 146 km² başına bir rasat kuyusu düşmektedir. Bu değer yeraltı suyunu izlemek açısından oldukça düşüktür seviyededir. Çünkü çok kısa mesafede dahi önemli farklılıklar olabilmektedir. Burada bir diğer önemli konu yeraltı suyu kullanımı üzerindeki serbestliktir. Hali hazırda kuyulardan çekilen suda herhangi bir ücretlendirme yoktur. Çiftçinin ekonomik durumu da düşünülerek, kullanılan miktar başına olmasa bile, havzada bulunan tüm kuyulara su saati takılarak belirlenen miktardan fazla tüketim yapan kişilerden ücret tahsis edilmelidir. Böylece su kullanımındaki savurganlığın önüne geçilebilir. Kaçak (belgesiz) kuyu açılmasına izin verilmemelidir ve bu konuda yetersiz kalan denetimlerin sıkılaştırılması gerektirmektedir (Öyle ki bu işi meslek haline getiren kişiler su bulma garantili kuyular açma vaadi dahi vermektedir). Bölgedeki vahşi (salma sulama) sulama yöntemi hemen terk edilmeli, modern sulama teknikleri olan yağmurlama, damlama ve hatta toprak altı damlama yöntemleri benimsenmeli ve çiftçiye yeterli destek sağlanmalıdır. Diğer ürünlere oranla yüksek gelir getirisine sahip olan ay çiçeği, yonca, mısır, şekerpancarı gibi yetiştirme devresi boyunca bol miktarda suya gereksinim duyan bitkilerin yetiştirilmesinin önüne geçilerek, daha az su tüketen ve havzanın doğal coğrafyasına has olan tahıl ve bakliyat gibi ürünler yetiştirilmesi teşvik edilmeli ve kuraklığa dayanıklı bitki tohumları geliştirilmelidir.

Bu çalışmada elde edilen bulgularla daha önceden gerçekleştirilen çalışmalar arasında bir takım benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Türkeş vd. (2009)'nin Konya, Karaman, Aksaray ve Karapınar çevresinde yaptığı meteorolojik kuraklık analizinde bölgede yağışların %30-80 arasında azaldığı belirtilmiştir ve bu çalışmada da bu istasyonlarda önemli meteorolojik kuraklıklar bulgulanmıştır. Akbaş (2014)'ın Türkiye'deki önemli kurak yıllar üzerine yaptığı çalışmada aralarında Konya bölümünün de bulunduğu ve bu tez çalışmasında da bulgulan 1970-1975, 1980-1985, 1990-1995 ve 2000-2010 yıllarındaki kuraklıklar önemlidir. Orhan ve Ekercin (2015) ise 1984-2011 yılları arasında yüzey sıcaklıklarında 2-3°C'lik bir artış olduğunu ve bunun da toprak nemi açığını artırarak kuraklığın şiddetini artırıcı etki yaptığını vurgulamıştır. Kılıç'ın (2016) yaptığı çalışmada ise 8 adet istasyonda özellikle ilkbahar mevsiminde önemli bir meteorolojik kuraklığın meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada da özellikle mevsimlik analizlerde ilkbahar mevsimindeki kuraklığın önemli olduğu vurgulanmıştır. Doğan (2013) tarafından yapılan çalışmada kuraklığın oransal olarak dağılımı bu çalışmanın bulgularıyla benzerdir. Meriç (2017) ise bu tez çalışmasının ana bulgularından birisi olan uzun süreli kuraklıkların havzada etkili olduğunu vurgulamıştır. Akın (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise yıllık ortalama sıcaklıklarda 2-3 °C'lik bir artışa karşılık yağış miktarlarında ise özellikle 2000'li yıllardan itibaren önemli azalmalar gerçekleştiğini bulgulamıştır. Akın kuraklık analizinin yapıldığı çalışmalardan birisinde ise (Bayer Altın, 2019) Zapana, İvriz, İbrala ve Ayrancı derelerinin akım değerleri SDI yöntemiyle analiz edilmiş ve 1990'lı ve 2000'li yıllardan sonra kuraklığın ön planda olduğu vurgulanmıştır. Aynı sonuç bu çalışmada İbrala Deresi için bulgulanmıştır. Yeraltı suyu kuraklık çalışmalarında genel olarak elde edilen bulgular aynıdır. Arslan ve Göçmez (2007) yaptıkları çalışmada Tuz Gölü Havzası'nın bir bölümünü ele almış ve yeraltı suyu seviyesinin hızla düşmeye başladığını belirterek özellikle 2000-2004 yıllarından sonra daha da belirgin hale geldiğini bulgulamışlardır. Tapur ve Bozyiğit (2009), Konya Ovası çevresinde yeraltı suyunun yaklaşık 30 m çekildiğini, bu çekilmenin bilhassa son on yılda daha da belirgin hale geldiğini ve bunun sebebinin aşırı miktardaki yeraltı suyu kullanımı olduğunu belirtmiştir. Mutlu (2010) ise Karapınar çevresinde 1990'lardan beri yeraltı suyu seviyesinin azaldığını fakat bu azalmanın 2000'li yıllardan sonra daha da arttığını vurgulamış ve bunun nedeninin aşırı miktardaki tarımsal sulama olduğunu söylemiştir. Calo vd. (2017) ve (2018)'de sulamalı tarım arazileri ve kentsel alan oranında artış; mera ve doğal sulak alanlarda azalma, 2000'li yıllardan sonra kuraklıkta artış meydana geldiğini bulgulamış ve obruk oluşumlarını yeraltı suyu kullanımıyla ilişkilendirmişlerdir.

Demir (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise 10 adet kuyunun 1967-2020 yılları arasındaki verileri incelenmiş ve bütün kuyularda aylık, mevsimlik ve yıllık analizlerin hepsinde %95 seviyesinde negatif yönde bir eğilim olduğunu ve bunun en fazla Konya, Çumra, Altınekin ve Karapınar bölgelerinde gerçekleştiğini belirtmiştir. Yeraltı suyu kuraklığı için yukarıda bahsi geçen çalışmaların hepsinden elde edilen sonuçlar bu tez çalışmasında da bulgulanmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada meteorolojik, akım ve yeraltı suyu kuraklıkları bir arada incelenerek tüm kuraklıkların birbirleriyle olan ilişkisi incelenmiş, hangi etmenin ne derecede önemli olabileceği ve hidrolojik kuraklığı nasıl etkileyebileceği bulgulanmış, insan faaliyetlerinin kuraklık üzerindeki rolü tartışılmış ve doğal ve antropojenik faktörlerin hangisinin kuraklık üzerinde daha fazla etkili olduğu ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca tüm kuraklık analizlerinde kuraklığın zamansal gelişimi ve mekansal yayılımı grafik ve haritalarla incelenerek su stresinin olduğu dönemler ve alanlar belirlenmiştir. Böylece çalışmanın en büyük amacı olan “havzadaki su stresinin etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalara yol göstermek ve daha sonraki araştırmalara kaynaklık etmek” bakımından katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- Afşin, M ve Baş, H. (1996). “Koçpınar (Aksaray) kaynaklarının su kimyası açısından değerlendirilmesi”. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 39(1), 75-86.
- Akbaş, A. (2014). “Türkiye üzerindeki önemli kurak yıllar”. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101-118.
- Akın, B. (2019). Tuz Gölü Havzası’nın Kuraklık Analizi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Sakarya.
- Akın, M. ve Akın, G. (2007). “Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği”. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Arslan, V. ve Göçmez, G. (2007). “Tuz Gölü Havzasında yeraltı suyunun yok oluşu (Eşmekaya-Sultan Hanı örneği)”. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1(2), 153-164.
- Atalay, İ. (2005). “Kuatenerdeki iklim değişmelerinin Türkiye doğal ortamı üzerindeki etkileri”, 5. *Türkiye Kuaterner Sempozyumu*, 2-5 Haziran 2005, İstanbul. 121-128.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2017). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İnkılap Kitabevi: İstanbul.
- Aydın, G. (2006). Karapınar (Konya) İlçesi’nin Coğrafi Etüdü. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Konya.
- Başaran, N. ve Süral, U. (2002). “Niğde Misli Ovasında izotop teknikleri kullanılarak yeraltı suyu karakteristiklerinin belirlemesi”, *Hidrojeolojide İzotop Tekniklerinin Kullanılması Sempozyumu*, 21-25 Ekim 2002, Adana. 109-123.
- Başçiftçi, F.; Durduran, S., S. ve İnal, C. (2013). “Konya Kapalı Havzasında yeraltı su seviyelerinin coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile haritalanması”. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 1-15.

- Bayer Altın, T. (2019). “Konya Kapalı Havzası’nda Akarsu Akımlarının Hidrolojik Kuraklık Analizi”. Hüseyin Muşmal, Erol Yüksel ve Mehmet Ali Kapar (ed.). içinde *Karaman Araştırmaları-II*. (s.13-24). Palet Yayınları: Konya.
- Baylak, H. M. (2006). Fiziki Coğrafya Açısından Melendiz Çayı Havzası’nın İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Beekman, P.H. (1966). “Hasan Dağı-Melendiz Dağı bölgesinde pliyosen ve kuaterner volkanizma faaliyetleri”. *MTA Dergisi*, 66, 88-103.
- Bloomfield, J. P.; Gaus, I. ve Wade, S. (2003). “A method for investigating the potential impacts of climate change scenarios on annual minimum groundwater level”. *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 17(2), 86-91.
- Bloomfield, J. P. ve Marchant, B. P. (2013). “Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach”. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 4769-4787.
- Bloomfield, J. P.; Marchant, B. P. ve McKenzie, A. A. (2019). “Changes in groundwater drought associated with anthropogenic warming”. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23, 1393-1408.
- Bozyiğit, R. ve Tapur, T. (2009). “Konya Ovası ve çevresinde yeraltı sularının obruk oluşumuna etkisi”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 137-155.
- Bozyiğit, R. ve Güngör, Ş. (2011). “Konya Ovasının toprakları ve sorunları”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24, 169-200.
- Calo, F.; Notti, D.; Galve, J. P.; Abdikan, S.; Görüm, T.; Pepe. A.; Balık Şanlı, F. (2017). “DInSAR-Based Detection of Land Subsidence and Correlation with Groundwater Depletion in Konya Plain, Turkey”. *Remote Sens*, 9(1), 83.
- Calo, F.; Notti, D.; Galve, J. P.; Abdikan, S.; Görüm, T.; Orhan, O.; Makineci, H. B.; Pepe. A.; Yakar, M.; Balık Şanlı, F. (2018). “A multi-source data approach for the investigation of land subsidence in the Konya Basin, Turkey”. *International Archives*

of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42(3/W4),129-135.

Caloiero, T.; Veltri, S.; Caloiero, P. ve Frustaci, F. (2018).” Drought analysis in europe and in the mediterranean basin using the standardized precipitation index”. *Water*, 10(8), 1043.

Ceylan, A.; Akgündüz, S.; Demirörs, Z.; Erkan, A.; Çınar, S. ve Özveren, E. (2009). “Aridity index kullanılarak Türkiye’de çölleşmeye eğilimli alanlardaki değişimin belirlenmesi”, *I. Uluslararası Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, 16-18 Haziran, Konya.

Chu, H. J. (2018). “Drought detection of regional nonparametric standardized groundwater index”. *Water Resource Manage*, 32(9), 3119-3134.

Çılğın, Z. (2015). “Dedegöl Dağı kuaterner buzullaşmaları”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 19-37.

Çiner, A. (2003). “Türkiye’nin güncel buzulları ve kuaterner buzul çökelleri”. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46, 55-78.

De Meester, T. (1970). *Soil Map of the Great Konya Basin, Turkey*. Agricultural University: Wageningen.

Demir, V. ve Keskin, A. Ü. (2020). “Water level change of lakes and sinkholes in Central Turkey under anthropogenic effects”. *Theoretical and Applied Climatology*, 142 (3), 929-943.

Demir, V.; Uray, E.; Orhan, O.; Yavariabdi, A. ve Kusetoğuları, H. (2021). “Trend analysis of groundwater levels and the effect of effective soil stress change: The case study of Konya Closed Basin”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 24, 515-522.

Demirkol, C. (1989). “Pozantı-Karsantı-Karaisalı (Doğu Toros) arasında yer alan karbonat platformunun stratigrafisi ve jeolojik gelişimi”. *MTA Dergisi*, 109, 33-44.

Doğa Derneği. (t.y.), Önemli doğa alanları (2021, 28 Ağustos). Erişim adresi: <https://www.dogadernegi.org/onemli-doga-alanlari/>

- Doğan, S. (2013). Konya Kapalı Havzasında Kuraklık Karakterizasyonunun Zamansal-Konumsal Analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Doğan, U. (2003). “Dipsiz Göl Havzasındaki çökme ve sübsidans dolinleri (Batı Toroslar)”. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 1-21.
- DSİ (t.y.). Toprak su kaynakları. (2020, 14 Kasım). Erişim adresi: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
- Ege, İ. (2017). “Karstik şekillerin farklı bir kullanımı: “Obruklar”. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*. 12/29, 201-224.
- Erinç, S. (1960). “Konya bölümünde ve iç toros sırlarında karst şekilleri üzerinde müşahadeler”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 83-106.
- Erol, O. (1968). “Cihanbeyli güneyinde, Bolluk Gölü çevresindeki traverten konileri”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 24-25, 64-98.
- Ermin, A. (2005). Karadağ Volkanının (Karaman) Jeomorfolojik Özellikleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.
- Ertuğrul, S. (2018). Farklı Tuzluluğa Sahip Fabrea Salina Popülasyon Büyüklüğünün Alansal ve Zamansal Modellemesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Esirtgen, T. (2009). Bucakkışla Bölgesinin (Karaman Güneybatısı-Orta Toroslar) Tektonik Evrimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalı, Ankara.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J. ve Widstrand, C. (1989). “Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development”. *Natural resources forum* 13(4), 258-267.
- Gonzalez-Hidalgo, J. C., Vicente-Serrano, S. M, Pena-Angulo, D., Salinas, C., Tomas-Burguera, M. ve Begueria, S. (2018). “High-resolution spatio-temporal analyses of drought episodes in the western Mediterranean basin (Spanish mainland, Iberian Peninsula)”. *Acta Geophysica*, 66(3), 381-392.

- Göçmez, G. (2011). “Konya ilinde obruklar ve traverten konileri”, *I. Konya Kent Sempozyumu*, 26-27 Ekim 2011, Konya. 459-463.
- Gülsaçan, M. (2007a). Önemli Doğa Alanları Kitabı. *Eşmekaya Sazlığı* (s.82-83) Erişim: 7 Ocak 2021, <https://www.dogadernegi.org/wp-content/uploads/2018/11/ort025-esmekaya-sazligi-onemli-doga-alanlari-kitabi.pdf>.
- Gülsaçan, M. (2007b). Önemli Doğa Alanları Kitabı. *Kozanlı Gökgöl* (s.68-69) Erişim: 7 Ocak 2021, <https://www.dogadernegi.org/wp-content/uploads/2018/11/ort019-kozanli-gokgol-onemli-doga-alanlari-kitabi.pdf>.
- Gündoğan, İ.; Mordoğan, H. ve Helvacı, C. (1995). “Türkiye’deki acı göllerden sodyum sülfat üretimi”, *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 21-22 Nisan 1995, İzmir. 257-266.
- Gürbüz, A. (2012). Tuz Gölü Havzasının Pliyo-Kuaternerdeki Tekteno-Sedimander Evrimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Kale, M. M.; Ataol, M. ve Erkal, T. (2017). “Hotamış ve Ereğli (Akgöl) sazlıklarında 1954-2016 döneminde meydana gelen alansal değişimler”, *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu*, 2-14 Ekim 2017, Elazığ. 453-460.
- Karagöz, Y. (2010). “Nonparametrik tekniklerin güç ve etkinlikleri”. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(33), 18-40.
- Karataş, A. (2010). Hatay İli’nin Su Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Hatay.
- Keskiner, A. D.; Çetin, M.; Uçan, M.; Şimşek, M. (2016). “Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Standardize Yağış İndisi Yöntemiyle Olasılıklı Meteorolojik Kuraklık Analizi: Seyhan Havzası Örneği”. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2), 79-90.
- Kılıç, N. (2016). Konya İli Uzun Yıllar Yağış-Sıcaklık Kayıtlarının Analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya.

- Kürçer, A. (2012). Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Özellikleri ve Paleosismolojisi, Orta Anadolu, Türkiye. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Koç, T. ve İrdem, C. (2007). "Türkiye'de yağışların şiddet bakımından zamansal ve alansal değişkenliği". *Türk Coğrafya Dergisi*, 49, 1-42.
- Kol, Ç. ve Küpçü, S. (2008). *ArcGIS Spatial Analiz ArcView, ArcEditor ve ArcInfo İçin. İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Müh ve Eğtm Ltd. Şti.:* Ankara
- Konya Kapalı Havzası Yönetim Planı*, (2018). Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Konya Kapalı Havzası Doğal Göller ve Sulak Alanlar Raporu*, (2014). Konya: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü 4. Bölge Müdürlüğü.
- Korkmaz, H. (2009). "21. Yüzyılda Su ve Yönetimi". Kenan Arıbaş ve Hasan Kara (ed.). içinde *21. Yüzyıl ve Çevre*. (s.31-68). Elik Yayınları: Uşak.
- Kumar, R.; Musuuza, J. L.; Van Loon, A. F.; Teuling, A. J.; Barthel, R.; Broek, J. T.; Mai, J.; Samaniego, L. ve Attinger, S. (2016). "Multiscale evaluation of the standardized precipitation index as a groundwater drought indicator". *Hydrology and Earth System Sciences*, 20, 1117-1131.
- Manavoğlu, E. (2007). "Şehir planlama ve tasarımında su kaynaklarının önemi Antalya-Konyaaltı örneği". *TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını*, 3(4), 119-130.
- Marcos-Garcia, P., Lopez-Nicolas, A. ve Pulido-Velazquez, M. (2017). "Combined use of relative drought indices to analyze climate change impact on meteorological and hydrological droughts in a Mediterranean basin". *Journal of Hydrology*, 554, 292-305.
- Mckee, T. B.; Doesken, N. J. ve Kleist, J. (1993). "The relationship of drought frequency and duration to time scales", *Eighth Conference on Applied Climatology*, 17-22 Ocak 1993, California. 179-184.
- Mercan, D. E. (2006). Beyşehir Gölü'nün Hidrodinamik Modellemesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

- Meriç, Y. (2017). “Konya Kapalı Havzası’nda TMPA uydu kaynaklı yağış verileri ile kuraklık analizi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2), 541-549.
- Merkoci, A.L., Sutaki, V., Mucaj, L. ve Dvorani. M. (2013). “Arnavutluk bölgesinde kuraklık ve standart yağış indeksinin (SPI) kullanımı”. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), 161-166.
- Mert, R.; Bulut, S. ve Solak, K. (2008). “Apa Baraj Gölü’nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 1-10.
- MTA (t.y.). Karapınar volkanik alanı. (2020, 11 Aralık). Erişim adresi: https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/birimler/tuvak/volkanlar/holosen/karapinar_volkanik_alani.pdf
- Muşmal, H. (2008). “XX. yüzyılın başlarında Beyşehir Gölü ve 1910-1911 yılları büyük taşkın hadiseleri”. *Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 23, 219-262.
- Muşmal, H. (2015). “Beyşehir regülatörü (Taş Köprü)”. *Tarih Okulu Dergisi*, 8(21), 357-373.
- Nalbantis, P. İ. (2008). “Evolution of hydrological drought index”. *European Water*, 23/24, 67-77.
- Nazik, L. (1992). Beyşehir Gölü Güneybatısı ile Kembos Polyesi Arasının Karst Jeomorfolojisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Jeomorfoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Nazik, L. ve Poyraz, M. (2015). “Gelişiminde karstlaşmanın iklim değişikliklerinin önüne geçtiği tekteno-karstik bir iç havza: Konya Kapalı Ovası”, *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 15-17 Eylül 2015, Samsun. 166-175.
- Norrant, C. ve Douguedroit A. (2006). “Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000)”. *Theoretical and Applied Climatology*, 83(1), 89-106.
- Oakes, H. ve Arıkök, Z. (1954). *Türkiye umumi toprak haritası*. T.C. Ziraat Vekaleti Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü: Ankara.

- Orhan, O. ve Ekercin, S. (2015). “Konya Kapalı Havzası’nda uzaktan algılama ve cbs teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi”. 8. *TUFUAB Teknik Sempozyumu*, 21-23 Mayıs 2015, Konya. 202-208.
- Ökten, S. (2012) “Konya Havzasında su yönetimi konusunda önemli duraklar”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 3(6), 73-92.
- Ölgen, M. K. (2010). “Türkiye’de yıllık ve mevsimsel yağış değişkenliğinin alansal dağılımı”. *Ege Coğrafya Dergisi*, 19(1), 85-95.
- Özgül, N. (1976). “Torosların bazı temel jeoloji özellikleri”. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 5-78.
- Öztürk, B. (2006). “Çarşamba Çayı Boğazı’nın (Suğla ve Konya Ovası arası) oluşum ve gelişim özellikleri”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 45, 1-14.
- Öztürk, M. Z.; Şimşek, M.; Utlu, M.; Şener, M. F. (2016). “Bolkar dağları batı platosunun flüvyo-karstik evrimi”. *Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 13-14 Ekim 2016, Ankara. 106-115.
- Öztürk, M. Z.; Erginal, A. E.; Şener, M.; Şener, M. F. ve Varol, B. E. (2018). *Batı ve Orta Toroslar’da Dolinlerin Dağılışı, Fiziksel Özellikleri ve Karstik Ayırışma Hızının Belirlenmesi*. TÜBİTAK Yayınları.
- Pathak, A.A. ve Dodamani, B.M. (2018). “Trend analysis of groundwater levels and assesment of regional groundwater drought: Ghataprabha River Basin, India”. *Natural Resources Research*, 28(3). 631-643.
- Peters, E.; Van Lanen, H.; Torfs. ve Bier, G. (2005). “Drought in groundwater drought distribution and performance indicators”. *Journal of Hydrology*, 306, 302-317.
- Ramos, M.C. (2001). “Rainfall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area”. *Theoretical and Applied Climatology*, 69(3), 163-170.
- Roberts, N. (1983). “Age, paleoebvironments, and climatic significance of late pleistocene Konya Lake, Turkey”. *Quaternary Research*, 19, 154-171.
- Sanginabadi, H.; Saghafian, B. ve Delavar, M. (2019). “Coupled groundwater drought and water scarcity index for intensively overdrafted aquifer”. *J. Hydrol. Eng.*, 24(4), 1-15.

- Sarış, F. (2006). Türkiye’de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Sarış, F. ve Gedik, F. (2021). “Konya Kapalı Havzası’nda meteorolojik kuraklık analizi”. *Coğrafya Dergisi*, 42, 295-308.
- Selçuk Biricik, A. (1982). *Beyşehir Gölü Havzası’nın Strüktürel ve Jeomorfolojik Etüdü*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü: İstanbul.
- Selçuk Biricik, A. (1992a). “Büyük Konya Kapalı Havzası ve Hotamış Gölü”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 27, 41-57.
- Selçuk Biricik, A. (1992b). *Obruk Platosu ve Çevresinin Jeomorfolojisi*. Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayınları: İstanbul
- Seo, J. Y. ve Lee, S. II. (2019). “Spatio-temporal groundwater drought manitoring using multi-satellite data based on an artificial neural network”. *Water*, 11(9), 1953.
- Shadid, S. ve Hazarika, M. K. (2010). “Groundwater drought in the northwestern districts of Bangladesh”. *Water Resources Managament*, 24(10), 1989-2006.
- Sırdaş, S. ve Şen, Z. (2003). “Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması”. *İTÜ Dergisi*, 2(2), 95-103.
- Soyaslan, İ. ve Hepdeniz, K. (2018). “Beyşehir Gölü Havzası’nın yeraltı suyu akım modellemesi esaslı hidrojeolojik özelliklerinin değerlendirilmesi”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-74.
- Söğüt, A. R. ve Güzel, A. (2008). “Misli Ovası (Niğde) yeraltı sularının kalitesi ve kullanım olanakları”. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 29-42.
- Spinoni, J.; Naumann, G.; Carrao, H.; Barbosa, P. ve Vogt, J. (2014). “World drought frequency, duration and severity for 1951-2010”. *International Journal Of Climatology*, 34, 2792-2804.
- Sür, Ö. (1972). *Karapınar, Ereğli ve Aksaray Arasında Kalan Mıntıkada Üst Pliyosen-Kuaterner Volkanizması*. Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Yayınları: Ankara.

- Svoboda, M.; Hayes. M. ve Wood, D. A. (2012). *Standardized Precipitation Index User Guide*. WMO-No. 1090, World Meteorological Organization: Cenevre.
- Şener, Ş. ve Taştekin, N. (2019). “Beyşehir (Konya) Ovası’nın hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemesi”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 647-661.
- Şimşek, M. (2013). İbradı (Antalya) İlçesi’nin Fiziki Coğrafyasının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Metodolojisi ile İncelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Şimşek, M.; Utlı, M.; Poyraz, M. ve Öztürk, M. Z. (2019). “Geyik Dağı kütlesinin yüzey karstı jeomorfolojisi ve kütle üzerindeki karst-buzul jeomorfolojisi ilişkisi”. *Ege Coğrafya Dergisi*, 28(2), 97-110.
- Şimşek, M.; Doğan, U. ve Öztürk, M. Z. (2020). “Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler”. *Jeomorfolojik Araştırma Dergisi*, 2020(5), 1-14.
- Tapur, T. (1998). Eski Konya Gölü ve Çevresinin Fiziki Coğrafya Özellikleri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Tapur, T. ve Bozyiğit, R. (2016). “Konya ili obruklarının turizm potansiyeli”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 34, 253-267.
- Taylan, D. ve Demçayırı, D. (2016). “İsparta bölgesinin yağış değerlerinin IDW ve kriging enterpolasyon yöntemleri ile tahmini”. *IMO Teknik Dergi*, 459, 7551-7559.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (t.y). Konya Kapalı Havzası Tedbirler Programı (Yas) Özet Raporu. Erişim adresi:
https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DENİZ/EK-VII_KONYA%20KAPALI%20YAS%20TEDBİRLER.pdf
- Tekkanat, İ. S. ve Sarış, F. (2015). “Porsuk çayı havzasında akarsu akımlarında gözlenen uzun dönemli eğilimler”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 69-83.

- Topuz, M.; Feidas, H. ve Karabulut, M. (2018). “Türkiye’de yağış eğilimleri (1955-2013) ve atmosferik dolaşım”. *TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 3-6 Ekim 2018, Ankara. 834-845.
- Trigo, Í. F.; Davies, T. D. ve Bigg, G. R. (2000). “Decline in Mediterranean rainfall caused by weakening of Mediterranean cyclones”. *Geophysical Research Letters*, 27(18), 2913-2916.
- Tunçok, İ. K. ve Bozkurt, O. Ç. (2015). “Bütüncül havza yönetimi: Konya Kapalı Havzası uygulaması”, *4. Su Yapıları Sempozyumu*, 19-21 Kasım 2015, Antalya. 479-488.
- Türkeş, M. (1990). Türkiye’de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- Türkeş, M. (1996). “Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations of Turkey”. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076.
- Türkeş, M. (1999). “Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions”. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23(5), 363-380.
- Türkeş, M. (2003). “Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey”. H.J. Bolle (ed.). in: *Mediterranean climate-variability and trend*. (s.181-213). Springer: Berlin.
- Türkeş, M. (2008). “İklim Değişikliği ve Küresel Isınma Olgusu: Bilimsel Değerlendirme”. Etem Karakaya (der.). içinde *Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi*. (s.21-53). Bağlam Yayınları: İstanbul.
- Türkeş, M. (2012). “Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme”. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M.; Koç, T. ve Sarış, F. (2007). “Türkiye’nin yağış toplamı ve dizilerindeki değişkenlerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi”. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73.

- Türkeş, M.; Akgündüz, S. ve Demirörs, Z. (2009). “Palmer kuraklık indisi’ne göre İç Anadolu Bölgesi’nin Konya Bölümü’ndeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti”. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(2), 129-144.
- Türkeş, M. ve Tatlı H. (2009). “Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey”. *International Journal of Climatology*, 29, 2270–2282.
- Uzun, C. (2013). Farklı Yaşlardaki Volkanik Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Ayırışma Oranlarının Belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Konya.
- Vicente-Serrano, S. M. ve López-Moreno, J. I. (2005). “Hydrological response to different time scales of climatological drought: an evaluation of the standardized precipitation index in a mountainous Mediterranean Basin”. *Hydrology and earth system sciences*, 9(5), 523-533.
- Voss, K. A.; Famiglietti, J. S.; Lo, M.; Linage, C.; Rodell, M. ve Swenson, S. C. (2013). “Groundwater depletion in the Middle East from GRACE with implications for transboundary water management in the Tigris-Euphrates-Western Iran Region”. *Water Resources Research*, 49, 904-914.
- Yavuz, S. (2010). Konya-Karapınar Havzası Karstik Özelliklerinin Belirlenmesinde Hidrojeolojik Parametrelerin Kullanılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Yeh, H.F. ve Chang, C.F. (2019). “Using standardized groundwater index and standardized precipitation index to assess drought characteristics of the Kaoping River Basin, Taiwan”. *Water Resources*, 46(5), 670-678.
- Yeh, H.F. ve Hsu, H.L. (2019). Using the markov chain to analyze precipitation and groundwater drought characteristic and linkage with atmospheric circulation. *Sustainability*, 11(6), 1-18.
- Yılmaz, M. (2010). “Karapınar çevresinde yeraltı suyu seviye değişimlerinin yaratmış olduğu çevre sorunları”. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 145-163.

Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması – Konya Kapalı Havzası, (2010). Ankara:
TÜBİTAK Mam Çevre Enstitüsü.

50 Metrelik Çöküntüler Korkuttu. (2002, 12 Eylül). *Hürriyet*.





EK 1 TABLO
SPI ANALİZ SONUÇLARINA GÖRE AYLIK ANALİZLERDE KURAK
YILLARIN KURAKLIK SINIFLARINA GÖRE DAĞILIŞI (%)

HAFİF KURAK	ORTA KURAK					ŞİDDETLİ KURAK				AŞIRI KURAK		
İstasyon	O	Ş	M	N	May.	H	T	A	E	Ek.	K	Ar.
Karaman	80,6	73,0	85,3	89,5	68,6	73,0	100,0	100,0	100,0	71,1	62,9	59,4
	13,9	18,9	8,8	10,5	28,6	27,0	0,0	0,0	0,0	28,9	37,1	25,0
	5,6	8,1	5,9	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereğli	69,0	77,4	78,8	71,0	71,0	77,1	100,0	100,0	100,0	70,0	58,6	50,0
	20,7	16,1	21,2	29,0	29,0	22,9	0,0	0,0	0,0	30,0	31,0	23,3
	6,9	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	13,3
	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
Aksaray	71,0	69,0	67,7	66,7	77,1	91,9	100,0	100,0	100,0	75,8	64,5	68,8
	25,8	17,2	29,0	23,3	22,9	8,1	0,0	0,0	0,0	24,2	35,5	18,8
	3,2	13,8	3,2	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karapınar	84,4	80,0	70,0	74,2	88,6	58,1	100,0	100,0	100,0	69,7	60,7	43,3
	12,5	13,3	23,3	22,6	11,4	41,9	0,0	0,0	0,0	30,3	39,3	33,3
	3,1	6,7	6,7	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Konya H.	73,6	81,5	74,0	75,5	68,1	76,8	100,0	100,0	100,0	75,9	76,9	57,4
	24,5	18,5	24,0	20,4	27,7	23,2	0,0	0,0	0,0	24,1	23,1	27,7
	1,9	0,0	2,0	4,1	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Çumra	82,1	80,8	75,0	79,3	87,1	85,2	100,0	100,0	100,0	74,1	71,4	52,0
	10,7	11,5	20,8	20,7	12,9	14,8	0,0	0,0	0,0	25,9	28,6	20,0
	7,1	7,7	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Cihanbeyli	71,0	75,7	77,1	77,1	76,5	89,5	100,0	100,0	100,0	67,6	75,0	65,6
	19,4	21,6	20,0	22,9	23,5	10,5	0,0	0,0	0,0	32,4	25,0	21,9
	9,7	2,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kulu	80,0	89,7	74,1	70,4	72,4	72,4	100,0	100,0	100,0	87,9	71,0	65,4
	16,7	10,3	22,2	29,6	27,6	27,6	0,0	0,0	0,0	12,1	29,0	19,2
	3,3	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Niğde	78,4	69,6	68,1	66,7	68,9	72,0	100,0	100,0	100,0	74,0	61,4	73,1
	17,6	28,3	29,8	27,1	26,7	28,0	0,0	0,0	0,0	26,0	38,6	21,2
	3,9	2,2	2,1	6,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beyşehir	77,8	82,9	75,8	77,1	81,8	85,7	100,0	100,0	100,0	69,7	69,7	77,1
	22,2	14,3	18,2	22,9	9,1	14,3	0,0	0,0	0,0	30,3	30,3	22,9
	0,0	2,9	6,1	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Seydişehir	71,9	80,6	69,7	76,5	75,8	63,0	100,0	100,0	100,0	81,1	77,1	75,8
	28,1	16,7	24,2	20,6	18,2	22,2	0,0	0,0	0,0	18,9	22,9	12,1
	0,0	2,8	6,1	2,9	6,1	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0