

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SULAK ALAN EKOSİSTEMLERİ İÇİN
ÇEVRESEL AKIŞ KOŞULLARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN FARKLI YÖNTEMLERLE
İRDELENMESİ VE YÖNETSEL
GEREKSİNİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kübra AYYILDIZ

Haziran, 2018

İZMİR

**SULAK ALAN EKOSİSTEMLERİ İÇİN
ÇEVRESEL AKIŞ KOŞULLARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN FARKLI YÖNTEMLERLE
İRDELENMESİ VE YÖNETSEL
GEREKSİNİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları
Programı**

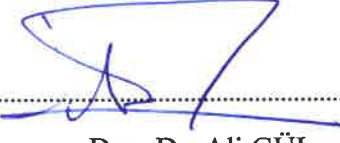
Kübra AYYILDIZ

Haziran, 2018


İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

KÜBRA AYYILDIZ tarafından, DOÇ. DR. ALİ GÜL yönetiminde hazırlanan “SULAK ALAN EKOSİSTEMLERİ İÇİN ÇEVRESEL AKIŞ KOŞULLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN FARKLI YÖNTEMLERLE İRDELENMESİ VE YÖNETSEL GEREKSİNİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Ali GÜL

Yönetici


Dr. Öğr. Üyesi Ebru ERİŞ

Jüri Üyesi


Doç. Dr. Hülya Bayraktar

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Latif SALUM

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam sabırla ve büyük bir ilgiyle faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan kıymetli danıőman hocam Doç. Dr. Ali Gl'e, desteğini ve güvenini esirgemedi bana olan inancını her zaman hissettiğim, her anımda yanımda olan niőanlım Gürkan ÖNTEMEL'e ve beni bugünlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek Şekilde yetiőtirerek getiren, hayattaki en büyük Őansım olan aileme sonsuz teőekkürleri.

Kübra AYYILDIZ

**SULAK ALAN EKOSİSTEMLERİ İÇİN ÇEVRESEL AKIŞ
KOŞULLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN FARKLI YÖNTEMLERLE
İRDELENMESİ VE YÖNETSEL GEREKSİNİMLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÖZ

Sulak alan ekosistemlerinin sürdürülebilirliği büyük oranda sulak alanları besleyen çevresel akışların miktarı ve kalitesine bağlı olmaktadır. Bu itibarla, sulak alanlara gelen akarsu akışlarının akım potansiyelleri açısından değerlendirilmesi, dönemsel olarak gözlenen hidrolojik farkların çevresel akış potansiyelleri üzerine etkilerinin analitik olarak ortaya koyulması ve bu değişimlere göre hidrolojik ölçütlere dayalı olarak çevresel yönetim stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu yöndeki çalışmaların temelini, akarsular üzerinde kurulu gözlem istasyonlarından derlenen hidrolojik veriler oluşturmaktadır. Ancak, akım gözlem istasyonlarının bazı farklı öncelikler nedeniyle sulak alan ekosistemlerini yeterince gözetmeden konumlandırılmış olması sulak alanlara ait akışları temsil niteliğini olumsuz etkilemektedir. Bu noktadan hareketle sunulan çalışmada, sulak alan akışlarını temsil edebilecek, ancak ölçüm verisi mevcut olmayan konumlarda, verisi mevcut istasyonlarla ilişkiler üzerinden sentetik veri türetilmesi ve bu yolla sulak alanlara ait çevresel akışlar için değerlendirmeler gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, aylık ortalama akışlar üzerinden akım zaman serilerinin türetilmesi, MA SYE (Sürdürülebilir Verim Tahmini) yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır. Bununla birlikte istatistiksel yöntemler yardımıyla yaklaşık 20 yıllık bir inceleme dönemi için yüzeysel akış ve akabinde çevresel akışa ilişkin aylık ortalama zaman serileri tahmin edilmiştir. Öncelikle yüzeysel akış kuantilleri, ölçülebilir iklim ve fiziksel havza karakteristiklerine karşılık gelen yüzeysel akışlarla regresyona tabi tutularak hesaplanmış; sonraki aşamada, ek aşılma olasılıkları da dikkate alınarak akım süre eğrileri üzerinden akım tahminleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın devamında, sentetik olarak türetilen bu akım verileri üzerinden GEFC (Küresel Çevresel Akış Hesabı) aracından yararlanılarak çevresel akış potansiyelleri, farklı dönemler için ve farklı çevresel yönetim strateji öngörülürü

altında karşılaştırmalı şekilde hesaplanarak sonuçlar grafik gösterimler ve istatistik ölçütler üzerinden ortaya koyulmuştur.

Anahtar kelimeler: Sulak alan, aylık ortalama akış, akım sürekliliği, çevresel akış



**EXAMINING ALTERATIONS IN ENVIRONMENTAL FLOW
CONDITIONS THROUGH DIFFERENT METHODS AND ASSESSING
MANAGERIAL REQUIREMENTS FOR WETLAND ECOSYSTEMS**

ABSTRACT

The sustainability of wetland ecosystems largely depends on the quantity and quality of environmental flows that feed wetlands. Therefore, it is of great importance to evaluate river flows to wetlands in terms of flow potentials and to analyze the effects of periodically observed hydrological differences on environmental flow potentials and to enable the development of environmental management strategies based on hydrological criteria according to these changes. The basis for these studies is hydrological data compiled from observation stations on rivers. However, due to some different priorities, current observation stations are not adequately positioned for wetland ecosystems, which negatively affects the representation of flows from wetlands. From this point of view, it is aimed to derive synthetic data from available data stations related that can represent wetland flows, but where there is no measurement data location, and to evaluate the environmental flows of wetlands in this way. In the study, the derivation of flow time series over monthly mean flows was performed using the MA SYE (Sustainable Yield Estimator) approach. However, statistical methods have been used to estimate monthly average time series for surface flow and subsequent environmental flow for a review period of 20 years. First, surface flow quantities were calculated by subjecting to regression with surface flows corresponding to measurable climate and physical basin characteristics; At the next stage, current estimates were made over current continuity curves, taking into account the probabilities of additional transients. In the continuation of the study, the environmental flow values are calculated comparatively under different environmental management strategy predictions for different periods using GEFC (Global Environmental Flow Calculator) through and the results are displayed through graphical representations and statistical measures.

Keywords: Wetland, monthly mean flow, flow duration curves, environ. flow

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Sulak Alanların Önemi.....	1
1.2 Dünyada ve Türkiye`de Sulak Alanlar	2
1.3 Türkiye`deki Sulak Alanlara İlişkin Temel Sorunlar	3
1.3.1 Su Rejimine Yapılan Müdahaleler.....	3
1.3.2 Su Kalitesinin Bozulması.....	3
1.3.3 Habitat Tahribi.....	4
1.3.4 Yönetime İlişkin Sorunlar.....	4
BÖLÜM İKİ - LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
BÖLÜM ÜÇ - ÇALIŞMA ALANI, VERİLER VE YAZILIMLAR	13
3.1 Batı Akdeniz Havzası.....	14
3.1.1 Gölhisar Gölü.....	15
3.1.2 Avlan Gölü.....	17
3.1.3 Girdev Gölü	17
3.1.4 Köyceğiz Gölü Sulak Alanları.....	18
3.2 Antalya Havzası	18
3.2.1 Gölcük Gölü.....	19
3.2.2 Kovada Gölü.....	19

3.2.3 Eğirdir Gölü	20
3.3 Doğu Akdeniz Havzası.....	20
3.3.1 Köprü Çay.....	21
3.3.2 Aksu Deltası.....	22
3.3.3 Göksu Deltası.....	23
BÖLÜM DÖRT - YÖNTEM.....	25
4.1 Akım Gözlem İstasyonlarının Seçilmesi ve Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi	26
4.2 Kuantiller Arası Çoklu Regresyon Modellerinin Oluşturulması.....	28
4.3 Kuantiller Arası Doğrusal Regresyon Modellerinin Kurulması.....	29
4.4 Sanal İstasyon Konumlarının Seçimi	29
4.5 Gerçek İstasyonlar İçin Noktasal Korelasyon Katsayılarının ve Korelasyon Yüzeylerinin Belirlenmesi.....	30
4.6 Referans İstasyon Verilerinden Sanal İstasyon Verilerinin Türetilmesi	30
BÖLÜM BEŞ - UYGULAMA.....	33
5.1 Akarsu Akışlarının Tahmini Üzerinden Gözlemlerin Türetilmesi.....	33
5.2 Gözlemlenmemiş Akış Bölgeleri İçin Çevresel Akış Kapasitelerinin Tahmini.....	66
BÖLÜM ALTI - DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	67
KAYNAKLAR	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Sulak alanlarda hidroloji, fiziko-kimyasal çevre ve biota (canlılar) arasındaki ilişkiler.....	11
Şekil 3.1 Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’ndeki çalışma havzaları (Batı Akdeniz, Antalya ve Doğu Akdeniz).....	14
Şekil 3.2 Batı Akdeniz Havzası Havza Sınırları.....	15
Şekil 3.3 Antalya Havzası Havza Sınırları.....	19
Şekil 3.4 Doğu Akdeniz Havzası Havza Sınırları.....	21
Şekil 4.1 GEFC yazılımında kullanılan akım süre eğrisi kaydırma yöntemi.....	31
Şekil 5.1 Batı Akdeniz Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları.....	34
Şekil 5.2 Antalya Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları.....	34
Şekil 5.3 Doğu Akdeniz Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları.....	35
Şekil 5.4 Batı Akdeniz Havzası’nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları.....	36
Şekil 5.5 Antalya Havzası’nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları.....	36
Şekil 5.6 Doğu Akdeniz Havzası’nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları.....	37
Şekil 5.7 Antalya Havzası’na ait (a) akış yönleri ve (b) akış toplanma haritaları.....	37
Şekil 5.8 Doğu Akdeniz Havzası’na ait (a) akış yönleri ve (b) akış toplanma haritaları.....	38
Şekil 5.9 Batı Akdeniz Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler.....	39
Şekil 5.10 Antalya Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler.....	40

Şekil 5.11 Doğu Akdeniz Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler.....	40
Şekil 5.12 Batı Akdeniz Havzası (% eğim türünde) eğim haritası.....	41
Şekil 5.13 Antalya Havzası (% eğim türünde) eğim haritası.....	41
Şekil 5.14 Doğu Akdeniz Havzası (% eğim türünde) eğim haritası.....	42
Şekil 5.15 Antalya Havzası kapsamında mikrohavzaların seçilmesi ve meteorolojik havza karakteristiklerinin hesaplanması.....	43
Şekil 5.16 Batı Akdeniz Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayırt edilmiş orman alanları.....	44
Şekil 5.17 Antalya Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayırt edilmiş orman alanları.....	44
Şekil 5.18 Doğu Akdeniz Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayırt edilmiş orman alanları.....	45
Şekil 5.19 Batı Akdeniz Havzası'nda (a) 808 ve (b) 818 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri.....	52
Şekil 5.20 Antalya Havzası'nda (a) 902 ve (b) 924 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri.....	52
Şekil 5.21 Doğu Akdeniz Havzası'nda (a) 1712 ve (b) 1733 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri.....	53
Şekil 5.22 Gölhisar Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	57
Şekil 5.23 Avlan Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	57
Şekil 5.24 Dalyan Sulak Alanları ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	58
Şekil 5.25 Kovada Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	58
Şekil 5.26 Köprü Çay ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	59
Şekil 5.27 Aksu Deltası ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri.....	59

Şekil 5.28 Gölhisar Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 1 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları.....	61
Şekil 5.29 Avlan Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 2 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları.....	61
Şekil 5.30 Dalyan sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 4 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları	62
Şekil 5.31 Kovada Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 7 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları	62
Şekil 5.32 Köprüçay (Olukköprü Kaynakları) sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 9 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları.....	63
Şekil 5.33 Aksu Deltası sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 10 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları.....	63
Şekil 5.34 808 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	64
Şekil 5.35 809 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	64
Şekil 5.36 811 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	65
Şekil 5.37 812 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	65

Şekil 5.38 815 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	65
Şekil 5.39 818 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi	66
Şekil 6.1 809 no'lu referans istasyon ile 1 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	68
Şekil 6.2 808 no'lu referans istasyon ile 2 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	68
Şekil 6.3 812 no'lu referans istasyon ile 4 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	69
Şekil 6.4 921 no'lu referans istasyon ile 7 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	69
Şekil 6.5 902 no'lu referans istasyon ile 9 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	70
Şekil 6.6 918 no'lu referans istasyon ile 10 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi.....	70
Şekil 6.7 1 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması.....	74
Şekil 6.8 Gölhisar Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler	75
Şekil 6.9 Gölhisar Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri.....	75
Şekil 6.10 2 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması.....	76
Şekil 6.11 Avlan Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler	77
Şekil 6.12 Avlan Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri.....	77

Şekil 6.13 4 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması.....	78
Şekil 6.14 Dalyan Sulak Alanları için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler	79
Şekil 6.15 Dalyan Sulak Alanları için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri.....	79
Şekil 6.16 7 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması.....	80
Şekil 6.17 Kovada Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler	81
Şekil 6.18 Kovada Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri.....	81
Şekil 6.19 10 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması.....	82
Şekil 6.20 Aksu Deltası sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler.....	83
Şekil 6.21 Aksu Deltası sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri.....	83

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Batı Akdeniz Havzası İstasyonlarına İlişkin Bilgiler.....	24
Tablo 3.2 Antalya Havzası İstasyonlarına İlişkin Bilgiler.....	24
Tablo 3.3 Doğu Akdeniz Havzası İstasyonlarına İlişkin Bilgiler.....	24
Tablo 4.1 Fiziksel ve İklimsel Havza Karakteristikleri.....	27
Tablo 4.2 Çevresel Yönetim Sınıfları (EMC) ve bu sınıflara karşılık gelen akım sürekliliğinin kaydırılması için varsayılan limitler.....	32
Tablo 5.1 Batı Akdeniz Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem İstasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri.....	46
Tablo 5.2 Antalya Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem İstasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri.....	47
Tablo 5.3 Doğu Akdeniz Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem İstasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri.....	49
Tablo 5.4 İstasyon drenaj alanlarına ilişkin fiziksel/meteorolojik havza karakteristikleri üzerinden kuantil değerleriyle ilişkilendirilerek kurulan çoklu doğrusal regresyon model parametreleri.....	54
Tablo 5.5 Sanal İstasyonlar ile Batı Akdeniz ve Antalya havzaları referans İstasyonları arası korelasyon katsayılarının karşılaştırılması.....	60
Tablo 5.6 Sanal İstasyonlar ile Doğu Akdeniz havzası referans İstasyonları arası korelasyon katsayılarının karşılaştırılması.....	60

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Göller; canlı hayatının en büyük gereksinimi olan tatlı suyu sağlayan kaynaklardır. Aynı zamanda ürettiği kendine özgü doğal kaynakları ile yüzyıllar boyunca insan ve diğer canlıların en önemli ihtiyaçlarından biri olmuştur. Tarihsel sürece bakıldığında, yüzyıllar içerisinde birçok medeniyetin tatlı su kaynakları çevresinde konumlandığı ve yaşamak için bu bölgeleri seçtikleri görülmektedir. Uygarlıklar, buralarda yerleşik yaşama geçerek hükümlerini sürdürmüşlerdir. Zaman içerisinde özellikle hızlı sanayileşmeyle birlikte, aşırı nüfus artışı ve insanların ekosisteme karşı duyarsızlığı sorunlarının ortaya çıkması, su kaynaklarımızın hızla tükenmesine ve birçok çevre sorunuyla karşı karşıya kalmamıza neden olmuştur. Canlı yaşamı için en büyük ihtiyaç olan tatlı su kaynaklarının hızla tükenmesi, kirlenmesi ve nüfus artışı nedeniyle mevcut kaynağın paydaşlarının artması insanlık için kaygı verici boyutlara ulaşmıştır. İnsanlar tarafından bozulan ekolojik dengenin, yine insanlar tarafından yeniden yapılandırılabilmesi ve korunabileceği algısından hareketle, son zamanlarda artış gösteren aşırı çevre kirliliğine karşı tüm dünya ülkelerinde acil önlemlerin alınması gerekliliğinin bilincine varılmıştır.

1.1 Sulak Alanların Önemi

Sulak alanlar, suya doymuş toprak koşullarında yaşayan bitki örtüsünün yaygın olduğu, yüzey ya da yüzey altı sularıyla beslenen suya doymuş alanlardır. Bataklık, ıslak çayırlar, nehir taşkınlarının oluşturduğu alanlar, sığ göller ve göletler genellikle farklı özelliklerdeki bitki örtüsüne sahip olmaları dolayısıyla sulak alan kapsamındadırlar (Kent, 2001). Sulak alanlar, yeryüzünde önemli biyolojik çeşitliliğe sahip olan ve insanoğluna doğal zenginlik mirası sunan alanlardır. Ekonomik açıdan değerleri ve doğal sistemleri açısından ekosistemin en önemli parçalarından biridir. Sulak alanlar; yeraltı sularını beslemeye veya boşaltmaya yardımcı olacak sistemler geliştirmiştir. Taban sularını dengelemekle beraber, sel sularını depolayarak taşkınları önler. Buldukları bölgede nem oranını artırır. Yağış ve sıcaklık üzerinde etkisi ile mevcut iklimi yumuşatır. Kıyılarda deniz suyunun girişiminin önlenmesiyle

tatlı su-tuzlu su karışımına engel olarak bölgedeki su rejiminin olağan seyrinde yürütmesine yardımcı olur. Doğal veya yapay yollarla sulak alana karışmış olabilecek kirletici madde veya tortu gibi bileşenleri tutar veya azot, fosfor gibi besin maddelerini kullanarak, zararlı maddeleri sudan arındırır.

Sulak alanlar, tropikal ormanlar başta olmak üzere yeryüzünün en fazla biyolojik üretim yapan ekosistemleridir. Başta balıklar ve su kuşları olmak üzere birçok canlıya ev sahipliği yapar. Gerek ticari değeri, gerekse ekolojik değeri yüksek, zengin bitki ve hayvan çeşitliliği bulunmaktadır. Saz üretimi, balıkçılık, tarım ve hayvancılık, turizm olanaklarıyla bölge ve ülke ekonomisine önemli katkı sağlar.

1.2 Dünyada ve Türkiye`de Sulak Alanlar

Sulak alanlar dünya yüzeyinin yaklaşık % 6-10'unu kaplar. Bunun % 2'si göller, % 30'u yağışa bağlı asidik turbalık bataklıklar, % 26'sı yeraltı suyuna bağlı az asidik turbalık bataklıklar, % 20'si çeşitli bataklık ve % 15'i de taşkın ovalarından oluşur. Mangrovların 24 milyon hektar ve mercan resiflerinin de 60 milyon hektar alan kapladığı sanılmaktadır. Kalan sulak alanların en büyükleri yüksek enlemlerde ve tropik bölgelerdedir. Dünyadaki toplam sulak alan miktarının belirlenmesine yönelik farklı çalışmalar yapılmıştır; fakat bazı sulak alan tiplerinin mevsimsel olarak büyük değişimler göstermesi veya kuruması ve kıyasal ve denizel sulak alanların sınırlarının belirlenmesinin zor olması nedeniyle farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Köycü, 2009).

Türkiye sulak alanlar bakımından bölgesindeki zengin ülkelerden birisidir. Bu zenginlik ülkemizdeki sulak alanların sayısından çok, farklı tiplerde sulak alanların olmasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizdeki sulak alanların uluslararası düzeyde önem taşımasının asıl nedeni; Batı Paleartik Bölgedeki dört ana kuş göç yolundan en önemli ikisinin Türkiye üzerinden geçmesidir. Ayrıca ülkemiz coğrafyasının farklı iklim tiplerine sahip olması ve coğrafik açıdan bulunduğu konum, ülkemizde değişik tipte sulak alanların oluşmasına izin vermektedir. Bu kapsamda ülkemiz,

nadir ve nesli tehlike altında olan kuş türleri açısından önemli bir cazibe noktası halini almaktadır (Meriç ve Çağırankaya, 2013).

1.3 Türkiye`deki Sulak Alanlara İlişkin Temel Sorunlar

1.3.1 Su Rejimine Yapılan Müdahaleler

Sulak alanlar için en önemli sorunlardan biri, sulak alanların kurutulması sorunudur. 1950`li yıllardan sonra Türkiye de, tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi bu sorunun farkına varmış ve çeşitli çözüm alternatifleri aramaya başlamıştır. 1994 yılında Türkiye`nin Ramsar Sözleşmesi`ne taraf olmasıyla birlikte sulak alan kurutma politikaları terk edilmiştir, ancak; sulak alandan aşırı miktarda su alınması, sistemi besleyen akarsuların barajlarda tutulması veya yönlerinin değiştirilmesi ya da yer altı sularının aşırı kullanımı gibi nedenlerle hala çok büyük boyutlarda sulak alan kayıpları yaşanmaktadır.

1.3.2 Su Kalitesinin Bozulması

Sulak alan ekosistemleri, yapı itibariyle yeraltı ve yüzeysel suları tutup depolayabilecek şekilde olduklarından, buldukları havzanın en alt noktasında veya en çukur yerinde oluşmuşlardır. Bu yüzden bölgedeki yerleşim alanları, sanayi tesisleri vb. yerlerin atık suları ve tarım alanlarının drenaj sularının neredeyse tamamı son aşamada sulak alanlara ulaşmaktadır. Ülkemizde çevre kirliliği için ulusal mevzuatlar çerçevesinde birtakım önlemler alınmaya çalışılmaktadır, ancak; bu önlemlerin pratikte uygulamalarının denetimi, gerek personel azlığı gerekse koşulların zor olması nedeniyle yapılamamakta veya yetersiz kalmaktadır. Birçok yerleşim alanı veya sanayi tesisinde arıtma tesisi henüz bulunmamaktadır. Arıtma tesisi bulunan bazı yerlerde yeterli ve verimli arıtım gerçekleştirilmemekle birlikte, çoğu zaman bypass hatlarını kullanarak doğrudan alıcı ortama atıksuyu deşarj etmektedirler. Bu da su kalitesine doğrudan etki ederek su kaynaklarımızın hızla tükenmesine yol açmaktadır.

1.3.3 Habitat Tahribi

Çevre sorunları günümüzde en büyük ve en önemli problemlerden biri olmakla birlikte önlem alınmadığı takdirde çok ciddi ve geri dönüşü olmayan boyutlara ulaşması kaçınılmazdır. Çevre sorunlarının yani diğer bir deyişle ekosistemlerdeki bozulmaların bir kısmı doğal yollarla, bir kısmı da insan etkisiyle oluşur. Doğal kaynaklı bozulmalar; toprak, su ve hava hareketleriyle oluşmaktadır. Taşkınlar, erozyon, depremler, volkanik hareketler (yanardağ patlamaları), fırtına, uzun süren kuraklık vb. faktörler ekosistemlerin bozulmasına yol açan doğal afetlerdir. İnsanlar ise, buldukları ekosistemlerdeki canlı ve cansız varlıkları çoğu zaman olumsuz etkileyerek ekosistemlerin bozulmasına yol açarlar. Bir ekosistemin parçalarından olan herhangi bir canlı sayısının azalması, biyolojik çeşitliliğin azalmasına, ileri boyutlarında ise neslinin tükenerek yok olmasına neden olur. Bilinçsiz tüketim, doğal kaynakların hiç bitmeyecekmiş gibi kullanılması, sürdürülebilir kaynaklardan uzaklaşarak doğaya zarar veren kaynakların tüketimi, hızlı nüfus artışı, aşırı çevre tahribatı ve bunların beraberinde getirdiği iklim değişikliği doğal dengeyi bozarak canlı türlerinin azalmasına ve çevrenin günden güne yok olmasına neden olmaktadır. Ekosistemdeki parçalardan birinin zarar görmesi veya yok olması, birçok bitki ve hayvan türünün neslinin yok olmasına neden olur.

Günümüzde ise az da olsa hala sulak alanlardan ve sulak alanları besleyen akarsu yataklarından kum ve çakıl alınması, kontrolsüz saz kesimi ve sazların bilinçsiz yakılması, hayvanların bölgede aşırı otlatılması, altyapı ve turizm yatırımları, doğal sulak alanlara yabancı türlerinin atılması vb. nedenlerle doğal habitata zarar verilmektedir.

1.3.4 Yönetime İlişkin Sorunlar

Çevresel sorunların birçoğunun önlenememesi yönetime ilişkin sorunlardan kaynaklanmaktadır. Su ve arazi kullanım planları hazırlanırken sulak alanların korunması için yapılması gerekenler ve optimum kullanım ilkelerinin dikkate alınmaması, yasa koyucular, yürütmede rol alanlar ve planlamacılar da dahil olmak

üzere, kamuoyu tarafından sulak alanların öneminin yeterince anlaşılmaması, ilgili kurum ve kuruluşlar arasında etkin bir iletişim ve işbirliğinin sağlanamaması, alanların yerinden yönetimini sağlayacak, aynı zamanda alanın ekolojik karakterindeki değişimleri sürekli ve düzenli olarak izleyecek, gerekli tedbirleri zamanında alabilecek bir idari mekanizmanın bulunmayışı gibi durumlar, yönetsel sorunlara örnek teşkil etmektedir.



BÖLÜM İKİ

LİTERATÜR ÖZETİ

Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerler sulak alan olarak tanımlanmaktadır (Ramsar Convention Bureau, 1992).

Detaylı olarak tarihsel boyutuna bakıldığında, ilk insanların taşkın ovaları, deltalar, göl ve akarsu kıyıları gibi sulak alanlar olarak tanımlanan yerlerde yaşadıklarını ve hayatlarını sürdürdüklerini görmekteyiz. Mısırlılar, Çinliler, Aztekler ve Mezopotamyalılar gibi pek çok medeniyet, binlerce yıl boyunca sulak alan çevrelerinde yaşamış, her yıl yenilenen verimli taşkın ovalarında tarım ve hayvancılık yapmış, balıkçılık vb. faaliyetlerde bulunmuşlardır. 1890'lı yıllarda milyonlarca insanın asırlardır ölümüne yol açan sıtmanın kaynağının sivrisinek olduğu öğrenildikten sonra insanların sulak alanlara bakışı değişmiş, sıtmayı önlemenin tek ve kesin çözümünün bataklıkları kurutmak olduğu varsayılmıştır. Kurutma çalışmaları önceleri sadece sıtma hastalığını önlemek için başladıysa da, gelişen teknoloji ile birlikte yeni tarım alanları elde etme amacına doğru kaymıştır. Kurutmalar, bataklık ve sazlıkların yanı sıra taşkın ovalarını ve gölleri de kapsayarak artarak devam etmiştir. Bu süreçte, Akdeniz ülkeleri sulak alanlarının %70'ine yakını kaybetmiştir.

Ancak sulak alanların kurutulması sonucu elde edilen arazilerin pek çoğundan istenilen tarımsal üretime erişilememiş, beklenen sonuç alınamamıştır. Kurutma yapılan bazı bölgeler; tuzlanma, turbaların yanması, rüzgar erozyonu gibi nedenlerle kısa zamanda verimsizleşmiştir. Bölgenin su rejiminde bozulmalar meydana gelmiş ve iklimsel değişmelerin yanı sıra; birçok canlı türünün neslinin tehlikeye düşmesi ya da tamamen yok olması gibi telafisi mümkün olmayan sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerin ardından sulak alanların önemi tüm dünyada anlaşılmaya başlamış, sivil

toplum örgütleri ve diğer doğa koruma kuruluşlarının da etkisiyle pek çok ülkede sulak alanların korunması için bir dizi koruma önlemleri alınmaya başlamış, ekolojik, sosyal ve ekonomik analizlere dayanan sulak alan koruma programları geliştirilmiştir.

Uluslararası düzeyde de çalışmalar başlatılmış, konu ile ilgili birçok hukuksal düzenleme yapılmıştır. Bunlardan en mühim olanı, 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzaya açılan ve kentin adıyla anılan Ramsar Sözleşmesi'dir. Ramsar Sözleşmesi, sadece sulak alanların korunmasını öngören bir sözleşme olmasının yanı sıra, doğa koruma alanında da imzaya açılmış ilk sözleşmedir. 138 ülke Ocak 2004 itibariyle sözleşmeye taraf olmuştur.

1950'li yıllarda Türkiye'de sıtma hastalığını önlemek üzere sulak alanların kurutulması çalışmaları başlatılmıştır; ancak bu çalışmalar ilerleyen yıllarda tarımsal alan elde etme amacına dönüşmüş ve birçok sulak alan tamamen kurutulmuştur. Türkiye'de kaybedilen sulak alanlar, Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında daha az gibi görünse de, ülkemizdeki sulak alanların hemen hepsinde (su rejimine yapılan müdahaleler, kirlenme, yanlış ve aşırı avlanma gibi nedenlerle) ekolojik dengenin büyük ölçüde bozulduğu görünmektedir. Hatta pek çok alanın önlemler alınmadığı takdirde tamamen kaybedilmesi söz konusudur.

1980'li yıllarda dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de sulak alanların korunması konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. 1991 yılında Çevre Bakanlığı'nın kurulmasıyla birlikte, Bakanlık bünyesinde sulak alanlar birimi oluşturulmuştur. Başbakanlık, 1993 yılında "Sulak Alanların Korunması Genelgesi" yayımlanmıştır. Bu genelge ile sulak alanların korunması konusu ilk kez hükümet politikası olarak kabul edilmiştir. Türkiye'nin Ramsar Sözleşmesi'ne 1994 yılında taraf olmasıyla birlikte, doğa koruma ile ilgili gönüllü kuruluşların çalışmalarını sulak alanların korunmasına yoğunlaştırması hususu takip edilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda; sulak alanların yok olmasına neden olabilecek projelerin çoğunun revize edilmesi, Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nin ve 2003-2008 Ulusal Sulak Alan Stratejisi'nin uygulamaya konması gibi önemli kazanımlar elde

edilmiştir. Ancak, birçok anlamda elde edilen tüm bu kazanımlara rağmen, Türkiye'deki sulak alanlar hala büyük tehlikelerle karşı karşıyadır ve sulak alan kayıpları hala devam etmektedir.

Yeryüzündeki ekosistemlerde canlı ve cansız ögeler; enerji akımı, kimyasal döngüler ve popülasyon denetimleri gibi üç temel işlevle birbirine bağlanmakta ve bu üç işlev ekosistemlerin niceliksel olarak çalışabilmesi için gerekli temeli oluşturmaktadır (Odum, 1989). Ekosistem içinde bulunan ve belirli işlevleri olan her öge kendi içinde ve diğer ögelerle karşılıklı uyum içindedir. Bu uyumun çeşitli şekillerde bozulması tüm sistemlerin bozulmasına yol açabilir ve varlığını tehdit edebilir. Ekosistemin bir parçası olan havzalar; arazi, su ve ekosistem yönetimi ve devamlılığı için en uygun planlama üniteleridir (Kauffman, 2002). Yağış havzaları, suları, sedimentleri, çözülmüş maddeleri, drenaj sularını genel bir çıkışa veya bir noktadan göle, baraja, denize ve okyanusa ulaşan topografik alanlardır (Anderson, 1998). Havzalar, doğal ve insani girdileri olan üretim sistemleridir. Sulak alanlar bu sistemin bir parçası olup, en verimli biyolojik üretim sistemleri olarak bilinmektedir. Sulak alanlar, karasal ve aquatik sistemler arasındaki sınır üzerinde meydana gelmekte ve yaşamsal öneme sahip ekosistemleri oluşturmaktadırlar. Sulak alanlar; nehir kanalı içinde, dere kenarlarında, göl ya da taşkın düzlüklerinde oluşabilmektedir (Kusler, 2003).

Günlük yaşantımızda bataklık ya da sazlık olarak tanımlanan sulak alanlar aslında ekolojik özellikleri ve barındırdıkları canlı toplulukları nedeniyle büyük bir öneme sahiptir. Gerek ekolojik gerekse de ticari değeri yüksek, değişik türden canlıların yaşamasına olanak sağlayan sulak alanlar, tropikal ormanlarla birlikte yeryüzünün en fazla biyolojik üretim yapan ekosistemleridir (Görmez, 1997; Williams, 1990). Sulak alanların başta su kuşları olmak üzere çok zengin yaban yaşamını barındırmalarının yanı sıra, doğa için önemli işlevleri ve insanlar için ekonomik değerleri vardır (Arı, 2006; de Groot vd, 2006). Sulak alanlar yüzyıllar boyunca sıtma kaynağı olarak görüldüğünden, insanların buralardan uzak durduğu yönünde yaygın bir kanaat vardır. Sulak alan araştırmacıları, insanların yerleşmelerini ister sulak alan kenarlarında kursun, isterse sulak alanlardan uzakta yaşasınlar, bu alanlarla çok sıkı

bağlar kurduklarını ancak son zamanlarda fark etmiştir (Tiril, 2006; Tont, 1997). Halbuki daha önce sulak alanların sadece yaban yaşamı için önemi ve ekolojik bazı fonksiyonları olduğu düşünölmekteydi. Bu farkındalığın oluşmasından sonra insanların eskiden beri sulak alanları nasıl kullandığı; bu kullanımın ne kadar sürdürülebilir olduğu ve hepsinden önemlisi de insan etkinliklerinin sulak alanların işlev ve değerlerini nasıl etkilediği önemli çalışma konuları olarak ortaya çıkmıştır (Dugan, 1991; Turan, 2001). Bu nedenlerden dolayı, ulusal ve uluslararası kuruluşlar bu alanlarla ilgilenmeye başlamış ve buraların yönetimi ve kullanımı için düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemelerden bazıları sulak alanların işlev ve değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Mesela dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sulak alanların ortalama olarak yarısı kurutulmuştur (Özesmi, 1999). Türkiye’de 8 ha.’dan büyük sulak alanların kurutulması ancak 2005 yılında revize edilen Sulak Alan Yönetmeliği ile yasal olarak durdurulmuştur (Yıldız ve Gürer, 2008).

Sulak alanlar, su giriş ve çıkışını içeren hidrolojik bir sistemle tanımlanmaktadır. Çoğu sulak alan için, su seviyesindeki alçalma ve yükselmeyi belirleyen özel bir desen ya da rejimden söz edilebilir. Hidrolojik rejim taşkın sıklığına, ıslak alanın konumuna, su kaynaklarına ve iklim koşullarına göre değişmektedir. Bir sulak alan sistemi içerisinde olası dört su kaynağı bulunmaktadır. Bunlar;

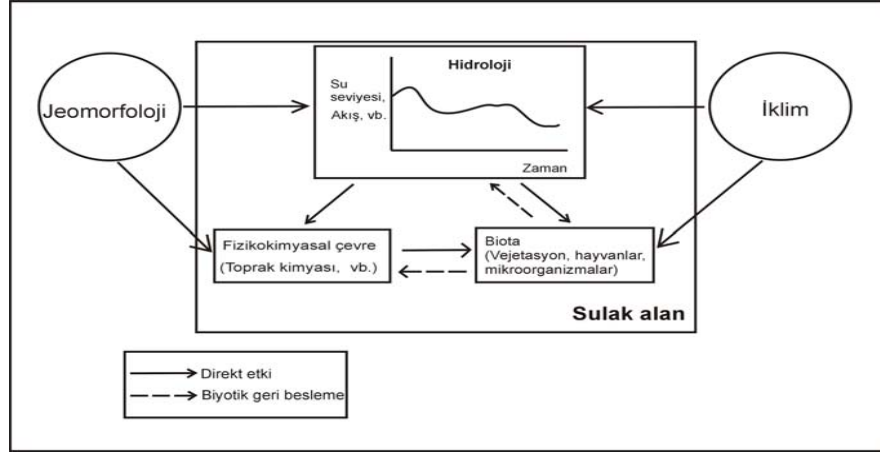
- Doğrudan yağmur ve kar yağışı ile elde edilen su,
- Nehir, dere gibi kaynakları da içermek üzere çevre alanlardan yüzey akışı ile elde edilen su,
- Yeraltı suyu girişi ile elde edilen su,
- Gel-git suları’dır (Marsh, 1991).

Su kayıplarına bakıldığında ise, buharlaşma ve terleme ile yeraltına doğru sızıntılarla, nehir, dere gibi su kolları tarafından dışarı su verilmesiyle ve gel-git olaylarındaki su çıkışı ile su kaybettikleri görölmektedir. Su giriş ve çıkışları bir bütün olarak sulak alanlardaki su dengesini tanımlamaktadır. Yağış, yüzey akışı, yeraltı suyu, gel-git ve taşkınlar gibi hidrolojik hareketlilik, besin maddeleri ve

enerjinin sulak alanlara ulaşmasını sağladığı gibi sulak alanların diğer sistemleri beslemesini de sağlamaktadır (Hughes, 1990).

Bir havza içerisinde sulak alanların önemli işlevleri bulunmaktadır. Ancak, bu işlevler büyük ölçüde iklim, jeomorfoloji, su kaynağı gibi yöresel ve bölgesel çevre koşullarından etkilenmektedir (Şekil 2.1). Ayrıca, su derinliği ve hızı, su kalitesi, hidroperiyot, bitki örtüsü tipleri, topraklar ve diğer faktörler de sulak alanların karakteristiklerini belirlemektedir (Kusler, 2003). Bir havza sistemi içerisindeki bir sulak alan, sayılan bütün fonksiyonları yerine getiremeyebilir, ancak havzadaki bütün sulak alanların yığılmalı etkisi her bir sulak alanı önemli yapabilir. Sulak alanların işlevleri de genellikle sulak alanın tipine göre değişebilmektedir (Anonim, 1998).

Sulak alan ekosistemlerini besleyen çevresel akış potansiyel ve ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik olarak literatürde yaygın olmasa da bazı çalışmalar yer almaktadır. Küresel su kaynaklarına yönelik gerçekleştirdikleri değerlendirmede, tüm dünya ölçeğinde çevresel su ihtiyaçlarını ortaya koyabilmek için yıllık ortalama akış gözlemleriyle bunların iç kestirimlerine dayalı olarak bir yaklaşım geliştirmişler ve çevresel akışlara ait aylık ortalama akış zaman serileri üzerinden yine küresel ölçekte su stresi indislerini türetmeye çalışmışlardır (Smakhtin, Revenga ve Döll, 2004a, 2004b). International Water Management Institute (IWMI) destekli olarak gerçekleştirdikleri araştırma projesi kapsamında, Hindistan ulusal ölçeğinde çevresel akışların belirlenmesine yönelik girişimlere ışık tutmak amacıyla ülke ölçeğindeki büyük birkaç akarsu havzasında mevcut veri kısıtları altında hizmet edebilecek basit bir çevresel akış tahmin yöntemi geliştirmişlerdir (Smakhtin ve Anputhas, 2006). Akarsu rejiminin bir göstergesi olarak akarsu akışlarından elde edilen akım süre eğrilerine dayalı olarak ortaya koyulan basit bir yaklaşımı esas alan bu çalışma, sonraki dönemlerde çevresel akışların tahminine yönelik olarak geliştirilen birçok tahmin modeli ve yazılımının da bir bilimsel dayanağı olan akım süre eğrisi kaydırma yönteminin ilk uygulama örneklerini ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır.



Şekil 2.1 Sulak alanlarda hidroloji, fiziko-kimyasal çevre ve biota (canlılar) arasındaki ilişkiler (Kusler, 2003)

Ekolojik denge, yüksek biyolojik çeşitlilik ve ekolojik rezerv ile büyük oranda ilişkilendirilen sulak alanlar; akış koşullarına ve sulak alanlara su sağlayan nehir sistemlerindeki hidrolojik değişikliklere bağlıdır. Değişen iklim koşulları nedeniyle akış rejimlerindeki değişiklikler ve/veya antropojenik etkiler, çeşitliliği artırarak sulak alanlar için ekosistem sürdürülebilirliğine kayda değer bir etki yaratır. Dolayısıyla ekolojik akış koşullarına bağlı gözlem derecelerinin sayısallaştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte bu sayısallaştırma, yetersiz veya hiç ölçüm kaydı olmayan akışlar için de gereklilik arz etmektedir (Gül, Ayyıldız, Barbaros ve Baran, 2017).

Çevresel akış ihtiyacının belirlenmesinde temel çıkış noktası sulak alanları besleyen akarsu sistemlerinde gerçekleştirilen akım gözlemleri olduğundan, çevresel akış hesabına yönelik veri mevcudiyeti önemli bir unsur olmaktadır. Ancak, akarsu gözlemlerinin eksik ve/veya kısa süreli olması veya sulak alanları temsil edebilecek akarsu konumlarından oldukça uzak noktalarda bulunması gibi nedenler, çevresel akış tahminleri önünde bir engel olarak durmaktadır. Hidrolojide sıkça kullanılan sentetik veri üretimi bu eksikliği bir ölçüde giderebilmektedir. Benzer amaçla, U.S. Geological Survey (USGS) tarafından Amerika'nın Massachusetts bölgesine yönelik olarak belirli havza karakteristikleri üzerinden akarsu akışlarına ait zaman serilerinin sentetik olarak türetilmesi için bir yaklaşım ve buna dayalı bir yazılım geliştirilmiştir

(Archfield ve diğeri., 2009). MA-SYE (Sürdürülebilir Verim Tahmini) ismi verilen bu tahmin aracında tanımlı olan metodolojik gerekçeler ve analitik yaklaşımlar kullanılarak aylık akışların zaman serileri türetilmektedir.

Yukarıda özetlenen tüm çalışmalardaki ortaya koyulan öncelikler ve edinimlerden hareketle sunulan bu tez çalışmasında, sulak alan akışlarını temsil edebilecek, ancak ölçüm verisi mevcut olmayan konumlarda, verisi mevcut istasyonlarla ilişkiler üzerinden sentetik veri türetilmesi ve bu yolla sulak alanlara ait çevresel akışlar için değerlendirmeler gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, aylık ortalama akışlar üzerinden akım zaman serilerinin türetilmesi, MA SYE (Sürdürülebilir Verim Tahmini) aracı kullanılarak yapılmıştır. Bununla birlikte istatistiksel yöntemler yardımıyla 44 yıllık bir inceleme dönemi için yüzeysel akış ve akabinde çevresel akışa ilişkin aylık ortalama zaman serileri tahmin edilmiştir. Çalışmada, Türkiye'nin Akdeniz kesiti boyunca seçilen ve özel çevre koruma tedbirleriyle koruma altında olan bir dizi sulak alan için, takip eden zaman dönemleri arasındaki değişikliklerin belirlenmesine yönelik bütünsel bir yaklaşım uygulanmıştır. Öncelikle yüzeysel akış kuantilleri, ölçülebilir iklim ve fiziksel havza karakteristiklerine karşılık gelen yüzeysel akışlarla regresyona tabi tutularak hesaplanmış; sonraki aşamada, ek aşılma olasılıkları da dikkate alınarak akım süre eğrileri üzerinden akım tahminleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın devamında, sulak alanlar için akış giriş noktalarından seçilen konumlara ait olarak sentetik olarak türetilen akım verileri üzerinden GEFC (Küresel Çevresel Akış Hesabı) aracından yararlanılarak çevresel akış potansiyelleri, farklı dönemler için ve farklı çevresel yönetim strateji öngörülerini altında karşılaştırmalı şekilde hesaplanarak sonuçlar grafik gösterimler ve istatistik ölçütler üzerinden ortaya koyulmuştur.

BÖLÜM ÜÇ

ÇALIŞMA ALANI, VERİLER VE YAZILIMLAR

Değişen iklim koşulları altında beklenen olumsuz etkilerle ilgili öngörüler, Akdeniz sulak alanlarının öneminin kavranmasına yardımcı olmaktadır. Bu nedenle çevresel akış miktarları açısından sulak alan sistemlerinin ekolojik koşullarının değerlendirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmış ve çalışma konumuzu oluşturmuştur. Yürütülen tez çalışması; Batı Akdeniz, Antalya ve Doğu Akdeniz Havzalarındaki nehir havzaları sistemleri de dâhil olmak üzere, Türkiye'deki Akdeniz Bölgesi'nden seçilen çalışma alanlarını kapsamaktadır (Şekil 3.1).

Akdeniz Bölgesi, Türkiye'nin güney kesiminde yer almaktadır. Bu bölgede Akdeniz boyunca uzanan geniş bir dağ kitlesi yer alır. Dağlar her yerde birbirine ve kıyıya paralel değildir. Uzantıları Doğu Anadolu Bölgesi'nde de izlenir. Bu dağların tümüne Toros Dağları denir. Torosların Akdeniz Bölgesi'nde kalan bölümü üçe ayrılır. Antalya Körfezi'nin iki yanında yer alan Batı Toroslar, kuzeyde birbirine yaklaşarak Göller Bölgesi'nde sıkışır. Antalya'nın batısındaki Beydağları dik bir duvar gibi yükselir. En yüksek yeri Kızlar Sivrisi 3.069 m'dir. Batı Toroslar doğuda İçel yöresine ulaşır ve Taşeli Platosu'na kavuşur. Çok eğimli yamaçlardan inen bol sulu akarsular bu dağları parçalayarak derin vadiler oluşturur ve Akdeniz'e iner. Aksu, Manavgat, Alara ırmakları örnek olarak gösterilebilir. Batı Toroslar'ın kuzeyinde küçükü büyüklü birçok gölü içeren, sarp ve dik dağlarla kaplı Göller Bölgesi yer alır.

Toros dağ silsilesinin en güney bölümünde, İskenderun Körfezi'nin doğusunda, dik bir duvar gibi yükselen Amanos dağları yer alır. Amanoslar'ın doğu kenarından güneye doğru akan Karasu, Kırıkhan dolaylarından Amik Ovası'na açılan bir gedikten batıya doğru dönerek Asi Irmağı'nı oluşturur. Amik Ovası ortasında daha önceleri yer alan, şimdi kurutulmuş bulunan Amik Gölü'ne girip çıkan Asi Irmağı bu yörenin belli başlı akarsuyudur.

Akdeniz Bölgesi genellikle çok dağlıktır ve dağlar çok yerde kıyı yakınlarından yükselir. Dağların uzantıları arasında ve eteklerde düzlüklere rastlanır. Göller Bölgesi'nin çukurlukları içinde göller ve ovalar yer alır. Batı Antalya Ovası, doğuda Silifke, Çukurova ve Hatay Ovaları bulunur. Bu bölgede Akdeniz iklimi hâkimdir. Kuzeyinde Göller Bölgesi'nde ve yüksek kesimlerde karasal iklimin etkileri çoğalır.

Akdeniz kıyı şeridinin karakteristik bitki örtüsü makidir. Ormanlar Toros ve Amanoslar üzerinde süreklilik göstermektedir. Orman zonu üzerinde Aladağ ve Bolkarlar'da yaylalar vardır (Türkiye Çevre Vakfı [TÇV], 1993).

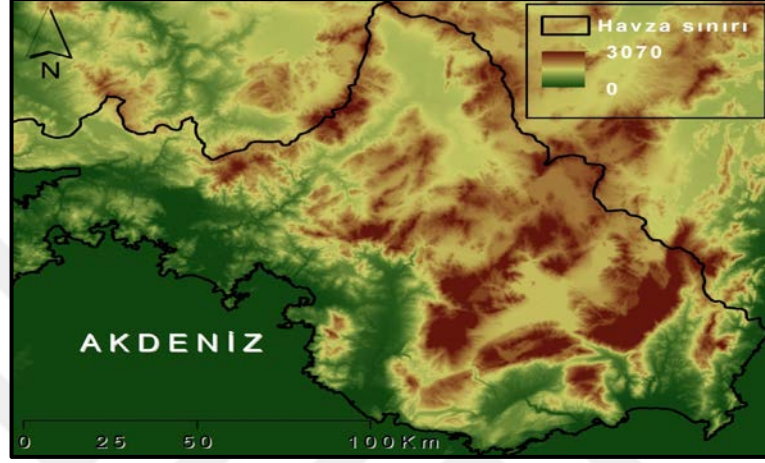


Şekil 3.1 Türkiye'de Akdeniz Bölgesi'ndeki çalışma havzaları (Batı Akdeniz, Antalya ve Doğu Akdeniz)

3.1 Batı Akdeniz Havzası

Anadolu'nun güney batısında sularını Ege ve Akdeniz'e boşaltan yağış alanları grubundan oluşmaktadır (Şekil 3.2). Kuzeyden itibaren Laba Dağı, Beşparmak Dağı, Marçal Dağları, Sandıras Dağı, Bor Dağı, Honaz Dağı, Eşler Dağı, Çalbalı Dağı ve Tahtalı Dağ su bölüm çizgisiyle ve kısmen Akdeniz'le kısmen de Ege Denizi ile sınırlanmıştır. Batı Akdeniz Havzası sınırları içerisinde Aydın, Antalya, Burdur,

Denizli ve Muğla olmak üzere 5 ilimiz yer almaktadır. Batı Akdeniz Havzası'nın proje nüfusu (havzada yer alan tüm belediyeler ve nüfusu 2.000 kişi üzeri olan tüm köylerin nüfusu, 113 yerleşim) 869.589 kişidir. Havzada yer alan göller; Gölhisar Gölü, Koca Göl (Koca Gölü), Avlan Gölü, Yazır Gölü, Köyceğiz Gölü, Girdev Gölü'dür (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı [OSİB], 2017).



Şekil 3.2 Batı Akdeniz Havzası Havza Sınırları

3.1.1 Gölhisar Gölü

Akdeniz Bölgesinin Göller yöresine ve Burdur iline bağlıdır. İl merkezine olan uzaklığı 107 km'dir. Batı Torosların eteklerinde Dalaman Çayı'nın kaynak kısımlarında bulunan ilçenin rakımı 935 metre, yüz ölçümü ise 576 km²'dir. Kuzeydoğuda Tefenni, doğuda Çavdır, güneyde Altınyayla, güneybatıda Fethiye, batıda Çameli ve kuzeybatıda Acıpayam ilçeleri ile çevrilidir.

Gölhisar ve çevresi Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Asıl Akdeniz iklimi ile karasal iklim oranında bir geçiş sahasında yer aldığı için geçiş iklimi görülmektedir. Çam ve ardıç ağaçlarının belli rakımlarda bir arada görülmesi geçiş iklimini gösteren ve ender bulunan bir özelliktir. Yaz sıcakları Akdeniz iklimi kadar yüksek değil, kış soğukları da karasal iklim kadar düşük değildir. Sıcaklıklar ay ortalaması olarak sıfır derecenin altına düşmez. Yıllık ortalama sıcaklık 12,6 derecedir. 23,4 derece ile en sıcak ay Temmuz ayı, 2,4 derece ile de en soğuk ay

Ocak ayı olarak tespit edilmiştir. Yağışlar genellikle kış ve bahar aylarında yoğunluk kazanmış ve genellikle yağmur şeklindedir. Gölhisar düzlüğünde yılda ancak birkaç defa kar yağışı görülür. Dağlık alanlarda ise yağışlar kışın kar şeklindedir. Yıllık yağış miktarı 634,9 mm'dir. En fazla yağış 127,9 mm aylık yağış miktarı ile Aralık ayıdır. En az yağış olan ay ise 2,5 mm ile Ağustos ayıdır. İklimin ılımanlaşmasında Gölhisar Gölü ve Yapraklı Barajı'nın büyük etkisi bulunmaktadır. Doğal bitki örtüsü tahrip edilmiş olmasına rağmen gür bir şekilde ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ormanları; karaçam, kızılçam, sedir, ardıç, akçağaç ve meşedir.

Bölgenin en önemli akarsuyu Dalaman Çayı'dır. Tarihi antik dönemde İndos adı verilmiştir. Horzum, Bayır, Arslanlı çaylarının birleşiminden oluşmuştur. 200 km uzunluğunda ve 3.500 km²'lik su toplama havzasından dolayı birçok dere ve kanallarla beslenmektedir. Gölhisar ovasında 2 ile 3 metre kadar yatak derinliğine sahiptir. Akdeniz'e döküldüğü alanlarda bir alüvyon meydana getirmiş ve burada Ege suları ile Akdeniz'in sularını ayıran sınır olmuştur. Gölhisar ve Acıpayam Ovası'nın sulanmasını sağlamaktadır.

Gölhisar Gölü, 7 km²'lik bir yüz ölçümüne sahiptir. Göl tektonik bir çukurlukta daha sonra da Dalaman Çayı'nın getirdiği alüvyonların çukurun önünü biraz daha kapatarak, bu alana suların dolmasıyla oluşmuştur. Beslenme alanı daha çok diptendir. Yine güney tarafından çeşitli kanallar uzantılarıyla ve Yapraklı baraj sularıyla beslenir. Sığ bir göldür. En derin yeri güneydeki Karaburun dibidir. (6 metre) Gölün kuzeydoğu kısmındaki kanal ile fazla sular Dalaman çayına akmaktadır. Suları tatlı olduğu için sazan, tatlı su kefali, yayın gibi çok lezzetli balıklar yaşamaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 931 metredir. Bölgenin en yüksek kısmı Güneybatı kısmıdır.

Gölhisar Ovası (Rakımı 935 metre) tek düzlük alan olarak görünmektedir. 4. jeolojik zamanda tektonik bir düzlük üzerinde kısmen aşınmalar ve Dalaman Çayı'nın bu düzlük alanda alüvyonlarını biriktirmesi ile çok verimli hale gelmiştir. Ovada taşlı ve çalılıklı alanlar daha az verimli, diğer alanlar ise çok verimlidir. Son yıllardaki aşırı ve yanlış sulama nedeni ile ovadaki çoraklaşma tehlikesi bölge halkını

endişelendirmektedir. Yörede Gölhisar Ovası'ndan başka ova alanı yoktur. Ancak dalgalı düzlük plato alanları bulunmaktadır (Gölhisar Belediyesi [GB], b.t).

3.1.2 Avlan Gölü

Uluslararası öneme sahip olan Avlan Gölü, 1970'li yıllarda tarım arazisi elde etmek amacıyla tamamen kurutulmuş, gölün yeniden oluşturulması için 2001 yılı itibari ile gölde yeniden su tutulmaya başlanmıştır. Dünyada sayılı geri kazanılmış sulak alanlardan biri olan gölün alanı 797 ha'dır. Sulak Alan Biyolojik Çeşitlilik Araştırması yapılan gölün henüz sulak alan yönetim planı bulunmamaktadır (OSİB, 2017).

3.1.3 Girdev Gölü

Girdev Polyesi, Teke Yöresi'nde Akdağ (3024 m), Erendağ (2677 m) ve Tezekli Dağları arasında yer alır. 44,2 km yüzölçüme sahip olan Polye Havzası'nın doğu-batı yönündeki uzun eksenini 8,5 km, kuzey-güney doğrultusundaki genişliği ise 6,5 km'dir. Polye havza tabanında, bugünkü iklimik şartlar çerçevesinde oluşan göl alanı 4,5 km'dir. Polye tabanındaki göl sularını tahliye eden 3 ayrı düden vardır. Bunun dışında polye tabanına sularını boşaltan karstik kaynaklar da dikkati çekmektedir. Burada, jeomorfolojik birim olarak 3 ünite ayırt edilmiştir. Bunlar; Pofye havza tabanı, havza çerçevesi ve bunlarla bağlantılı olan plato sahasıdır (Biricik ve Bozyiğit, 2013).

Fethiye ili Seki ilçesi yaklaşık 441 ha.'lık bir sulak alandır. Göl oldukça sığdır ve çevresinde geniş otlaklar bulunur. Girdev Sulak Alanında 119 kuş, 41 adet bitki ve 7 adet Odonata türü tespit edilmiştir. Tespit edilen kuş türlerinden % 98'i Uluslararası Tabiat ve Tabiat Kaynaklarını Koruma Birliği (IUCN)'nin 2013 yılı kırmızı listesinde yer almaktadır (OSİB, 2017).

3.1.4 Köyceğiz Gölü Sulak Alanları

Gölün, önü alüvyonlarla tıkanmış eski bir körfezden türediği sanılmaktadır. 5.862 ha'lık bir alana sahip tatlı su gölüdür. Göl içerisinde 4 adet irili ufaklı ada mevcuttur. Sazlıklarla kaplı doğal bir kanalla Akdeniz'e bağlanır. Bu tür göllere, yani denize doğal bir kanal vasıtası ile birleşen göllere ayaklı göl adı verilir. Köyceğiz Gölü, Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Alanı içerisinde kalmaktadır. Köyceğiz Gölü kentsel atıksu baskısı altındadır Köyceğiz-Dalaman ve Milas-Bodrum alt havzalarında sanayileşme yoğun olarak görülmektedir. Havza genelinde ise Köyceğiz-Dalaman Alt Havzası, endüstriyel kaynaklı noktasal yükler açısından öne çıkmaktadır (OSİB, 2017).

3.2 Antalya Havzası

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde (güneyinde), Batı Akdeniz ve Doğu Akdeniz Havzaları arasında yer alan, suları Boğaçay, Düden Çayı, Köprüçay, Aksu Çayı, Karpuz, Alara, Kargı, Oba ve Dim Çayı akarsuları vasıtasıyla Akdeniz'e boşalan sahayı kapsamaktadır (Şekil 3.3). Havza alanı yaklaşık 20.331 km² olup, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak %3'ünü kapsamaktadır. Antalya Havzası su kaynakları bakımından ülkemizin en zengin bölgelerinden biridir. Antalya Havzası'nda Antalya, Isparta ve Burdur illeri yer almaktadır. Havzanın en büyük ve en önemli gölü olan Eğirdir Gölü oluşturmaktadır, arkasından Kovada, İlvat ve Dipsiz Gölleri gelmektedir.



Şekil 3.3 Antalya Havzası Havza Sınırları

3.2.1 Gölcük Gölü

Ortalama derinliği 34 metre olan 66 ha'lık Gölcük Gölü, içme suyu maksatlı kullanılmaktadır. Gölün etrafı 150-300 metreyi bulan volkanik küllü tepeler ile çevrilidir. Saha yakın bir jeolojik zamanda çok önemli bir volkanizmanın merkezi olmuş ve derin faylar boyunca çıkan lavlar büyük bir volkan konisi oluşturulmuştur. Gölcük volkan konisi bir patlama ile parçalanmış ve merkezi kesimin çökmesi ile bir kaldera meydana gelmiştir. Havzadaki mevcut su kaynakları bu kalderayı besleyerek Gölcük Gölü'nü oluşturmuştur. Gölcük Gölü ve çevresi Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca 1997 yılında Turizm Merkezi ilan edilmiştir. Kapalı bir havza olması nedeniyle içme-kullanma suyu haricinde doğal boşalımı yoktur. Önemli beslenme kaynağı bulunmamakta olup kendi yağış havzasından beslenmektedir (OSİB, 2017).

3.2.2 Kovada Gölü

Eğirdir gölünün 8 km güneyinde kuzey-güney doğrultusunda yer alan tektonik bir göldür. Eğirdir Gölü'nden gelen bir kanalla beslenir, fazla sular gölden alınarak hidroelektrik santralde kullanılmıştır. Bu sebeple göle su girdisi azalınca göl seviyesi düşmüştür. Daha önceleri su göle girmekte, çöktürmesini bıraktıktan sonra başka bir noktada gölden çıkarak temiz su halinde santrallere girmekteydi. Ancak sonraları su kanaldan doğrudan alınca gölün su seviyesi hemen hemen yok denecek düzeye

inmiştir. Su seviyesinin çok düşmesi ile bulanıklık artmış, balıklarda ölümler gözlenmiştir (TÇV, 1993).

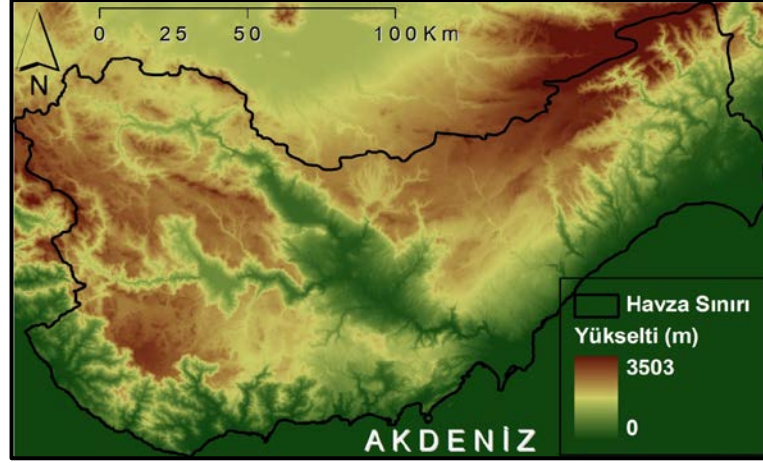
3.2.3 Eğirdir Gölü

Eğirdir İlçesi'nin kuzeyinde, Yalvaç'ın batısındadır. Tektonik menşeli bir göldür. Orta kısmında doğu-batı doğrultusunda bir daralma göstererek iki kısma ayrılır. Kuzeyde kalan daha küçük kısmına Hoyran Gölü, güneyde kalan parçasına da Eğirdir Gölü denir. Gölün kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu 50 km'dir. Göl derinliği yaklaşık 7-12 m arasında değişmektedir (TÇV, 1993).

3.3 Doğu Akdeniz Havzası

Türkiye'nin güneyinde Antalya, Seyhan ve Kapalı Konya Havzaları arasında, sularını Göksu Nehri ve diğer akarsularla birlikte Akdeniz'e boşaltan alanı kapsamaktadır (Şekil 3.4). Türkiye'nin güneyinde, Alanya'nın doğusundaki Sedir Çayı ve doğuda Tarsus Irmağı ile bu iki akarsu arasında kalan akarsuların su toplama alanları Doğu Akdeniz Havzası'nı oluşturur. Doğu Akdeniz Havzası sınırları içinde Antalya, Mersin, Karaman ve Konya illeri yer almaktadır. Havza içerisinde belediye teşkilatına sahip olan yerleşim yeri sayısı 79, nüfusu 2.000'in üzerinde olan köy sayısı ise 2'dir. Havzanın en büyük akarsuları Göksu ve Berdan (Tarsus) dışındaki akışlar, kısa ve yatakları eğimlidir. En büyük akarsu olan Göksu, iki ana kolunu da Konya'dan alır. Mersin ilinde aldığı en büyük kol, Mut'un güneyinde Göksu'ya kavuşan Kurtsuyu'dur.

Sakaryayla Dağı ile Güzeloluk arasının sularını toplayan Lamas Çayı Erdemli'nin batısından denize ulaşır. Yukarıda sayılan akarsulardan başka Deliçay, Gilindires, Tömük, Erdemli, Ovacık, Aydıncık, Gözce, Aksaz, Bozyazı Dereleri de havzanın önemli sayılabilecek diğer derelerdir. Geçici göller arasında bugün bir drenaj alanı işlemi görmekte olan doğudaki eski nehir kolları ile sert rüzgârlar ve/veya yüksek yağış yüzünden su altında kalan İncekum'un bazı bölümleri sayılabilir. Pirinç tarlaları da geçici göller olarak kabul edilebilir (OSİB, 2017).



Şekil 3.4 Doğu Akdeniz Havzası Havza Sınırları

3.3.1 Köprü Çay

Köprü Çayı Havzası, Akdeniz Bölgesi'nin Batı Toroslar Bölümü'nde yer alır. Havza; kuzeyden, Beyşehir ve Eğirdir Gölleri; batıdan, Aksu Çayı Havzası; doğudan, Gembos ve Eynif Polyeleri ile Manavgat Çayı Havzası ve güneyden Akdeniz ile sınırlandırılan yaklaşık 2498 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Havzanın kuzeyinde Isparta İli'nin Aksu, Sütçüler ve Eğirdir ilçelerine bağlı yerleşmeler; güneyinde ise Antalya İli'nin Serik ve Manavgat ilçelerine bağlı yerleşmeler yer alır.

Köprü Çayı Havzası oldukça dağlık bir topografyaya sahiptir. Havzanın batı kesiminde, kuzey-güney yönünde; Dulup Dağı (2046 m), Kuyucak Dağı (2337 m), Sarp Dağı (2548 m), Bozburun Dağı (2505 m) ve Ovacık Dağı (2004 m) dağları sıralanır. Havzanın doğu kesiminde ise Anamas Dağı Silsilesi uzanır. Bu dağ silsilesi içindeki Dedegöl Dağı (2992 m), Batı Toroslar'ın en yüksek zirvelerinden birisini teşkil eder.

Havza içinde büyük ölçüde Akdeniz iklimi etkilidir. Ancak havzanın kuzeyinde Batı Toroslar'ın yüksek zirvelerine sahip dağlık alana doğru Akdeniz ikliminin karakteristik özelliklerinden uzaklaşmakta ve yüksek dağ iklimi özellikleri sınırlı bir alanda da olsa etkili olmaktadır. Köprü Çayı, Batı Toroslar'ın en önemli

akarsularındandır. Akarsuyun debisi üzerinde Beşkonak-Olukköprü çevresindeki kaynak ve yer altı suları etkili olmaktadır.

Önemli karstik kaynaklarla beslenen Köprü Çayı, debisi Akdeniz rejimli akarsulara nazaran düzenli olan bir akarsudur. Araştırma sahasında en önemli doğal çekicilik kaynağı olan Köprü Çayı, özellikle Olukköprü Kaynakları'nı bünyesine kattıktan sonra çok kuvvetli bir akıma sahip olmaktadır (Sağdıç ve Bozyiğit, 2008).

3.3.2 Aksu Deltası

Aksu Havzası'nın coğrafik konumu $41^{\circ}85^1$ ve $41^{\circ}98^1$ kuzey enlemleri ile $32^{\circ}80^1$ ve $33^{\circ}70^1$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Aksu Havzası, Köprü Çay Havzası'nın bir alt havzası olup, Aksu Çayı Havzası'nın kuzeydoğusunda, Eğirdir Gölü Havzası'nın güneydoğusunda yer almaktadır. İlçenin batısında Isparta ve Eğirdir, güneyinde Sütçüler ilçeleri ile çevrilidir. Araştırma alanı sınırları içerisinde Aksu İlçesi yer almakta; fakat ilçeye bağlı köyler, kasabalar yer almamaktadır. Aksu Çayı, Sorgun Yaylası'ndan çıkar, bir vadi içinde ilerleyerek Aksu İlçesinden geçer. Daha güneyde Yaka deresi ve diğer kollarla birleşerek Köprü Irmağı'nı oluşturur ve Antalya Körfezi'ne dökülür (İlhan ve Erol, 2011).

Aksu Havzası'nın toplam alanı 4928,54 ha olup, büyük havza sınıfına girmektedir (Erol, 2008). Aksu Havzası topoğrafik açıdan dağlık bir arazi yapısına sahip olup bitki örtüsü ile kaplıdır. Kuru ormanlarında 1000-1800 m arasında değişen yükseltilerde Anadolu karaçamı, Ardıç ve Toros sediri türleri yayılış göstermektedir. Baltalık orman oluşturan Meşe'ler ise 2008 yılından beri kuru ormanına dönüştürülmektedir. Bunun yanında Titrek kavak, Ihlamur, Dişbudak ve Çınar ağaçlarına da rastlamak mümkündür. 1400 m'ye kadar olan yüksekliklerde Tesbih çalısı, Karaağaç ve dikenli çalılardan oluşan çalılıklar önemli bir yer tutmaktadır (İlhan ve Erol, 2011).

Aksu Meteoroloji İstasyonu (1983-2002) iklim verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık $10,6^{\circ}\text{C}$ olup, en sıcak ay $12,7^{\circ}\text{C}$ ile Temmuz ayı, en soğuk ay ise $0,2^{\circ}\text{C}$ ile

Ocak ayıdır. Ortalama yüksek sıcaklık değerleri Ocak (5,5 °C) ayından Eylül ayına kadar artmakta, Eylül ayından Ocak ayına kadar azalmaktadır (İlhan ve Erol, 2011).

3.3.3 Göksu Deltası

Taşucu Kasabası'nın doğusunda, Göksu Irmağı'nın denize döküldüğü yerde bulunmaktadır. Deltanın tamamı 13.000 ha, göller 1.500 ha'lık bir alan kaplar. Bu bölgenin batısında denizle irtibatı bulunan ve suyu tuzlu olan Paradeniz Lagün Gölü ile daha batıda Akgöl yer almaktadır. Turistik yapılaşmalar, kirlenme, balıkçılık, aşırı avlanma vb. aktiviteler bölgeyi tehdit etmektedir (TÇV, 1993).

Yapılan veri analizlerinin sonucunda elde edilen bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, yukarıda bazı özellikleri verilen çalışma alanları, yürütülen tez çalışmasında kullanılmamış olmasına karşın, bütünsel olarak çalışmaya katılması hedeflenmiştir.

Yapılan çalışmada 28 gözlem istasyonu (6'sı Batı Akdeniz, 9'u Antalya ve 13'ü Doğu Akdeniz'de olan havza sistemleri) ve bu istasyonlara ilişkin bilgiler Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'te sunulmuştur. Havzalardaki istasyonlara ilişkin nehir akışlarındaki aylık deşarj verileri daha önceki yıllarda Elektrik Güç Kaynakları Etüt ve Geliştirme İdaresi tarafından yayınlanmış verilerden elde edilmiştir. (2011 yılı itibarıyla EIE kısmen Devlet Su İşleri bünyesine verilmiştir.) Drenaj havzalarındaki farklı arazi örtüsü tipleri için hesaplanan mevcut arazi örtüsü verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından üretilen Corine Land Cover (CLC) veri setinden elde edilmiştir. Amaçlanan çalışmayı gerçekleştirmek için kullanılan yazılım araçları; Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) ve New Hampshire Üniversitesi işbirliği ile geliştirilen Ulusal Çevre Akışı Hesaplayıcısı (GEFC) yazılımı, ESRI tarafından ArcGIS yazılımı ve Microsoft Kuruluşu'nun Excel yazılımıdır.

Tablo 3.1 Batı Akdeniz Havzası istasyonlarına ilişkin bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Drenaj Alanı	Gözlem Süresi*
808	Başgöz Çayı-Çatallar	2.175,50	1962-2000
809	Esençay-Kavaklıdere	551,48	1956-2000
811	Dalaman Çayı-Suçatı	3.852,72	1961-2000
812	Dalaman Çayı-Akköprü	5.004,22	1963-2000
815	Esençay-Kınık	2.477,45	1971-2000
818	Karaçay-Kayadibi	285,55	1977-2000

* Gözlem süresi bitişinde, çalışmada kullanılan veri dönemi esas alınmıştır.

Tablo 3.2 Antalya Havzası istasyonlarına ilişkin bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Drenaj Alanı	Gözlem Süresi*
902	Köprüçay-Beşkonak	1.948,1	1939-2000
912	Manavgat Çayı-Sinanhoca	1.619,8	1963-2000
917	Alara Çayı-Alarahan	979,9	1968-2000
918	Manavgat Çayı-Şelale	2.345,26	1971-2000
919	Köprüçay-Bolasan	1.517,2	1983-2000
920	Manavgat Çayı-Şahapköprüsü	707,6	1991-2000
921	Aksu (Köprüçay)-Kasımlar	783,66	1991-2000
922	Alara Çayı-Narağacı	284,98	1992-2000
924	Alara Çayı-Ortakonuş	714,40	1995-2000

* Gözlem süresi bitişinde, çalışmada kullanılan veri dönemi esas alınmıştır.

Tablo 3.3 Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarına ilişkin bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Drenaj Alanı	Gözlem Süresi*
1712	Göksu Nehri-Bucakkışla	2.731,30	1961-2000
1714	Göksu Nehri-Karahacılı	11.025,2	1960-2000
1717	Lamas Çayı-Kızılgeçit	438,42	1966-2000
1719	Ermenek Çayı-Kırkkavak	4.003,88	1964-2000
1720	Göksu Nehri-Hamam	4.367,39	1964-2000
1721	Anamur Çayı-Alaköprü	395,93	1967-2000
1725	Göktepe Deresi-Günder	199,43	1989-2000
1726	Ermenek Çayı-Yeşilköy	1.537,01	1993-2000
1729	Anamur Çayı-Sugözü	8,87	1994-2000
1730	Anamur Çayı-Dibek Köprüsü	100,41	1992-2000
1731	Göksu Nehri-Gravga	3.172,68	1992-2000
1732	Kadıncık Çayı-Kurtçukuru	303,01	1994-2000
1733	Kadıncık Çayı-Bahçe	219,75	1994-2000

* Gözlem süresi bitişinde, çalışmada kullanılan veri dönemi esas alınmıştır.

BÖLÜM DÖRT

YÖNTEM

Sulak alan sistemlerinin sürdürülebilirliğinin en temel gereksinimlerinden birisi bu alanları besleyen akarsu akışları olduğundan, söz konusu akışlar üzerine gerçekleştirilecek hidrolojik analizler çevresel akış hesabında oldukça önemli olmaktadır. Oldukça karmaşık olan akarsu akışlarının özellikle akım gözlemi olmayan havza konumlarında tahmininde etkili olan birçok meteorolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik havza değişkeni bulunmaktadır. Örneğin, havzanın fiziksel özellikleri ve iklim değişikliği akarsudaki su potansiyelinin ortaya konulmasında yararlanılan akım süre eğrisini farklı şekilde etkileyebilmektedir. Havzanın fiziksel özelliklerinden biri olan havzaya ait drenaj alanındaki kum ve çakıl formasyonlarının yüzdesinin, düşük akım hızlarını etkilemesi bu duruma örnek olarak verilebilir.

Sunulan tez çalışmasında uygulanan yöntem adımları genel haliyle aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

- i) Sulak alanları besleyen akarsu havzalarından seçilen istasyonların drenaj alanlarına ait meteorolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik havza karakteristiklerinin belirlenmesi,
- ii) Akım gözlemi mevcut istasyon akışları ile havza karakteristikleri arasında ilişki kurulması ve bu yolla akım süre eğrisindeki 6 kuantil değeri için çoklu doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi,
- iii) Gözlemi bulunan istasyonlar için belirlenen akım süre eğrilerinden hareketle eğrinin farklı kuantil değerleri için kuantiller arası doğrusal regresyon ilişkilerinin kurgulanması,
- iv) Sulak alanlara gelen akışları temsil niteliği olup gözlemi bulunmayan akarsu konumlarına ait havza karakteristiklerinin mekansal olarak hesaplanması,

- v) Havza karakteristikleri ve kuantiller arası regresyon denklemlerinden gözlemi bulunmayan bu konumlar için akım süre eğrilerinin elde edilmesi,
- vi) Havzada gözlemi bulunan istasyonların tümü için her istasyon çifti arasında korelasyon kurulması ve mekansal analizlerle bu noktasal korelasyon değerlerinin enterpolasyonu,
- vii) Her sanal gözlem istasyonu için en yüksek korelasyona sahip bir referans gözlem istasyonunun tayin edilmesi,
- viii) Sanal istasyon konumlarına ait havza karakteristiklerinin mekansal analizlerle belirlenmesi ve bu karakteristikler ile kuantiller arası regresyon modellerinden sanal istasyonlar için akım süre eğrilerinin oluşturulması,
- ix) Sanal istasyon ve referans istasyon akım süre eğrileri karşılaştırılarak, referans istasyonu aylık akış zaman serilerinden hareketle sanal istasyon akış serilerinin türetilmesi,
- x) Sanal istasyon akış verilerinden farklı çevresel yönetim sınıfları için çevresel akış zaman serilerinin belirlenmesi,
- xi) Çevresel akışlara ait örnek istatistiklerinin hesaplanması ve bu istatistikler üzerinden dönemsel karşılaştırmalar gerçekleştirilmesi.

4.1 Akım Gözlem İstasyonlarının Seçilmesi ve Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Akım gözlemi bulunmayan bölgeler için tahmini akışların elde edilmesi amacıyla, sulak alanları besleyen akarsu havzalarından gözlem verisi fazla olan ve akarsuları yeterince temsil edebilecek akım gözlem istasyonlarının seçimi ilgili çalışmanın ilk adımı olmaktadır. İstasyonlara ait drenaj alanlarına yönelik havza karakteristiklerinin belirlenebilmesi için, bu alanlara ait sınırlar sayısal yükselti modeli kullanılarak ilgili ölçütlerin CBS üzerinde mekânsal olarak elde edilmesi çalışmanın kapsamlı ve önemli bir adımıdır. Sayısal yükselti modelinden elde edilen veriler kullanılarak her bir istasyonun drenaj alanına ait akış yönleri haritaları ve bu haritaların girdisiyle akış toplanma haritalarının oluşturulması gerekli olmaktadır. Bu noktada, drenaj

alanı özelliklerinin istasyon yağış alanını kesin olarak temsil edebilmesi için, akış toplanma haritaları üzerinde bulunan gözlem istasyonlarının doğru ve hassas şekilde konumlandırılması büyük önem taşımaktadır. Drenaj alanlarının ve bu alanlar için ayrı ayrı oluşturulan haritaların kullanımıyla, fiziksel ve meteorolojik havza karakteristiklerinden Tablo 4.1’de belirtilen 20 adet bağımsız değişkene ait değer belirlenmeleri yapılır. Bu işlem, istasyon akışlarını temsil eden akım süre eğrisi üzerinde belirli kuantil değerlerinin havza karakteristikleriyle çoklu doğrusal regresyon modelleri üzerinden karşılıklı ilişkilendirilmesi aşamasına yardımcı olmaktadır. Akım değerleri belirlenen istasyonların ampirik aşılma olasılıkları (P) belirlenerek akım süre eğrileri (Q-P) türetilir.

Tablo 4.1 Fiziksel ve iklimsel havza karakteristikleri

Drenaj alanı (km ²)
Havza ortalama yüksekliği (m)
Havza maksimum yüksekliği (m)
Havza minimum yüksekliği (m)
150 m yükseklik üzerindeki havza alanı yüzdesi
Gözlem istasyonunun konum yüksekliği (m)
Yüzde yükseklikteki eğim
İstasyonun konumu X koordinatı (m)
İstasyonun konumu Y koordinatı (m)
Havza ağırlık merkezi X koordinatı (m)
Havza ağırlık merkezi Y koordinatı (m)
Yıllık yağış ortalaması (mm)
Maksimum sıcaklık (°C)
Minimum sıcaklık (°C)
Havzadaki yüzeysel su kütleleri yüzdesi
Ormanlık alan yüzdesi
Havzanın hidrolojik toprak grubu A yüzdesi
Havzanın hidrolojik toprak grubu B yüzdesi
Havzanın hidrolojik toprak grubu C yüzdesi
Havzanın hidrolojik toprak grubu D yüzdesi

4.2 Kuantiller Arası Çoklu Regresyon Modellerinin Oluşturulması

MA-SYE aracı ile 1 Ocak 1960'tan 30 Eylül 2004'e kadar istatistiksel yöntemleri kullanarak 44 yıllık bir inceleme dönemi için referans akışlardan hareketle, akım gözlem verisi mevcut olmayan akışları tahmin edebilmektedir. Bunun için, akım gözlem verisi mevcut olan akış noktalarından her birinin akım süre eğrilerinden ortalama akışların aylık zaman serileri seçilir. Çevresel akış kuantillerini hesaplamak için aylık akış gözlemi mevcut çevresel akışlar her istasyon için ayrı ayrı sıralanarak bunlara karşılık gelen aşılma olasılıkları hesaplanır ve akım süre eğrileri elde edilir. Bütün havza istasyonları için akım süre eğrilerindeki akış noktalarına karşılık gelen ve ölçüm verisi mevcut olmayan ilgili akımın fiziksel ve iklimsel havza karakteristiklerine bağlı bir fonksiyon olan altı adet kuantil değeri ile log lineer bir enterpolasyona tabi tutulur. 6 kuantil değerine karşılık gelen akımlar ayrıca kaydedilir. Bütün havzalar için belirlenen her bir kuantil değerinin istasyona ait havza karakteristikleriyle ayrı ayrı ilişkilendirilmesi yoluyla kuantil değerleri ile uygun havza karakteristikleri arasında Denklem 4.1'de görüldüğü şekliyle çoklu doğrusal regresyon ilişkileri kurulur. Kullanılacak regresyon denklemleri Microsoft Excel programı içerisinde yer alan ANOVA aracıyla türetilir.

$$Y = \exp^{b_0} X_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n} \exp^{BCF} \quad (4.1)$$

Y= Bağımlı değişken (akış kuantilleri)

X_n= Bağımsız değişken (havza karakteristiği veya tahmin edilen başka bir çevresel akış kuantili ile)

B_n= X_n değişkenini tanımlamak için regresyon tahminli katsayı

B₀= Regresyon tahminli sabit terim

exp = Normal logaritma temeli

BCF= Bias (yanlı) korelasyon faktörü

Bias (yanlı) korelasyon faktörü, çevresel akış kuantillerinde regresyon tahmini yaparken hata payını minimize edebilmek için kullanılır. Her bir kuantil için doğrusal regresyon modelleri belirlenmeye çalışılırken tüm havza karakteristikleri

bağımsız değişken olarak ele alınarak regresyon modeli yardımıyla hesaplanan istatistik değeri sürekli kontrol edilir. ANOVAda yapılan regresyon analizleri, havza karakteristiklerini daha küçük ve önemli ana karakteristikleri barındıran bir havuzda toplar. Tüm regresyon denklemlerindeki katsayılar, 0,05 anlamlılık düzeyindeki sıfırdan farklıdır. Kalanlar (gözlemlenen ve log uzayda işaretlenen eksi regresyon-tahmini yüzeysel akış değerleri) %75'ten daha yüksek bir güvenle etkili bir normal dağılım oluşturur. Oluşturulan regresyon modellerinde büyük oranda etkilenen parametreler, nihai denklemden çıkarılarak model uygunluğu artırılmış olur. Elde kalan karakteristik setler ile doğrusal regresyon modelleri oluşturulur. Oluşturulan parametre-regresyon modeli, sürekli olasılık yoğunluk fonksiyonunu temsil etmekle beraber, tahmini aylık yüzeysel akış verilerini içerir. Bu yaklaşımda, ölçüm verisi mevcut olmayan alanlarda aylık çevresel akış kuantilleri, parametre tabanlı regresyon modelini kullanarak tahmin edilir.

4.3 Kuantiller Arası Doğrusal Regresyon Modellerinin Kurulması

Kuantil tahminlerinde grafik hassasiyetini artırmak için daha önce belirlenen 6 adet kuantil değerine ek olarak 11 adet kuantil değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle tek bağımsız değişkenli doğrusal regresyon ilişkileri kurulur. Yöntemde; ilişkili olduğu düşünülen iki değerden bir kuantilin diğeriyle arasında regresyon modeli oluşturulması esas alınmaktadır. Tüm gözlem istasyonlarında ölçülmüş akımlardan elde edilen akım süre eğrileri üzerinden hesaplanan ilgili kuantil değerleri ve bu değerlerin kullanımıyla belirlenecek kuantiller için ayrı ayrı veri setleri oluşturulur ve regresyon ilişkileri hesaplanır. Ölçüm verisi mevcut olmayan alanlar için tahmin edilen akışlar, sürekli aylık akım süre eğrisinde (Flow Duration Curve, FDC) gösterilir. Akım süre eğrisi, her ay için gözlenen çevresel akış (Q) ve aşılma olasılıkları (P) arasındaki ilişkiyi tanımlar.

4.4 Sanal İstasyon Konumlarının Seçimi

Yapılan bütün değerlendirmelerin ardından havza karakteristikleri birbirine en yakın ve havzayı coğrafi olarak temsil edebilir her bir konum için referans

istasyonlar seçilir. Seçilen bu referans istasyonların akış verilerinden sanal akışların zaman serileri türetilir. Gerçek istasyonlarda izlenen yöntem gibi, belirlenen sanal istasyonlar için de havza karakteristiklerine bağlı olarak 6 adet kuantil değerini elde etmek için drenaj alanları belirlenerek mekânsal analizler yapılır. Aynı şekilde, belirlenen 6 kuantile ek olarak 11 kuantil değeri de kuantiller arası regresyon modeliyle belirlenir ve sanal akımlara ait sanal akım süreklilik eğrileri tespit edilir.

4.5 Gerçek İstasyonlar İçin Noktasal Korelasyon Katsayılarının ve Korelasyon Yüzeylerinin Belirlenmesi

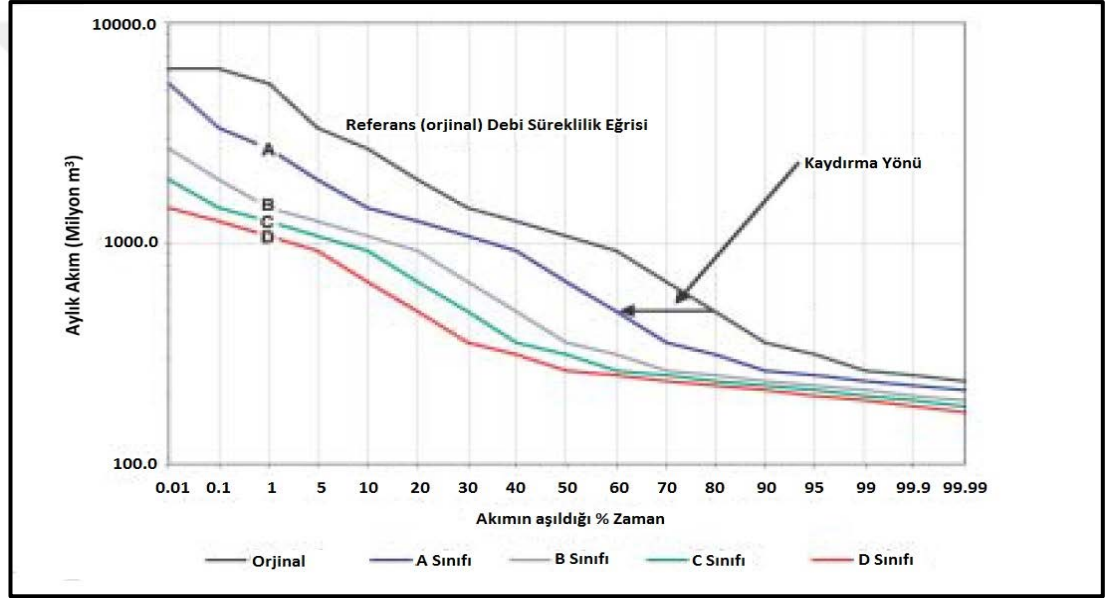
Her bir gerçek istasyon ile tüm gerçek istasyonlar arası korelasyon katsayısı hesaplanırken, seçilen her istasyon çifti beraber değerlendirilerek noktasal korelasyonları belirlenir. Elde edilen noktasal korelasyonları daha sonra mekânsal enterpolasyona tabi tutularak, sanal istasyonların her birine gözlem istasyonu atamak için korelasyon katmanlarında ayrı ayrı değerlendirilir. Dolayısıyla bütün sanal konumlar, korelasyon yüzeylerinden kendisine en yakın ve en yüksek korelasyon değerini veren istasyonla eşleşir.

4.6 Referans İstasyon Verilerinden Sanal İstasyon Verilerinin Türetilmesi

Sanal istasyon konumları için havza karakteristikleri mekânsal analizler yoluyla belirlendikten sonra bu istasyonlara ait aylık zaman serileri türetilirken QPPQ metodundan faydalanılır. QPPQ metodunda; gerçek ölçüm noktasından akım gözlemi olmayan alanlara denklik sağlanır. Veriler, aşılma olasılıklarıyla ilişkilendirilerek tahmin edilen akım süreklilik eğrileri boyunca her sanal istasyona ait akım kuantiline geçerken referans akış noktası kullanılır. İki bölgedeki (gerçek ve referans istasyon) eş zamanlı akışın aşılma olasılıkları; gerçek istasyondan, gözlemi yapılmamış alana denkliği sağlanarak tahmin edilir. Ölçüm verisi mevcut olmayan istasyonun aylık zaman serileri; referans istasyonun aylık yüzeysel akışın zaman serileri aktarımı ile oluşturulur. Referans akış istasyonunda çevresel akışın gözlemlenen zaman serileri (Q) kullanılarak bir akım süreklilik eğrisi oluşturmak için

zaman serilerine dönüştürülür. P ise, referans istasyonun her bir çevresel akış değeri için aşılma olasılığını temsil eder.

Referans akış noktasındaki akışın aşılma olasılığının, ölçüm verisi mevcut olmayan alandaki akışın aşılma olasılığına eşit olduğu varsayımından hareketle, ölçüm verisi mevcut olmayan alanlarda ve referans ölçüm noktasındaki akışın aşılma olasılıkları hesaplanır. Referans ölçüm noktasında her aşılma olasılığı ile ilişkili aylık çevresel akışlar, ölçüm verisi mevcut olmayan alanlara kaydırılarak bu lokasyondaki çevresel akışların zaman serileri oluşturulur.



Şekil 4.1 GEFC yazılımında kullanılan akım süreklilik eğrisi kaydırma yöntemi

GEFC yazılımı çevresel su ihtiyacını belirlerken, doğal akımın akım süreklilik eğrisini kullanır. Akım süreklilik eğrisi, Şekil 4.1’de görüldüğü gibi sabit bir değer kadar kaydırılır. Akım süreklilik eğrisinin kaydırılması için gerekli limitler Tablo 4.2’de verilmiştir. GEFC yazılımı 17 adet sabit değer kullanmakta olup, bunlar: 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99, 99,9 ve 99,99’ dur.

Daha sonra parçalarına ayrılarak çevresel akış için zaman serisi elde edilir. Bu zaman serileri akarsuyu istenen ekolojik şartlarda tutmak için (çevresel yönetim

sınıfı) gerekli olan çevresel akışı ihtiyaç debisini temsil etmektedir. İdeal şartlarda çevresel yönetim sınıflarının akım ve ekolojik durum arasındaki ampirik ilişkilerle dayandırılması ve eşik değerlerin tanımlanması gerekir. Ancak bu eşik değerlerin belirlenebilmesi için genellikle yeterli bulgu yoktur. Bu sebeple bu sınıflar yönetim kavramı içinde değerlendirilmekte ve yeterli bilgi olmadığı durumlarda da karar verilebilmesi açısından kullanılmaktadır. Bir nehrin “Çevresel Yönetim Sınıfı” bir puanlama sistemi aracılığıyla uzman görüşü ile belirlenebilir ya da “Çevresel Yönetim Sınıfı” bir varsayılan senaryo olarak kullanılabilir. Her bir “Çevresel Yönetim Sınıfı” bir çevresel akış senaryosudur.

Tablo 4.2 Çevresel Yönetim Sınıfları (EMC) ve bu sınıflara karşılık gelen akım süre eğrisinin kaydırılması için varsayılan limitler (Smakhtin ve Anputhas, 2006)

Çevresel Yönetim Sınıfı	Persentil değerinin kaç adım kaydırılacağı	Açıklama	Yönetim Bakış açısı
A: Doğal Akım	1	Nehirde ve nehir kıyısındaki habitatta çok az değişiklikler	Nehirler ve havzaları korunmuş. Korunan alanlar ve ulusal parklar. Başka projelere (baraj, suyun yönünün değiştirilmesi vb.) izin verilmez
B: Az Değiştirilmiş	2	Su kaynaklarının geliştirilmesine ve/veya havzasında değişiklikler olmasına rağmen büyük ölçüde bozulmamış biyoçeşitlilik ve habitalar	Su temini veya sulama yapılıyor ya da izin veriliyor
C: Orta derecede değiştirilmiş	3	Habitatlar ve biota dinamikleri etkilenmiş ancak temel ekosistem fonksiyonları hala bozulmamış. Bazı hassas türler kaybolmuş ya da azalmış. Yabancı türler mevcut.	Sosyo-ekonomik gelişimin gereği olarak çoklu etkiler (disturbances) örneğin, barajlar, suyun yönünün değiştirilmesi, habitat modifikasyonu ve su kalitesinin kötüleşmesi
D: Büyük ölçüde değiştirilmiş	4	Doğal habitatta, biotada ve temel ekosistem fonksiyonlarında büyük değişiklikler oluşmuş. Beklenenden az tür bolluğu. Toleransı az türlerin mevcudiyetinde azalma. Yabancı türler hakim.	Barajlar, suyun yönünün değiştirilmesi, transferler, habitat modifikasyonu ve su kalitesinin bozulması gibi havza ve su kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili önemli ve açıkça görülebilir etkiler
E: Önemli ölçüde değiştirilmiş	5	Habitat çeşitliliği ve mevcudiyeti azalmış. Tür bolluğunun beklenenden önemli ölçüde az olması. Sadece toleranslı türler kalmış. Yerli türler artık çoğalamıyor. Yabancı türler ekosistemi istila etmiş.	Yüksek nüfus yoğunluğu ve su kaynaklarının aşırı tüketimi
F: Kritik (en üst) seviyede değiştirilmiş	6	Değişiklikler kritik bir seviyenin üzerine çıkmış. Ekosistem tamamıyla değişmiş ve doğal habitat ve biota neredeyse tamamen kaybolmuş. En kötü durumda temel ekosistem fonksiyonları tahrip olmuş ve değişiklikler geri döndürülemez durumda.	Bu durum yönetim açısından kabul edilemez. Daha iyi bir yönetim sınıfına çıkabilmek için akım rejimi ve nehir habitatu v.s. açısından yönetim müdahaleleri gereklidir (hala mümkün/fizible ise).

BÖLÜM BEŞ

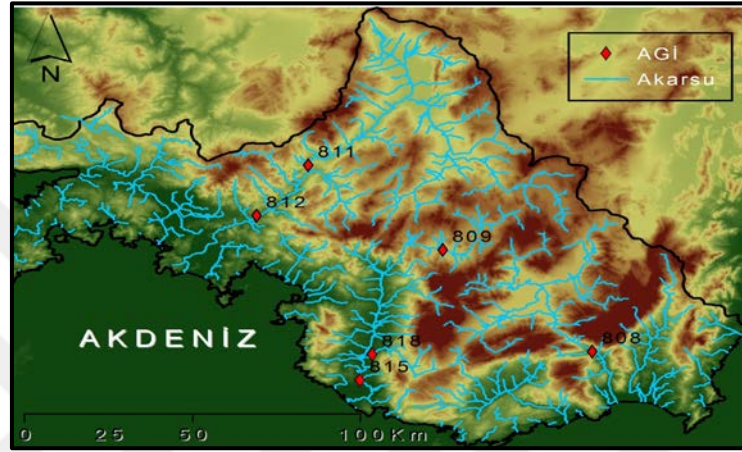
UYGULAMA

Sulak alan sistemlerini besleyen akarsulara ilişkin olarak hidrolojik değerlendirmelerin yapılabilmesi, akışlar üzerinde var olan eğilimlerin belirlenmesi ve bu belirlemeler ışığında sulak alan sistemleri üzerinde uygulanması gerekli olabilecek çevresel yönetim koşullarının (çevresel akış ihtiyaçları yönünden) ortaya koyulabilmesi için akım gözlemlerine ihtiyaç duyulduğundan, akım gözlemi bulunmayan ve sulak alan sistemlerine giren akışları temsil niteliği bulunan konumlara ilişkin akışların tahmini büyük önem taşımaktadır. Bu ihtiyaçtan hareketle, yürütülen tez çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri Massachusetts bölgesinde geliştirilmiş MA-SYE (Massachusetts Sustainable Yield Estimator) yazılımından yararlanılmıştır. Bu yazılım, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında da çalıştırılabilen ilgili grafik ara yüzü üzerinden, incelenen istasyon konumlarına ilişkin fiziksel ve iklimsel havza karakteristikleri yoluyla kurulan çoklu regresyon modelleri yardımıyla gözlemi yapılmamış bölgelerde akım tahminleri üretilmesine yardımcı olmaktadır. Söz konusu yaklaşımda, gözlemi olmayan konumlar ile referans olarak seçilen istasyon konumları arasında kuantil bazlı tahminler üretilmektedir. Tez çalışması kapsamında, MA-SYE yazılımı doğrudan kullanılmayıp yazılımın temelini oluşturan yöntemsel yaklaşım çalışma alanında uygulanmış ve akış tahminleri yoluyla elde edilen aylık akım zaman serilerinden çevresel akış potansiyellerinin belirlenebilmesi amacıyla da GEFC (Global Environmental Flow Calculator) yazılımı kullanılmıştır. Genel uygulama çerçevesi bu şekilde özetlenebilen çalışmanın ayrıntılı işlem adımları aşağıda bölümler halinde sunulmaktadır.

5.1 Akarsu Akışlarının Tahmini Üzerinden Gözlemlerin Türetilmesi

Çalışma kapsamında akış gözlemi bulunmayan konumlar için akış tahminlerinin elde edilmesi amacıyla öncelikle çalışma alanlarından yeterli gözlem kaydı bulunan ve akarsuları temsil niteliği yüksek akım gözlem istasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, Batı Akdeniz, Antalya ve Doğu Akdeniz Akarsu

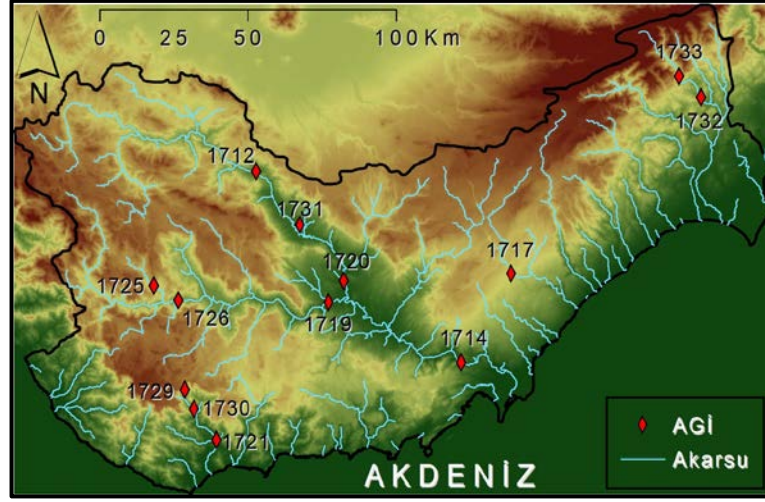
Havzaları şeklinde üç idari havza bölgesi sınırları dâhilinde ayrı ayrı uygun istasyon seçimleri gerçekleştirilmiştir. Havzalardaki istasyonlar için veri uzunlukları en az 20 yılı kapsayacak şekilde Batı Akdeniz Havzası'ndan 6 adet, Antalya Havzası'ndan 9 adet ve Doğu Akdeniz Havzası'ndan 13 adet olmak üzere toplam 28 akım gözlem istasyonu seçilmiş ve bunların gözlenmiş akım değerleri alınarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3).



Şekil 5.1 Batı Akdeniz Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları

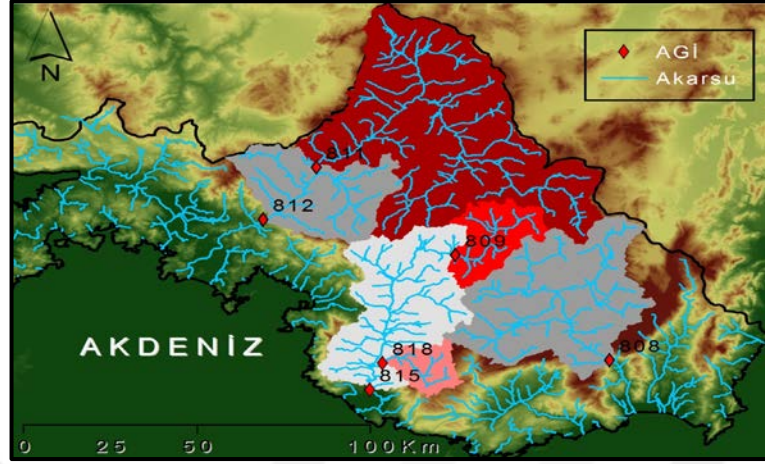


Şekil 5.2 Antalya Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları

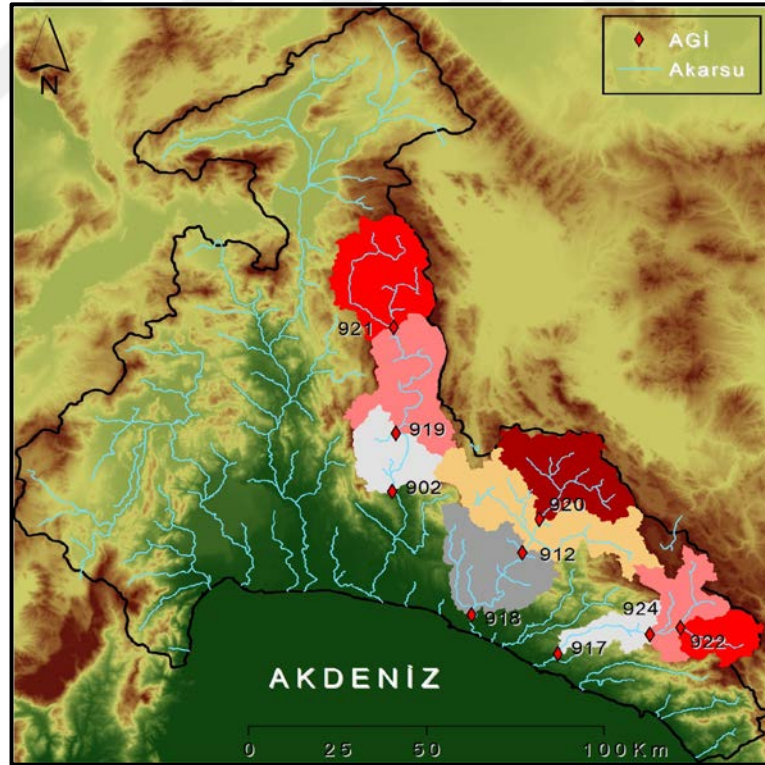


Şekil 5.3 Doğu Akdeniz Havzası sınırları dâhilinde seçilen akış gözlem istasyonlarının konumları

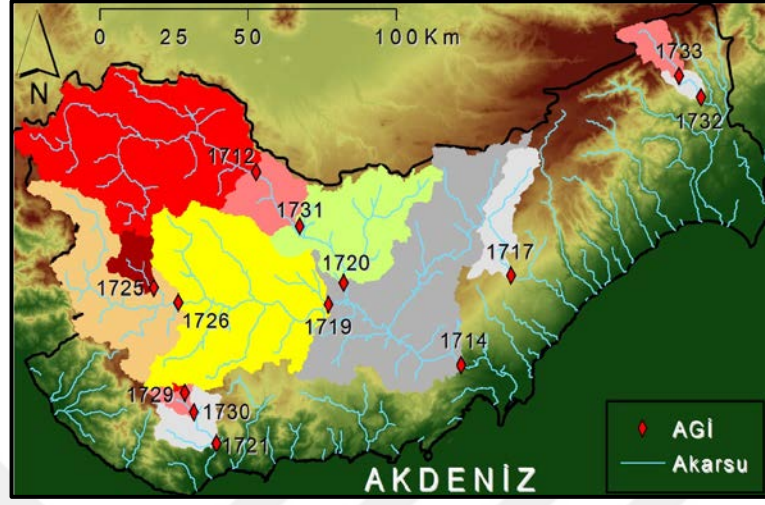
Tahminlerde temel olarak kullanılacak temsili istasyon seçimlerinin ardından, MA-SYE yazılımı yöntem adımlarında ifade edilen fiziksel ve meteorolojik havza karakteristiklerinin, istasyonlara ait yağış alanları (drenaj alanları) içerisinde elde edilebilmesi amacıyla, öncelikle ArcGIS CBS yazılımı üzerinde bu alanlara ait sınırlar mekânsal olarak elde edilmiştir (Şekil 5.4, 5.5 ve 5.6). Bu kapsamda, ASTER-GDEM Küresel Sayısal Yükselti Modeli (SYM) üzerinde akış yönünde kesintilere yol açabilecek çukur konumların komşu hücre yükselteleri dikkate alınarak suni olarak doldurulması ve bu şekilde akış üzerindeki çukur noktalardan arındırılmış SYM elde edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra, düzeltilmiş bu SYM yükselti verisi kullanılarak her hücredeki suyun hakim eğim yönünde drene olacağı hücreleri gösteren akış yönleri haritası, bunu takiben de her hücreye eklenik olarak drene olacak memba hücrelerinin (her hücre için drenaj alanı büyüklüğünün bir göstergesi olarak) toplam adedini gösteren akış toplanma haritaları oluşturulmuştur (Şekil 5.7 ve 5.8).



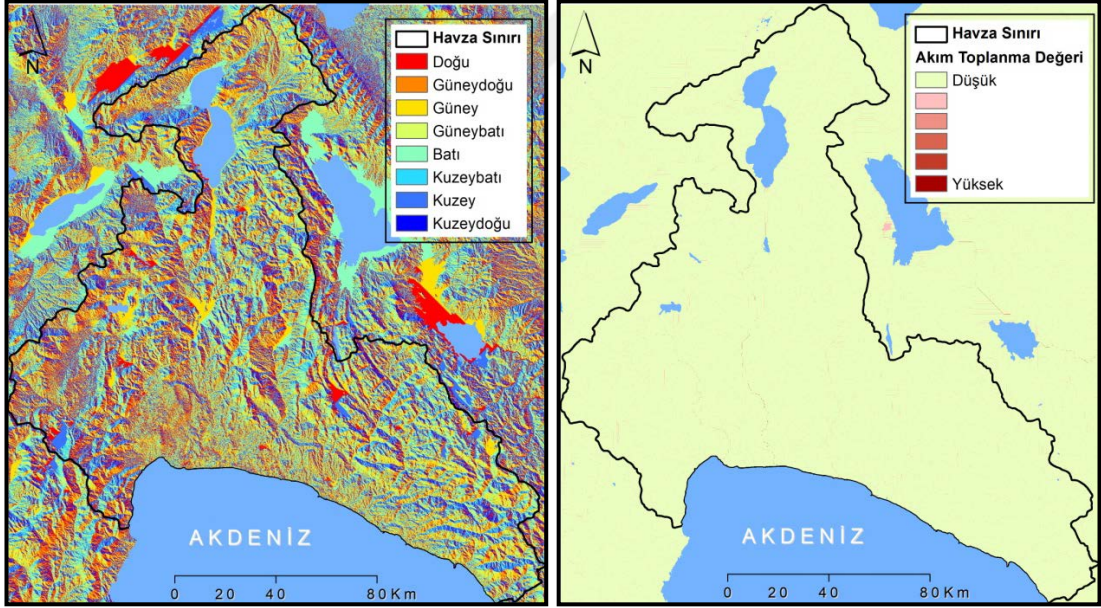
Şekil 5.4 Batı Akdeniz Havzası'nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları



Şekil 5.5 Antalya Havzası'nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları



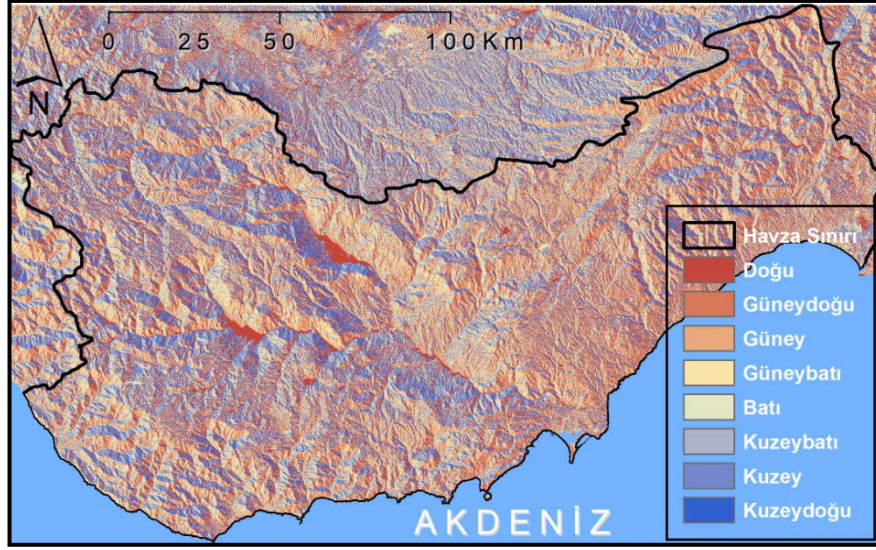
Şekil 5.6 Doğu Akdeniz Havzası'nda seçilen akış izleme istasyonlarıyla ilişkili nehir sistemleri ve drenaj alanları



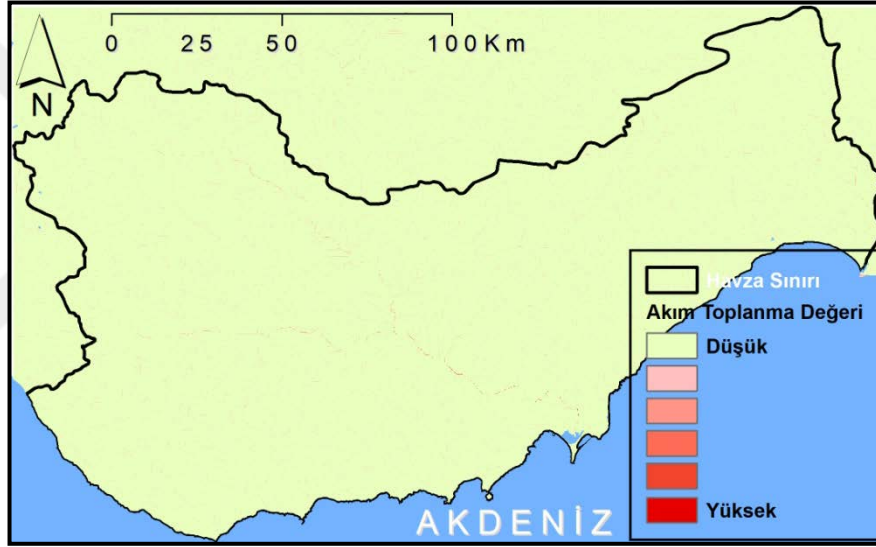
(a)

(b)

Şekil 5.7 Antalya Havzası'na ait (a) akış yönleri ve (b) akış toplanma haritaları



(a)

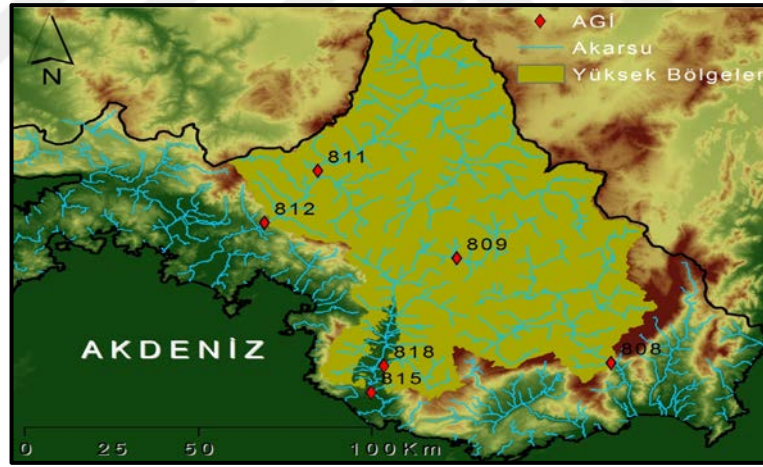


(b)

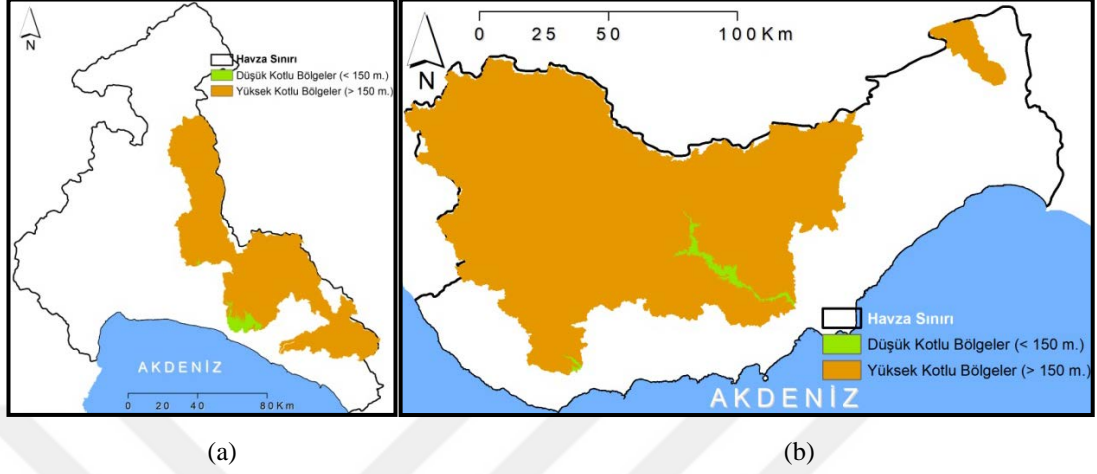
Şekil 5.8 Doğu Akdeniz Havzası'na ait (a) akış yönleri ve (b) akış toplanma haritaları

Sonraki adımda, istasyonlara ilişkin drenaj alanı özelliklerinin belirlenebilmesi için istasyon yağış alanlarının oluşturulması gerekli olduğundan, akış toplanma haritası üzerinden istasyonların doğru ve hassas şekilde konumlandırılması sağlanmıştır. Bu adımda, çalışmada sayısal nokta verisi şeklinde mevcut olan gözlem istasyonlarının ArcGIS yazılımı üzerinde mevcut konumlarından gerçek konumlara çekilmesi yoluyla veri düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir. İstasyonlara ait drenaj alanlarının belirlenmesi işlemi de, her bir istasyon için ayrı işlem adımları

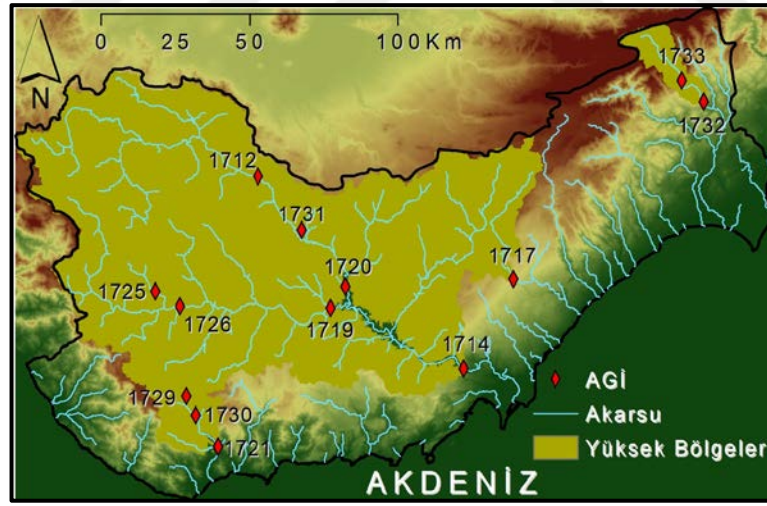
uygulanarak istasyon konumlarının çıkış noktaları olarak tayin edilmesi ile yine ArcGIS yazılımı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Drenaj alanlarının ve bu alanlara ait SYM haritalarının kullanımıyla, yöntem için gerekli olan fiziksel havza karakteristiklerinden drenaj alanı (km²), havza ortalama yüksekliği (m), havza maksimum yüksekliği (m), havza minimum yüksekliği (m), 150 m yükseklik üzerindeki havza alanı yüzdesi (Şekil 5.9, 5.10 ve 5.11), gözlem istasyonunun konum yüksekliği (m), istasyonun konumu X koordinatı (m), istasyon konumu Y koordinatı (m), havza ağırlık merkezi X koordinatı (m) ve havza ağırlık merkezi Y koordinatı (m) değişkenlerine ait değer belirlemeleri yapılmıştır. Havza karakteristiklerinden diğer bir bölümün belirlenmesi için istasyon drenaj alanlarına ait eğim haritaları gerekli olduğundan, SYM'ler üzerinden yüzdellik eğim haritaları oluşturulmuştur (Şekil 5.12, 5.13 ve 5.14). Bu eğim haritaları üzerinde mekânsal sorgular geliştirilerek, istasyonlara ait drenaj alanları içerisindeki ortalama eğim yüzdeleri ayrı ayrı belirlenmiştir.



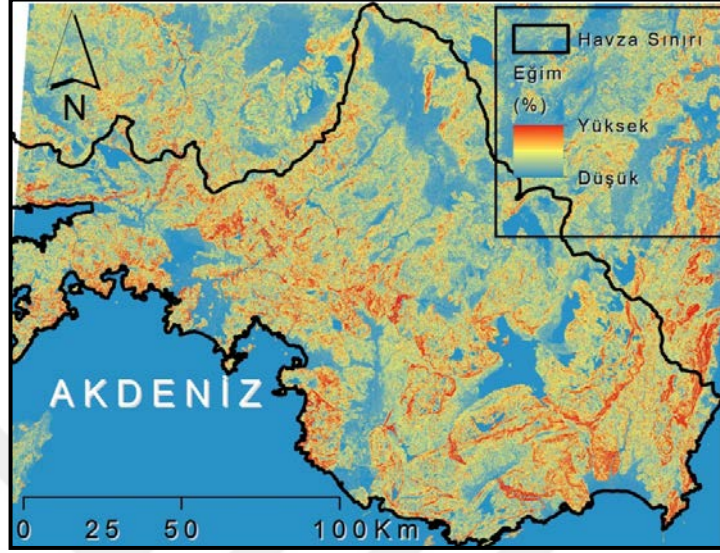
Şekil 5.9 Batı Akdeniz Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler



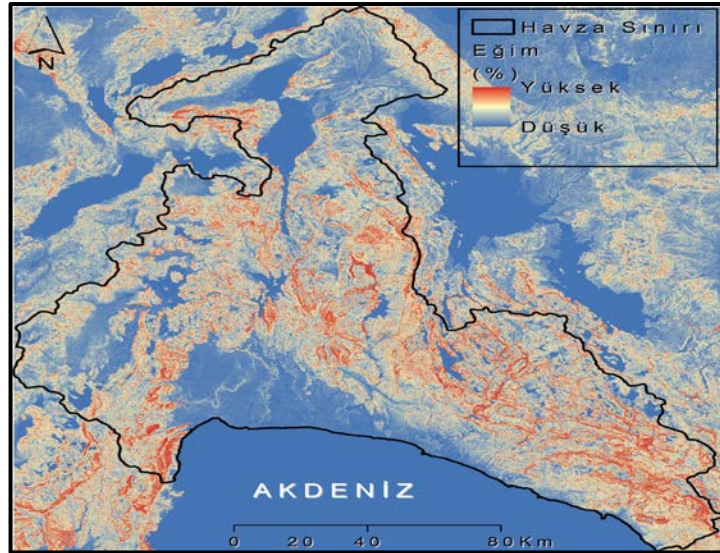
Şekil 5.10 Antalya Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler



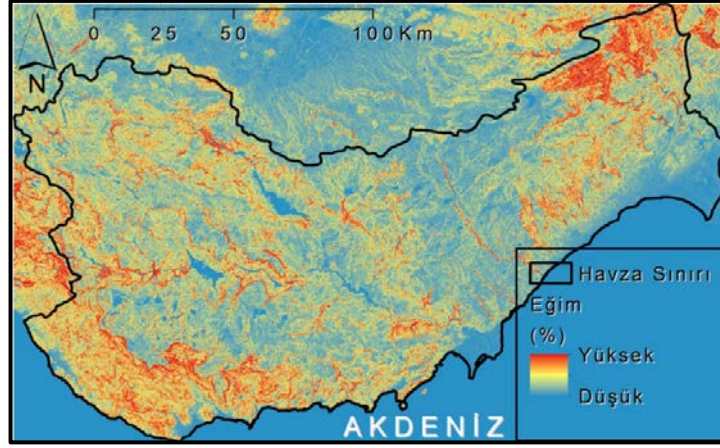
Şekil 5.11 Doğu Akdeniz Havzası için bölgesel işlemler yolu ile belirlenen yüksek bölgeler



Şekil 5.12 Batı Akdeniz Havzası (% eğim türünde) eğim haritası

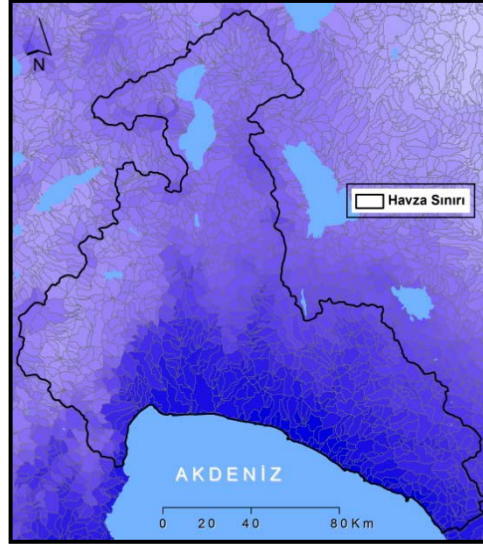


Şekil 5.13 Antalya Havzası (% eğim türünde) eğim haritası

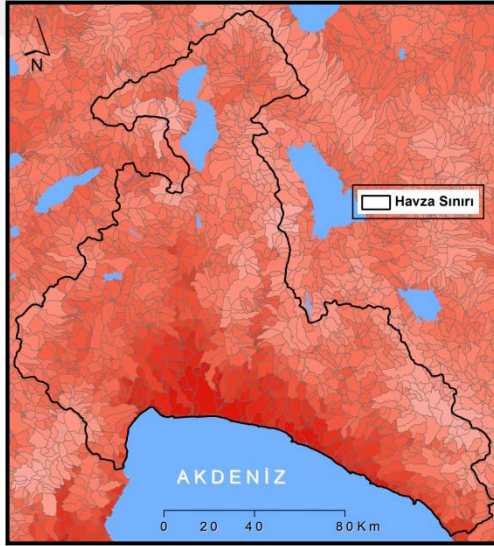


Şekil 5.14 Doğu Akdeniz Havzası (% eğim türünde) eğim haritası

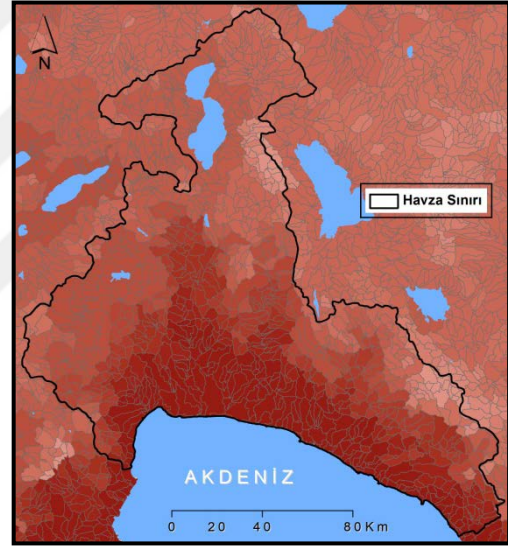
Çalışma için gerekli havza karakteristiklerinin devamında meteorolojik veriler kapsamında yıllık yağış ortalaması (mm), maksimum sıcaklık (°C) ve minimum sıcaklık (°C) belirlemeleri için Avrupa Komisyonu Ortak Araştırmalar Merkezi (JRC) tarafından Avrupa ölçeğinde hazırlanmış bulunan “Havza Karakterizasyonu ve Modellemesi (CCM2)” sayısal veri seti kullanılmış (de Jager ve Vogt, 2010) ve bu veri setindeki mikrohavzalardan tez çalışması kapsamında sınırları belirlenen istasyon drenaj alanları içerisinde yer alanlar kullanılarak sıcaklık ve yağış değişkenlerine ait ilgili havza karakteristik değişken değerleri elde edilmiştir (Şekil 5.15).



(a)



(b)

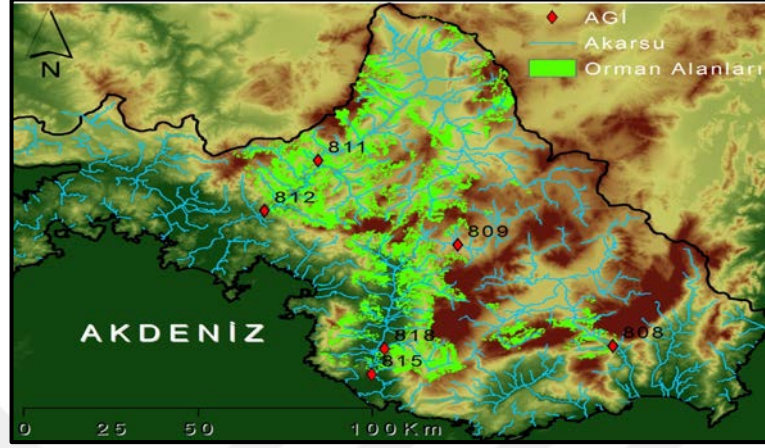


(c)

Şekil 5.15 Antalya Havzası kapsamında mikrohavzaların seçilmesi ve meteorolojik havza karakteristiklerinin hesaplanması

İstasyon drenaj alanlarına ilişkin belirlemelerde ihtiyaç duyulan diğer bir veri grubu da havzalardaki arazi örtüsü ve toprak yapısı bilgileri kapsamında yer almaktadır. Bu ihtiyaçtan hareketle, çalışma için gerekli bilgilerden havzadaki yüzeysel su kütleleri yüzdesi (%) ve ormanlık alan yüzdesi (%) bilgileri için CLC arazi örtüsü sayısal verileri kullanılmış ve su kütlelerinin yanı sıra orman vasfındaki alanlara ait arazi örtüleri (Şekil 5.16, 5.17 ve 5.18) ayrı coğrafi katmanlar şeklinde

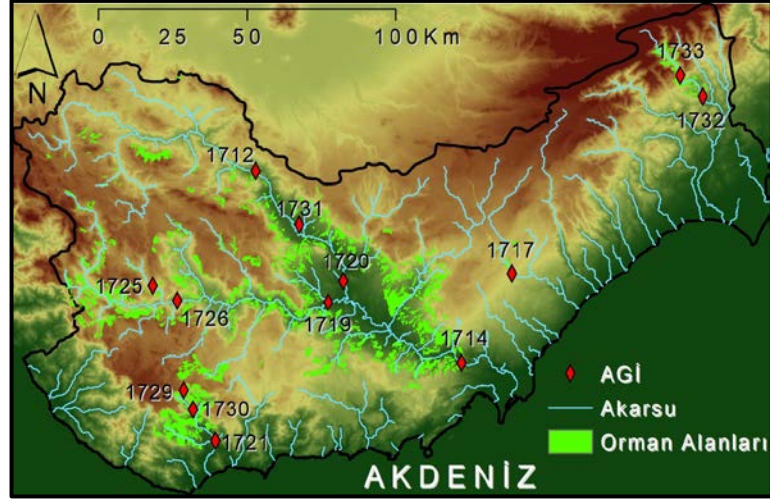
ayrıt edilerek, bunların istasyon drenaj alanları kalan yüzdeleri her bir istasyona ait olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmıştır.



Şekil 5.16 Batı Akdeniz Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayrılmış orman alanları



Şekil 5.17 Antalya Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayrılmış orman alanları



Şekil 5.18 Doğu Akdeniz Havzası'ndaki drenaj alanları için arazi örtüsü verilerinden ayrılmış orman alanları

Tüm bu mekansal analizler sonucu her üç havza için elde edilen fiziksel ve meteorolojik havza karakteristikleri Tablo 5.1, 5.2 ve 5.3'de sunulmuştur.

Tablo 5.1 Batı Akdeniz Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem istasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri

PARAMETRE	İSTASYON					
	808	809	811	812	815	818
Drenaj alanı (km ²)	2.175,50	551,48	3.852,72	5.004,22	2.477,45	285,55
Ortalama havza yüksekliği (m)	1.559,78	1.537,44	1.291,40	1.260,91	1.082,54	1.232,71
Maksimum havza yüksekliği (m)	3.070	2.707	2.576	2.576	2.982	2.982
Minimum havza yüksekliği (m)	362	1.129	668	148	19	68
150 m üzerindeki havza yüzdesi	100	100	100	99,99	91,31	98,15
İstasyon çıkışındaki yükseklik (m)	362	1.129	668	148	19	68
Yüzde yükseklikteki toprak	25,96	21,73	20,58	23,54	27,79	28,91
İstasyonun X koordinatı (m)	647316	602702	562621	547264	577953	581733
İstasyonun Y koordinatı (m)	4454928	4494710	4527808	4508148	4443682	4453831
Havza merkezinin X koordinatı (m)	632133	613683	599794	591312	593325	594432
Havza merkezinin Y koordinatı (m)	4477607	4501076	4540238	4535218	4478844	4451994
Ortalama yıllık yağış (mm)	638,13	624,23	612,73	642,57	746,61	778,23
Maksimum sıcaklık (°C)	17	12	14	17	18	17
Minimum sıcaklık (°C)	3	5	5	5	3	3
Yüzeysel su kütleleri (%)	0,49	0,09	0,29	0,23	0,11	0,01
Orman alanları (%)	6,96	2,40	19,75	25,76	28,55	50,14
Hidrolojik toprak grubu A havzalarının yüzdesi	12,57	1,2	6,07	4,83	2,36	1,42
Hidrolojik toprak grubu B havzalarının yüzdesi	61,76	30,58	80,7	79,91	51,83	96,4
Hidrolojik toprak grubu C havzalarının yüzdesi	24,37	67,58	9,33	12,23	44,71	0
Hidrolojik toprak grubu D havzalarının yüzdesi	1,3	0,64	3,9	3,03	1,1	2,18

Tablo 5.2 Antalya Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem istasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri

PARAMETRE	İSTASYON								
	902	912	917	918	919	920	921	922	924
Drenaj alanı (km ²)	1.948,1	1.619,8	979,9	2.345,26	1.517,2	707,6	783,66	284,98	714,40
Ortalama havza yüksekliği (m)	1.315,8	1.445,6	1.399,1	1.181,4	1.418,48	1.461,1	1.583,0	1.465,4	1.645,7
Maksimum havza yüksekliği (m)	2.988	2.745	2.879	2.745	2.988	2.490	2.988	2.727	2.879
Minimum havza yüksekliği (m)	134	306	47	12	543	456	925	427	276
150 m üzerindeki havza yüzdesi	99,82	100	100	93,74	100	100	100	100	100
İstasyon çıkışındaki yükseklik (m)	134	306	47	12	543	456	925	427	276
Yüzde yükseklikteki toprak	35,16	32,63	40,60	32,77	35,17	31,77	31,65	42,24	41,2
İstasyonun X koordinatı (m)	749491	786154	796141	771783	750482	790982	749823	830702	822144
İstasyonun Y koordinatı (m)	4523718	4504565	4472929	4485077	4541957	4514988	4575155	4481029	4478930
Havza merkezinin X koordinatı (m)	749986	794464	829111	789187	750195	798489	746529	842207	835403
Havza merkezinin Y koordinatı (m)	4566188	4522146	4483628	4515460	4575092	4529367	4591539	4478160	4484837

Tablo 5.2 devamı

Ortalama yıllık yağış (mm)	662,84	740,76	815,75	794,87	641,07	721,28	615,92	786,95	777,73
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)	17	16	18	18	15	15	12	16	16
Ortalama minimum sıcaklık (°C)	2	3	3	3	2	5	2	3	3
Yüzeysel su havzalarının yüzdesi	0,14	0,01	0,05	0,067	0,11	0,01	0,20	0,01	0,07
Ormanlık alan yüzdesi	28,42	23,68	26,39	28,09	25,04	32,47	22,89	18,56	17,47
Hidrolojik toprak grubu A havzalarının yüzdesi	1,8	0,69	0	1,38	2,18	0	3,4	0	0
Hidrolojik toprak grubu B havzalarının yüzdesi	69,88	4,84	68,44	14,83	80,6	6,76	94,57	100	90,28
Hidrolojik toprak grubu C havzalarının yüzdesi	28,28	94,47	31,38	83,73	17,22	93,24	2,03	0	9,42
Hidrolojik toprak grubu D havzalarının yüzdesi	0,04	0	0,18	0,06	0	0	0	0	0,3

Tablo 5.3 Doğu Akdeniz Havzası'nda gözlenmiş akım gözlem istasyonları için hesaplanan fiziksel ve meteorolojik havza özellikleri

PARAMETRE	İSTASYON													
	1712	1714	1717	1719	1720	1721	1725	1726	1729	1730	1731	1732	1733	
Drenaj alanı (km ²)	2.731,30	11.025,2	438,42	4.003,88	4.367,39	395,93	199,43	1.537,01	8,87	100,41	3.172,68	303,01	219,75	
Ortalama havza yüksekliği (m)	1.512,23	1.349,88	1.718,92	1.504,74	1.374,56	1.036,25	1.747,28	1.720,55	1.780,64	1.579,32	1.450,08	1.942,14	2.248,14	
Maksimum havza yüksekliği (m)	2.505	2.877	2.261	2.877	2.505	2.272	2.187	2.877	2.076	2.272	2.505	3.346	3.346	
Minimum havza yüksekliği (m)	465	31	985	130	127	56	1.043	699	678	226	316	483	815	
150 m üzerindeki havza yüzdesi	100	98,81	100	99,97	99,74	97,09	100	100	100	100	100	100	100	
İstasyon çıkışındaki yükseklik (m)	465	31	985	130	127	56	1.043	699	678	226	316	483	815	
Yüzde yükseklikteki toprak	26,33	24,74	14,65	27,02	25,42	44,39	25,7	30,89	31,64	40,36	26,64	45,12	48,33	
İstasyonun X koordinatı (m)	913861	983154	999901	938228	943353	900352	879302	887615	889712	892762	928588	106410	105660	
İstasyonun Y koordinatı (m)	449858	443729	446580	445655	446345	441239	446195	445721	442849	442229	448142	452233	452916	

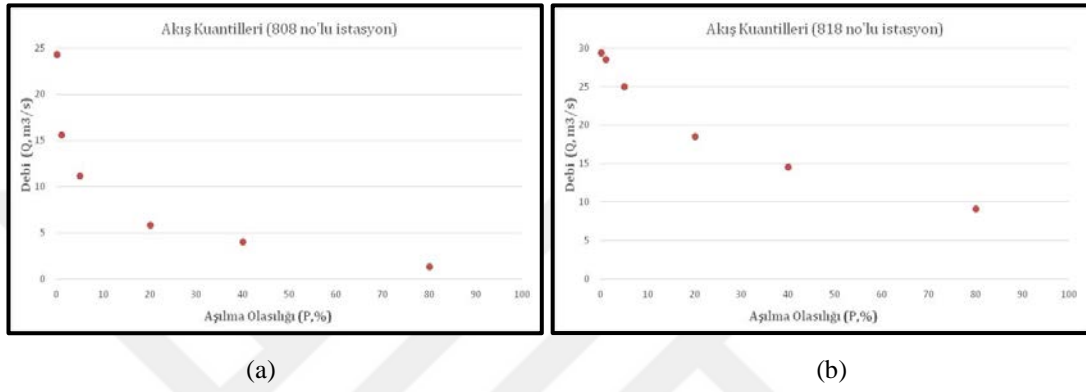
Tablo 5.3 devamı

Havza														
merkezinin koordinatı (m)	X	875809	912498	997756	890503	899745	890415	872800	86,981	887400	886423	881644	105123	104828
Havza														
merkezinin koordinatı (m)	Y	450655	447596	448566	446039	449841	442104	447063	446315	442,96	442682	450438	453550	453885
Ortalama yıllık yağış (mm)		613,94	660,38	572,07	720,04	611,51	822,79	724,12	753,61	790,40	802,59	613,51	585,64	576,14
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)		16	19	12	18	18	19	12	15	15	17	17	16	14
Ortalama minimum sıcaklık (°C)		5	3	5	3	5	6	6	3	7	6	5	0	0
Yüzeysel su havzalarının yüzdesi		0,01	0,16	0,01	0,13	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ormanlık alan yüzdesi		2,45	9,80	1,59	12,22	4,64	38,35	0,88	12,14	2,42	16,68	3,20	19,64	16,66
Hidrolojik toprak grubu A havzalarının yüzdesi		0,15	3,09	0	0,51	0,16	0	3,79	1,01	0	0	0,13	0	0

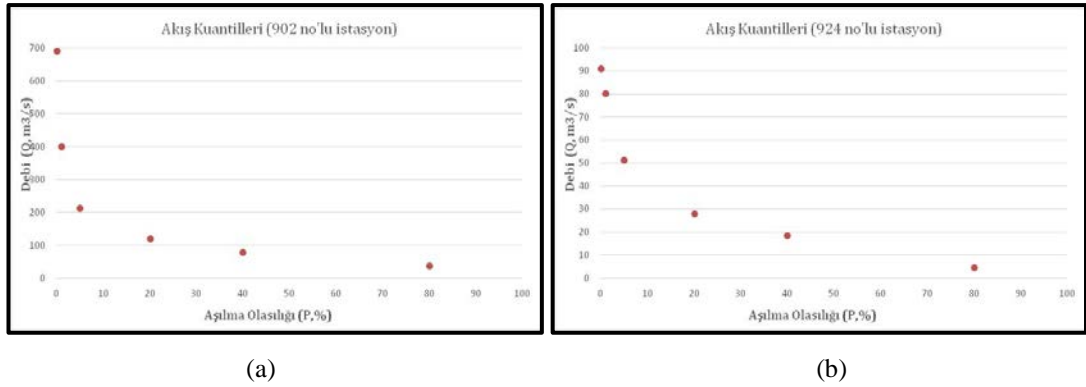
Tablo 5.3 devamı

Hidrolojik toprak grubu B havzalarının yüzdesi	91,03	50,33	53,28	93,13	91,04	100	84,18	83,64	100	100	89,19	100	100
Hidrolojik toprak grubu C havzalarının yüzdesi	8,79	46,22	46,72	6,31	8,79	0	12,03	15,24	0	0	10,66	0	0
Hidrolojik toprak grubu D havzalarının yüzdesi	0,03	0,36	0	0,05	0,01	0	0	0,11	0	0	0,02	0	0

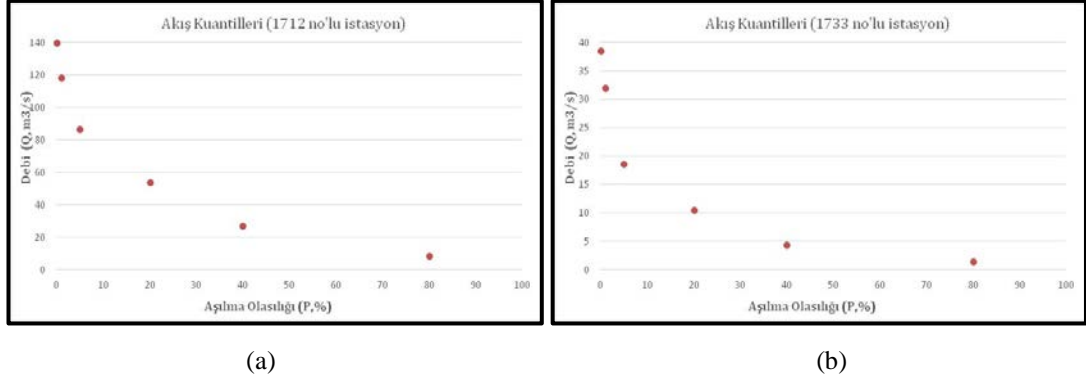
Tez çalışmasında kullanılan istasyonlara ait akım değerleri EİE aylık ortalama akış verilerinden derlenmiştir. Bu aylık akış değerlerinden her istasyon için sıralanmış veri setleri düzenlenip her değer için aşılma olasılıkları hesaplanmış ve bu şekilde istasyon akışlarına ilişkin akım süre eğrileri elde edilmiştir. Bu eğrilerden yüzde 0,0062, 1, 5, 20, 40, 80 aşılma olasılıklarına karşı gelen akım kuantilleri ayırt edilerek her istasyon için ayrıca kaydedilmiştir (Şekil 5.19, 5.20 ve 5.21).



Şekil 5.19 Batı Akdeniz Havzası'nda (a) 808 ve (b) 818 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri



Şekil 5.20 Antalya Havzası'nda (a) 902 ve (b) 924 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri



Şekil 5.21 Doğu Akdeniz Havzası'nda (a) 1712 ve (b) 1733 no'lu istasyonlar için aylık ortalama akışlar üzerinden hesaplanan kuantil değerleri

Havza istasyonlarında akarsu akışlarına ait akım süre eğrileri üzerinden altı kuantilin belirlenmesinden sonra, tüm havzalardan seçilen 28 adet istasyon için her bir kuantil değerinin istasyona ait havza karakteristikleriyle ayrı ayrı ilişkilendirilmesi yoluyla kuantil değerleri ile uygun havza karakteristikleri arasında çoklu doğrusal regresyon ilişkileri kurulmuştur. Bu belirlemeler için MS Excel programında var olan ANOVA regresyon işlem modülü kullanılmıştır. Her bir kuantil için doğrusal regresyon modelleri belirlenmeye çalışılırken önce tüm havza karakteristikleri bağımsız değişken olarak düşünülmüş ve sonrasında regresyon modülü ile hesaplanan “p” istatistikleri sürekli kontrol edilerek, %5 anlamlılık düzeyinde regresyon ilişkisinde var olmayacak karakteristikler eksiltilerek incelenen kuantil ile istatistiksel açıdan anlamlı ilişki sergileyen karakteristik setleri oluşturulmuştur. Bu setler üzerinden de, daraltılmış havza karakteristiklerinin bağımsız değişken, kuantil değerinin de bağımlı değişken olarak ifade edildiği çoklu doğrusal regresyon modelleri Tablo 5.4'te verildiği gibi kurulmuştur. Tabloda görülen Q0,062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri için regresyon ilişkileri denklem 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 ve 5.6'da sunulmaktadır:

$$Q0,062 = \exp(-849,62 + 0,52 \cdot A_d + 2,02 \cdot X_c + 51,64 \cdot Y_c + 4,09 \cdot P_o + 1,98 \cdot T_{\max}) \quad (5.1)$$

$$Q1 = \exp(-529,79 + 0,85 \cdot A_d - 6,42 \cdot H_{\max} + 34,99 \cdot Y_c + 6,74 \cdot P_o - 0,85 \cdot T_{\min}) \quad (5.2)$$

$$Q5 = \exp(-705,08 + 0,65 \cdot A_d + 2,07 \cdot X_s + 41,73 \cdot Y_c + 5,71 \cdot P_o) \quad (5.3)$$

$$Q20 = \exp(-898,91 + 0,54 \cdot A_d - 0,37 \cdot H_{\min} + 1,53 \cdot X_s + 55,71 \cdot Y_c + 3,97 \cdot P_o - 0,18 \cdot A_{su}) \quad (5.4)$$

$$Q40 = \exp(-951,45 + 0,53 \cdot A_d - 0,44 \cdot H_{\min} + 1,36 \cdot X_s + 59,25 \cdot Y_c + 4,04 \cdot P_o - 0,22 \cdot A_{su}) \quad (5.5)$$

$$Q80 = \exp(-1.397,3 - 3,9 \cdot A_{150} + 2,34 \cdot X_c + 85,7 \cdot Y_c + 6,44 \cdot P_o - 0,47 \cdot T_{\min} + 9,22 \cdot T_{\max}) \quad (5.6)$$

- A_d = Drenaj alanı (km²)
 H_{max} = Maksimum havza yüksekliği (m)
 H_{min} = Minimum havza yüksekliği (m)
 A_{150} = 150 m üzeri yükselti oranı (m)
 X_s = İstasyonun X koordinatı (m)
 X_c = Havza merkezinin X koordinatı (m)
 Y_c = Havza merkezinin Y koordinatı (m)
 P_o = Ortalama yıllık yağış miktarı (mm)
 T_{min} = Ortalama minimum sıcaklık (°C)
 T_{max} = Ortalama maksimum sıcaklık (°C)
 A_{su} = Yüzeysel su havzalarının yüzdesi (%)
Tüm değerler logaritmiktir.

Tablo 5.4 İstasyon drenaj alanlarına ilişkin fiziksel/meteorolojik havza karakteristikleri üzerinden kuantil değerleriyle ilişkilendirilerek kurulan çoklu doğrusal regresyon model parametreleri

Bağımsız Değişkenler	Kuantil Aşılma Olasılığı					
	0,00062	0,01	0,05	0,2	0,4	0,8
Sabit terim	-849,62	-529,79	-705,08	-898,91	-951,45	-1397,3
Drenaj alanı (km ²)	0,524	0,854	0,650	0,542	0,534	-
Maksimum havza yüksekliği (m)	-	-6,416	-	-	-	-
Minimum havza yüksekliği (m)	-	-	-	-0,367	-0,440	-
150 m üzeri yükselti oranı	-	-	-	-	-	-3,864
İstasyonun X koordinatı (m)	-	-	2066	1532	1355	-
Havza merkezinin X koordinatı	2017	-	-	-	-	2343
Havza merkezinin Y koordinatı	51635	34986	41729	55706	59245	85732
Ortalama yıllık yağış (mm)	4,093	6,735	5,709	3,967	4,043	6,440
Ortalama minimum sıcaklık (°C)	-	-0,850	-	-	-	-0,469
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)	1,984	-	-	-	-	9,215
Yüzeysel su havzalarının yüzdesi	-	-	-	-0,180	-0,220	-

Çalışmanın sonraki adımında, MA-SYE yazılımı yönteminde belirtildiği üzere ve kuantil tahminleri için ara veri noktalarını dahil ederek grafik hassasiyetini arttırmak amacıyla, akım süre eğrisinde yer alacak on bir ek kuantil değerinin (%10, 15, 30, 50, 60, 70, 85, 90, 95, 99 ve 100 aşılma olasılıklarına karşı gelen) belirlenmesi için kuantiller arasında tek bağımsız değişkenli doğrusal regresyon ilişkileri kurulmuştur. Bu işlem temelde, ilişkili olduğu düşünülen iki değerden bir kuantilin diğeriyle arasında kurulan regresyon modeli üzerinden belirlenmesi amacına hizmet etmektedir. Örneğin % 50'lik bir aşılma ihtimaline sahip akım kuantili (Q50), başlangıçta havza karakteristiğinin bir fonksiyonu olarak belirlenen % 40'lık kuantile (Q40) bağlı regresyon denkleminin çözülmesiyle elde edilebilmektedir. Ardından % 60'lık aşılma ihtimali için kuantil (Q60) değeri de, % 50'lik kuantil değeri (Q50) kullanımıyla yine uygun regresyon modeli üzerinden belirlenebilmektedir. Tüm gözlem istasyonlarında ölçülmüş akımlardan elde edilen akım süre eğrileri üzerinden hesaplanan ilgili kuantil değerleri ve bu değerlerin kullanımıyla belirlenecek kuantiller için ayrı ayrı veri setleri oluşturularak, ANOVA regresyon modülü kullanılarak elde edilen tüm regresyon ilişkileri aşağıda verildiği gibi hesaplanmıştır (Denklemler 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 ve 5.17):

$$\ln(Q15) = 0,16345 + 0,99465 * \ln(Q20) \quad (5.7)$$

$$\ln(Q10) = 0,27214 + 0,97449 * \ln(Q15) \quad (5.8)$$

$$\ln(Q30) = 0,30510 + 0,98962 * \ln(Q40) \quad (5.9)$$

$$\ln(Q50) = -0,28431 + 0,99944 * \ln(Q40) \quad (5.10)$$

$$\ln(Q60) = -0,29922 + 1,00662 * \ln(Q50) \quad (5.11)$$

$$\ln(Q70) = -0,43962 + 1,04648 * \ln(Q60) \quad (5.12)$$

$$\ln(Q85) = -0,15462 + 1,01351 * \ln(Q80) \quad (5.13)$$

$$\ln(Q90) = -0,19844 + 1,02271 * \ln(Q85) \quad (5.14)$$

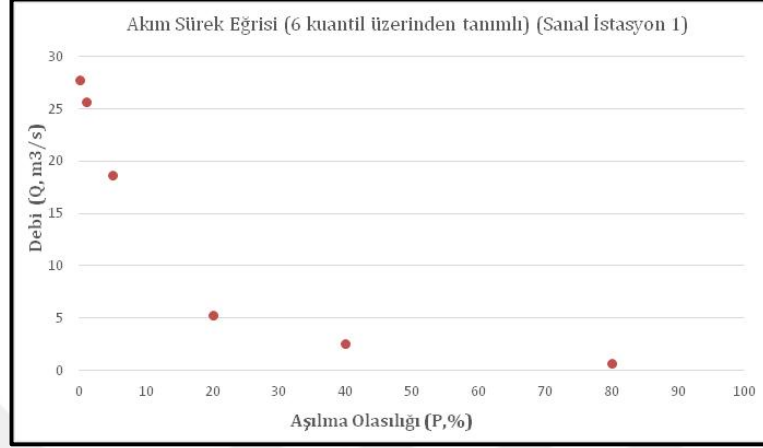
$$\ln(Q95) = -0,16981 + 1,00446 * \ln(Q90) \quad (5.15)$$

$$\ln(Q99) = -0,54721 + 1,12050 * \ln(Q95) \quad (5.16)$$

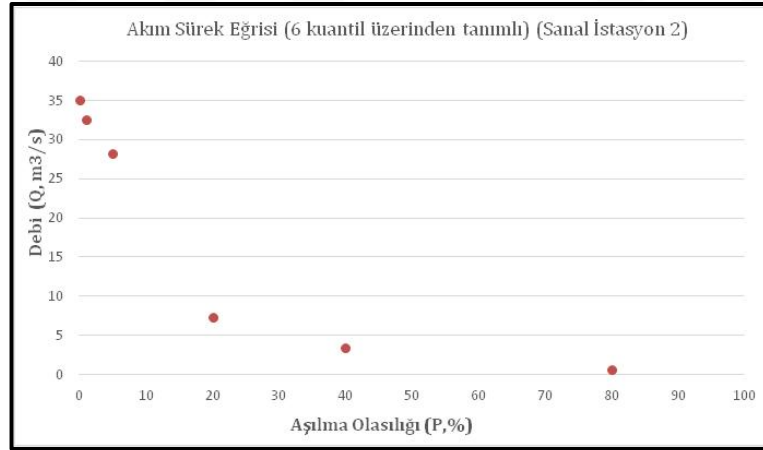
$$\ln(Q100) = -0,24125 + 1,06296 * \ln(Q99) \quad (5.17)$$

Amaçlanan çalışmanın başlangıç noktası, istasyon veya gözlem kaydı bulunmayan akarsu sistemlerinden beslenen sulak alanlar için çevresel akışlara yönelik değerlendirmeler yapmak olduğundan, havzalarda gözlem verisi mevcut akım istasyonları üzerinden gerçekleştirilen tüm bu belirlemelerin ardından, çevresel akışların değerlendirilmesi noktasında incelenecek sulak alan sistemlerine su getiren akarsuların üzerinde mevcut halde var olmayan, fakat sulak alan için

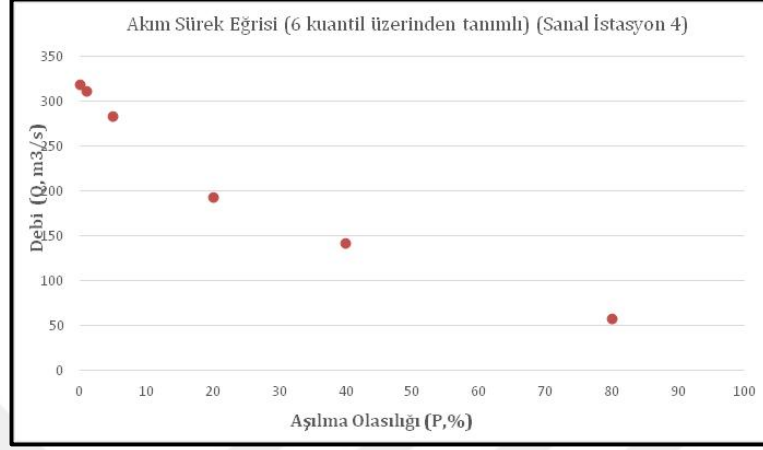
değerlendirmelerde esas itibariyle önem taşıyan konumlara yönelik belirlemeler yapılmıştır. Bu yaklaşımın arkasındaki mantık, coğrafi temsil edilebilirliğe ve havza karakteristik benzerliklerine dayalı olarak, her bir konum için referans olarak seçilebilecek mevcut bir istasyonun akış verilerinden, belirli tanımlanmış ilişkiler yoluyla ilgili sulak alanların akış yönünde tespit edilen bir dizi sanal izleme yeri için sanal akım zaman serilerini üretmektir. Bu sanal istasyon konumlarının belirlenmesinin ardından, havza fiziksel ve meteorolojik özelliklerine bağlı olarak belirlenecek ilk altı kuantil değerini elde edebilmek için, verisi mevcut gözlem istasyonları için uygulandığı şekilde sanal istasyon konumları için de ilgili drenaj (yağış) alanları ve bu alanlar içerisinden hesaplanan havza karakteristikleri yine CBS ortamında yürütülen mekânsal analizlerle belirlenmeye çalışılmıştır. Bu altı kuantil belirlenmesine ek olarak, on bir ek kuantil değeri de kuantiller arası kurulan yukarıda tanımlı regresyon ilişkileri yoluyla hesaplanmış, böylece sanal konumlara ait sanal akım süre eğrileri elde edilmiştir (Şekil 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26 ve 5.27). Bu aşamada, havza kapsamı ve seçilen sulak alan sistemleri bakımından toplamda on bir alan (dolayısıyla on bir sanal istasyon konumu) seçilmiş olmakla birlikte, regresyon modelleri üzerinden tahmin edilen bazı sanal akım süre eğrileri anlamlı grafik ilişkiler vermediğinden sadece altı adet sulak alan sistemi ve ilgili sanal istasyonlar (Göhlhisar Gölü/Sanal İst. 1, Avlan Gölü/Sanal İst. 2, Dalyan Sulak Alanları/Sanal İst. 4, Kovada Gölü/Sanal İst. 7, Köprü Çay/Sanal İst. 9, Aksu Deltası/Sanal İst. 10) için türetilen verilerle çalışılabilmektedir.



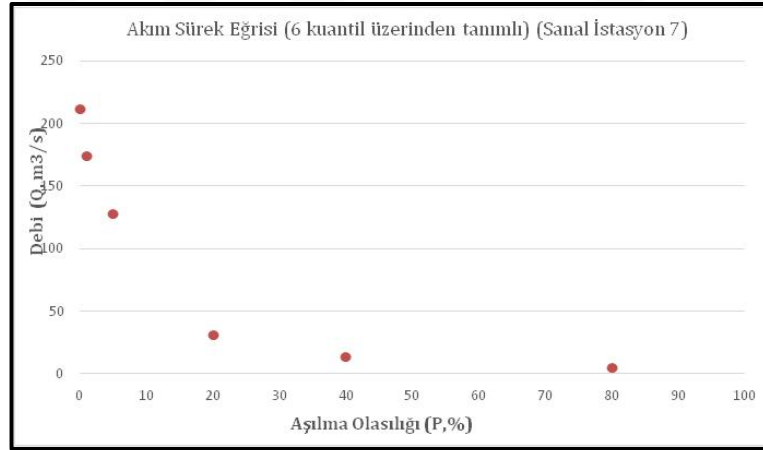
Şekil 5.22 Gölhisar Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q_{0,0062}, Q₁, Q₅, Q₂₀, Q₄₀ ve Q₈₀ kuantil değerleri



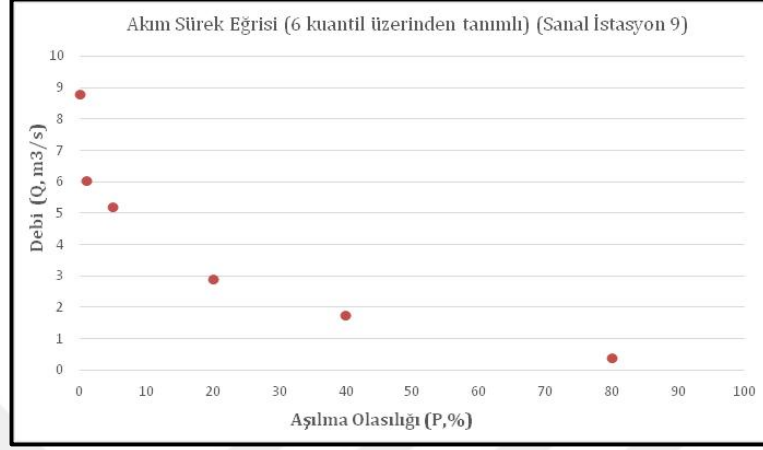
Şekil 5.23 Avlan Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q_{0,0062}, Q₁, Q₅, Q₂₀, Q₄₀ ve Q₈₀ kuantil değerleri



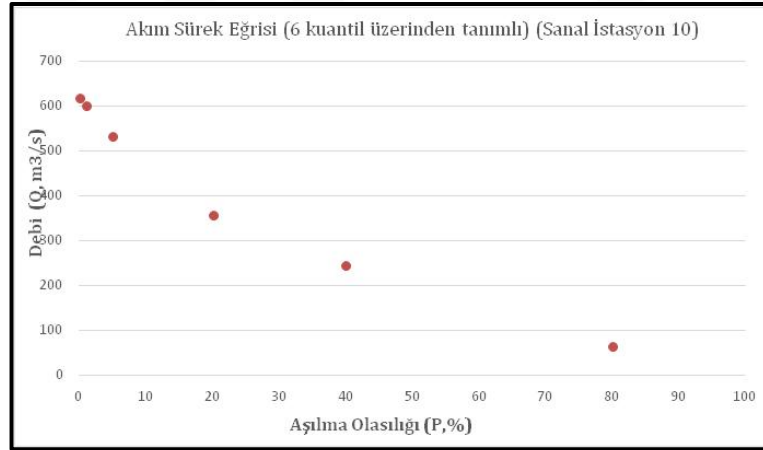
Şekil 5.24 Dalyan Sulak Alanları ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait $Q_{0,0062}$, Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{40} ve Q_{80} kuantil değerleri



Şekil 5.25 Kovada Gölü ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait $Q_{0,0062}$, Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{40} ve Q_{80} kuantil değerleri



Şekil 5.26 Köprü Çay ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri



Şekil 5.27 Aksu Deltası ile ilişkilendirilen sanal istasyon konumuna ait Q0,0062, Q1, Q5, Q20, Q40 ve Q80 kuantil değerleri

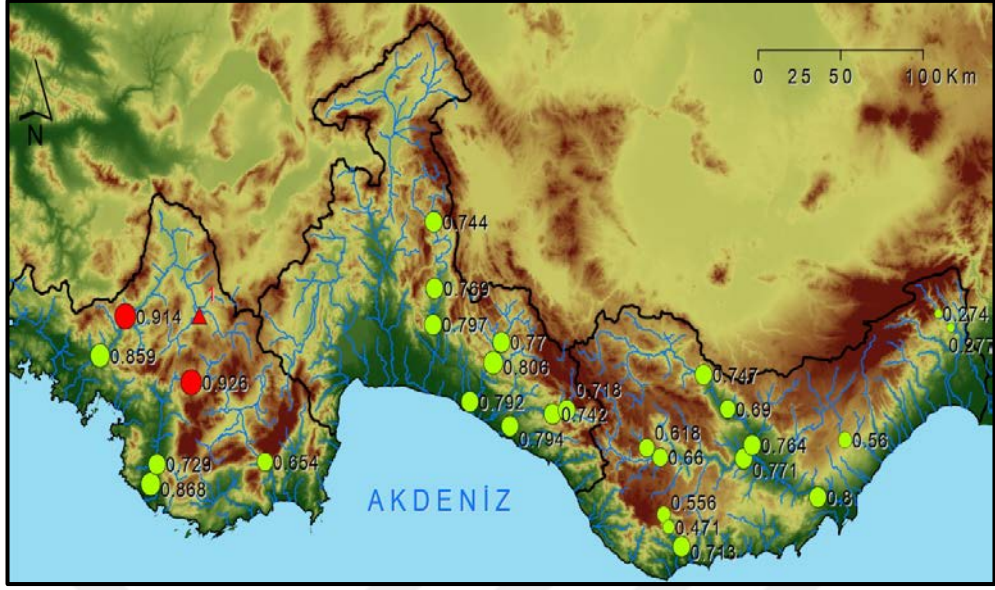
Tablo 5.5 Sanal İstasyonlar ile Batı Akdeniz ve Antalya havzaları referans istasyonları arası korelasyon katsayılarının karşılaştırılması

	808	809	811	812	815	818	902	912	917	918	919	920	921	922	924
1	0,654	0,926	0,914	0,859	0,868	0,729	0,797	0,806	0,794	0,792	0,769	0,770	0,744	0,718	0,742
2	0,892	0,708	0,740	0,687	0,800	0,790	0,593	0,634	0,627	0,657	0,516	0,606	0,620	0,622	0,557
4	0,640	0,860	0,945	0,990	0,946	0,793	0,864	0,828	0,847	0,867	0,834	0,801	0,716	0,675	0,770
7	0,559	0,808	0,709	0,755	0,783	0,655	0,906	0,883	0,860	0,846	0,900	0,886	0,940	0,819	0,824
9	0,514	0,796	0,790	0,844	0,816	0,650	0,955	0,894	0,878	0,904	0,938	0,909	0,907	0,778	0,806
10	0,627	0,773	0,787	0,819	0,818	0,691	0,870	0,859	0,841	0,880	0,824	0,842	0,824	0,754	0,764

Tablo 5.6 Sanal İstasyonlar ile Doğu Akdeniz havzası referans istasyonları arası korelasyon katsayılarının karşılaştırılması

	1712	1714	1717	1719	1720	1721	1725	1726	1729	1730	1731	1732	1733
1	0,747	0,800	0,560	0,771	0,764	0,713	0,618	0,660	0,556	0,471	0,690	0,277	0,274
2	0,550	0,634	0,521	0,610	0,604	0,600	0,554	0,468	0,414	0,416	0,526	0,275	0,293
4	0,626	0,705	0,371	0,673	0,656	0,680	0,500	0,593	0,452	0,330	0,615	0,136	0,113
7	0,746	0,787	0,559	0,760	0,770	0,770	0,677	0,745	0,564	0,610	0,745	0,426	0,437
9	0,678	0,746	0,412	0,718	0,702	0,745	0,602	0,687	0,489	0,503	0,680	0,316	0,311
10	0,642	0,723	0,429	0,697	0,677	0,737	0,590	0,635	0,480	0,490	0,644	0,322	0,312

Sanal istasyonların akım süre eğrilerini, sanal bölgelere en çok ilişkilendirilen referans gözlem istasyonlarının kullanıldığı zaman serilerine çevirmeden önce, seçilen herhangi bir ölçüm gözlem noktasının geri kalanına korelasyon değerlerini gösteren her tabakadaki nokta korelasyonlarını elde etmek için ölçülen istasyonların olası tüm çiftleri arasında karşılık olarak Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bireysel olarak gözlenen her istasyon için bu nokta tabakaları daha sonra korelasyon yüzeylerine mekansal olarak enterpolasyona tabi tutulmuştur. Sanal istasyondaki değerler daha sonra, sanal istasyonların her birine sanal konum ile doğrudan ilişkilendirilen gözlem istasyonu atamak için hesaplanarak bütün korelasyon yüzey katmanlarında sorgulanmış ve korelasyon değerleri Tablo 5.5 ve 5.6 ile gösterilmiştir. Örneğin Şekil 5.28’de üçgen ile gösterilen sanal istasyonun nokta konumu için, 809 istasyonu için geçerli olan korelasyon yüzeyinden en yüksek korelasyon değerini almıştır (Hesaplanan r değeri yaklaşık olarak 0,926’dır.). Bu şekilde tüm sanal konumlar çoğunlukla korelasyona sahip olduğu kanıtlanmış istasyonla eşleştirilmiştir (Şekil 5.29, 5.30, 5.31, 5.32 ve 5.33).



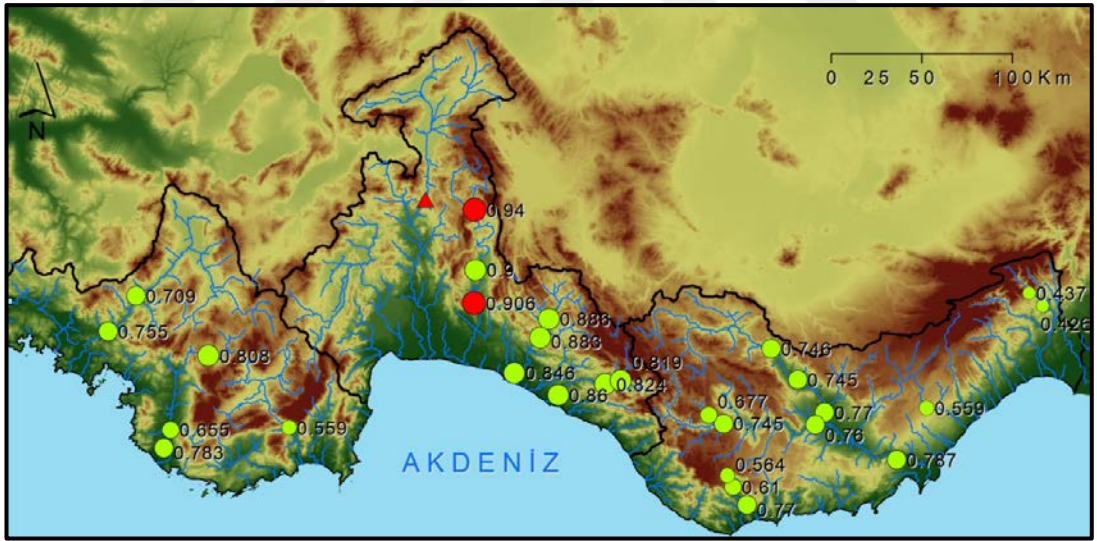
Şekil 5.28 Göllühisar Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 1 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,926 değeri 809 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)



Şekil 5.29 Avlan Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 2 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,892 değeri 808 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)



Şekil 5.30 Dalyan sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 4 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,99 değeri 812 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)



Şekil 5.31 Kovada Gölü sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 7 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,94 değeri 921 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)



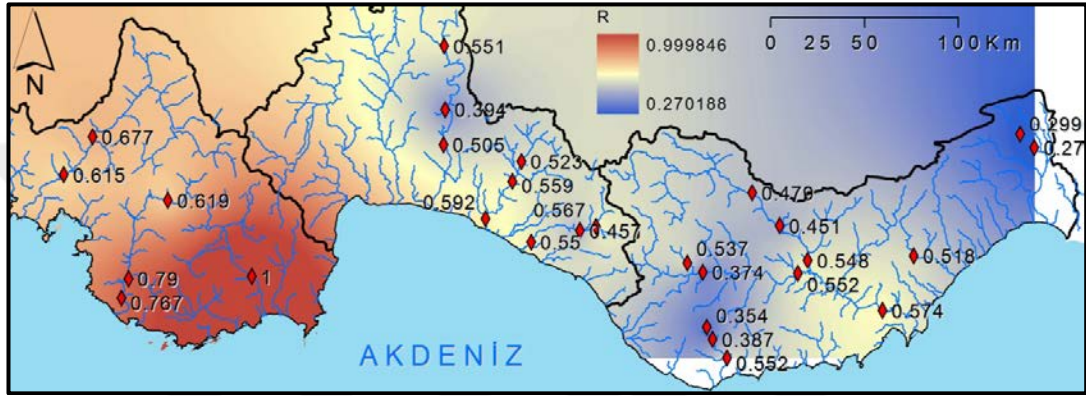
Şekil 5.32 Köprüçay (Olukköprü Kaynakları) sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 9 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,955 değeri 902 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)



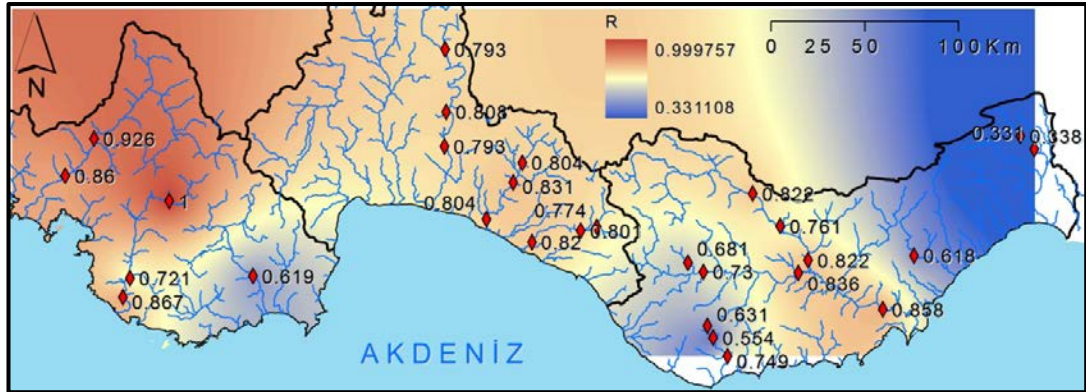
Şekil 5.33 Aksu Deltası sulak alanına tahsis edilen ve üçgen ile gösterilen sanal istasyon 10 için diğer mevcut istasyonlarla karşılıklı hesaplanan korelasyon katsayıları (En yüksek korelasyon katsayısı 0,88 değeri 918 nolu istasyon ile hesaplanmıştır.)

Bu atamaları takiben sanal istasyonların aylık sanal zaman serileri QPPQ yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur (Fennessey, 1994; Mohamoud, 2008; Smakhtin ve Hughes, 1996; Smakhtin ve Masse, 2000). Yöntemin uygulanmasında, referans istasyon için akım süre eğrisine karşılık gelen aşılma olasılığını hesaplamak için,

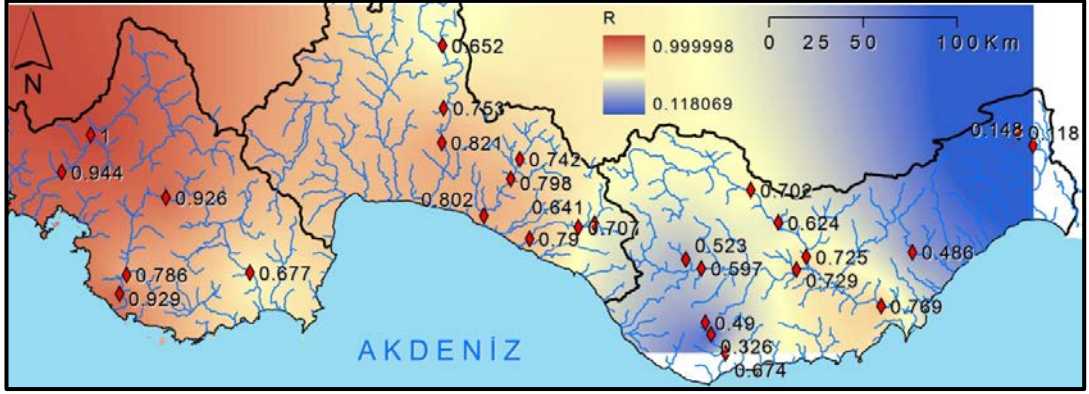
ölçülen referans istasyonunun aylık deşarj grafiğindeki her bir veri değeri dikkate alınmıştır. Daha önce sanal istasyon için tahmin edilen eğriden aynı aşılma ihtimaliyle ilişkili deşarj değeri çıkarılmıştır ve sanal konum için üretilen zaman serileri üzerinde yeni bir veri noktası olarak yerleştirilmiştir. İşlem, her aylık değer zaman serisine yerleştirilinceye kadar tekrar edilmiştir. Aynı zamanda her bir istasyon için diğer bütün istasyonlarla arasında korelasyon katsayıları hesaplanarak korelasyon modelleri belirlenmiştir (Şekil 5.34, 5.35, 5.36, 5.37, 5.38 ve 5.39).



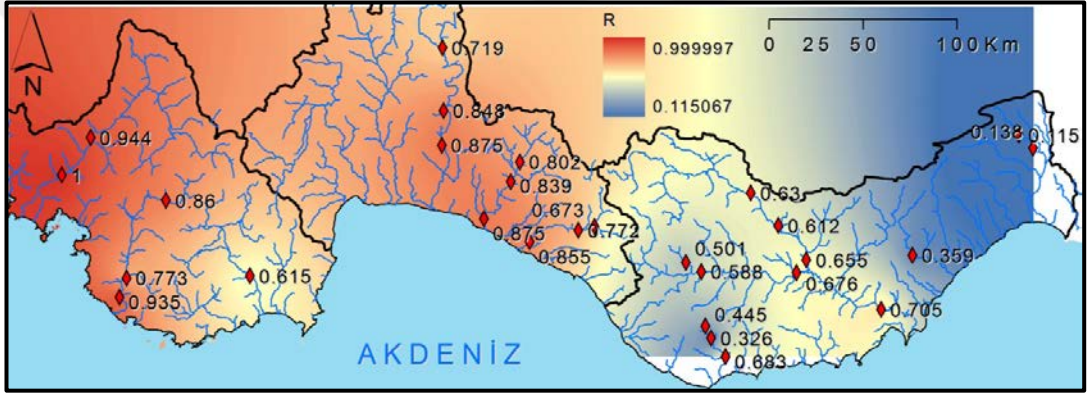
Şekil 5.34 808 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi



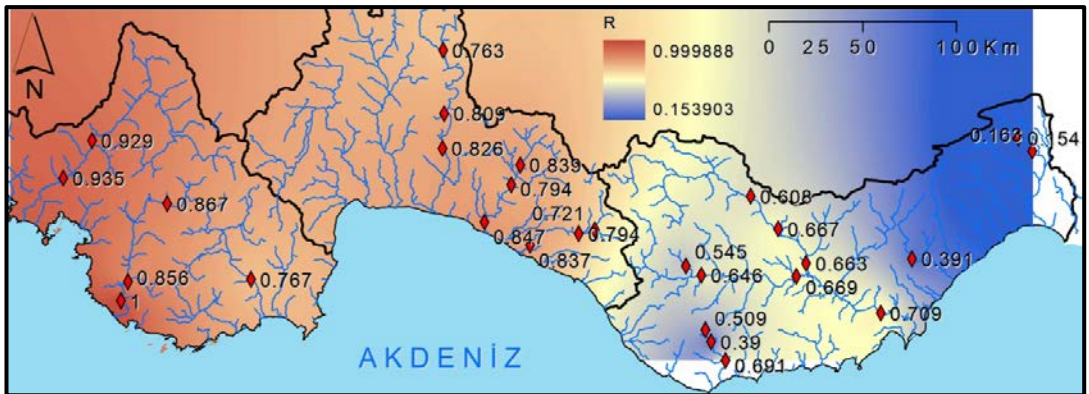
Şekil 5.35 809 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi



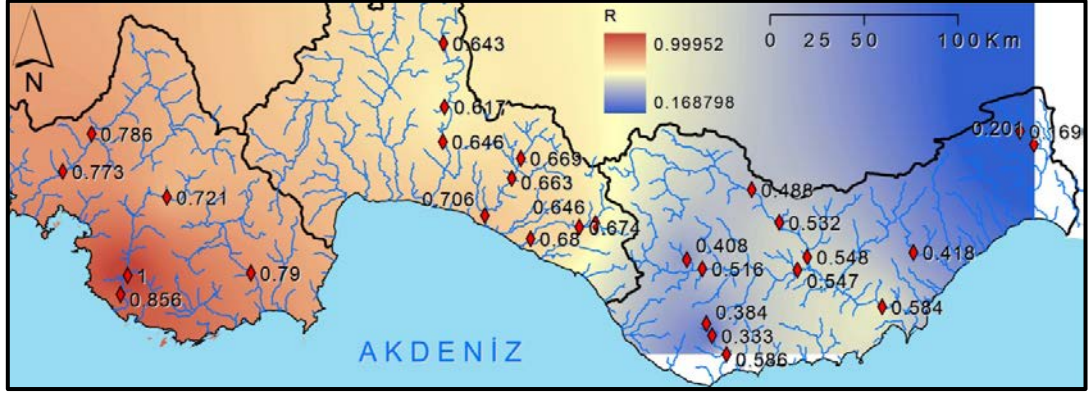
Şekil 5.36 811 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi



Şekil 5.37 812 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi



Şekil 5.38 815 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi



Şekil 5.39 818 istasyonu ile diğer istasyonlar arasında elde edilmiş korelasyon katsayıları ve bu katsayılar üzerinden iç kestirim ile modellenmiş korelasyon yüzeyi

5.2 Gözlemlenmemiş Akış Bölgeleri İçin Çevresel Akış Kapasitelerinin Tahmini

Gözlemlenmemiş bölgelerde aylık deşarjlar için zaman serileri biyoçeşitliliği korumak ve analiz edilen sulak alan sistemlerinin ekosistem işleyişini sürdürmede gerekli olan çevresel akış kapasitelerini araştırmak için yararlıdır. Bu değerlendirmeler, GEFC yazılımının kullanılması yoluyla masaüstü yaklaşımı olarak adlandırılan uygulamalarla gerçekleştirilmiştir. GEFC'de, çevresel yönetim sınıfları (EMC) biçiminde hedeflenen veya öngörülen derecede çevresel yönetimi tanımlamak mümkündür. EMC'ler, sulak alan ekosistemlerinin sürdürülmesi veya yükseltilmesi için gereklilikler veya müzakere edilmiş koşullar olarak açıklanabilir (Acreman ve Dunbar, 2004). EMC'ler, sınıf A'dan (Bozulmamış koşulları veya yaşam alanındaki küçük değişimleri temsil eder.) sınıf F'ye (Doğal habitat ve biota veya bütün toplam kayıplarla ekosistemde kritik değişimleri gösterir) değişen altı sınıftan farklıdır.

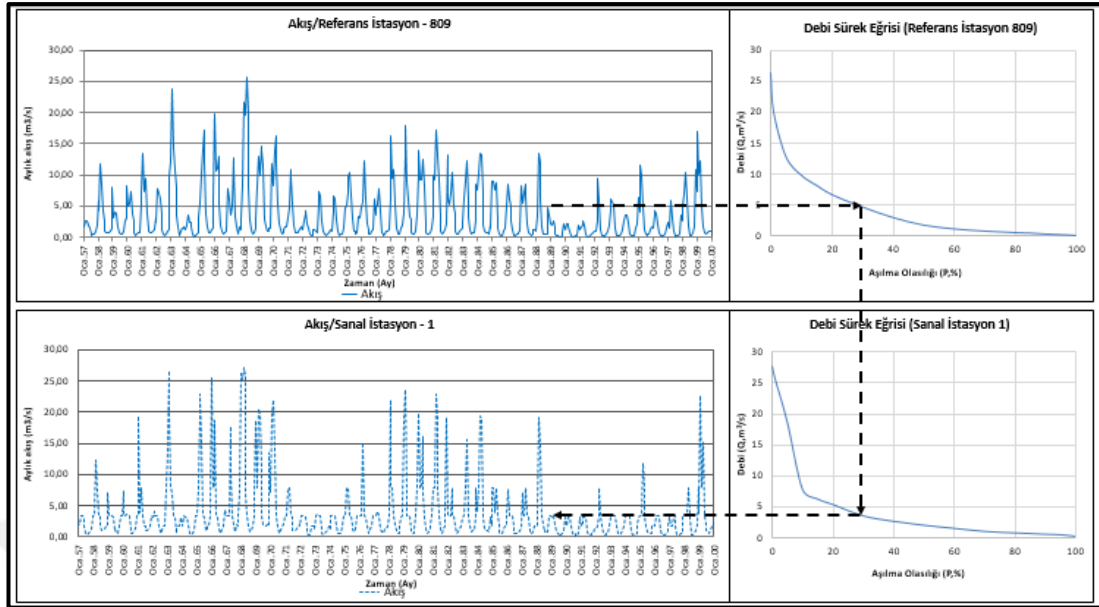
Sunulan çalışmada, araştırılan sulak alan sistemleri için çevresel akış kapasiteleri, çevresel koşulların geniş bir yelpazesinde değerlendirmeler sağlamak için altı EMC sınıfının tümünü göz önüne alarak, çevresel akış aylık zaman serileri biçiminde tahmin edilmiştir.

BÖLÜM ALTI

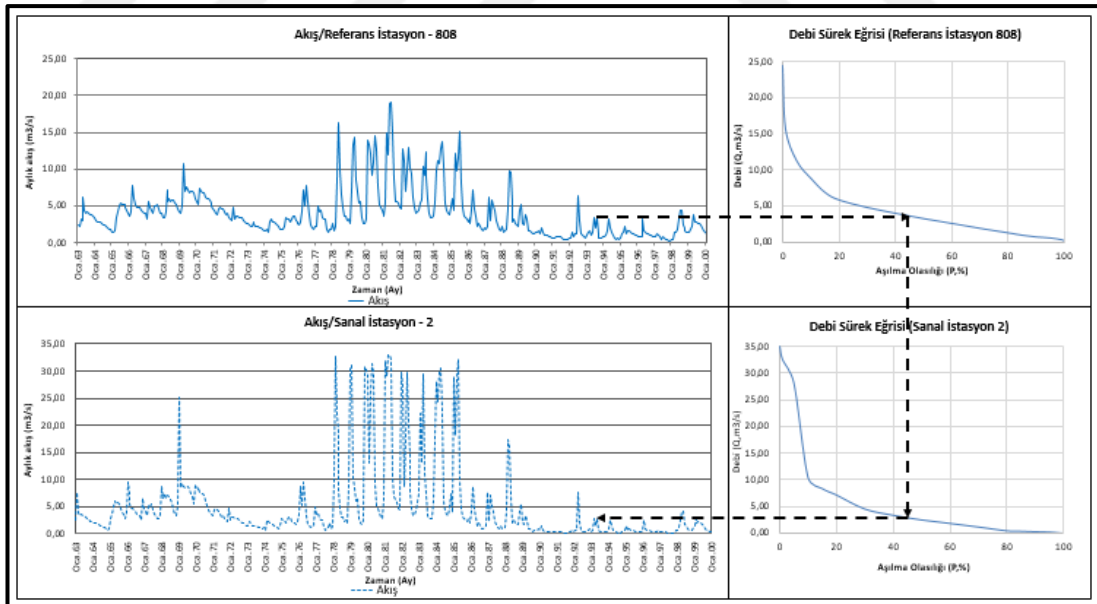
DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Türkiye'nin sulak alanlarında, iklimsel ve antropojenik etkilere bağlı olarak çevresel akış kaynakları bakımından büyük riskler bulunmaktadır. Bununla birlikte, risklerin tanımlanması ve azaltılması için yapılacak değerlendirmeler, sulak alan ekosistemlerini besleyen havza alanlarına ait hidrolojik koşullar ve buna bağlı olarak ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi konularına ışık tutacak olan izleme sistemlerine ve bu sistemlerle toplanan verilere büyük oranda bağlı olmaktadır. Tüm sulak alan sistemleri veya çevresel koruma alanları için veri gereksinimleri tam olarak karşılanamadığından, değerlendirmeler yaparken eksiksiz bir çerçeve sağlamak adına ölçümü yapılmamış yerlerde tahmin yapmak için özel tahmin yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda sunulan çalışma, MA-SYE tahmin modelinin temel yaklaşımına dayalı şekilde akım gözlem verisi mevcut bulunmayan yerlerde akım tahminleri üretmek için mekansal havza karakteristiklerine bağlı olarak hidrolojik bir yöntem çerçevesi ortaya koymaktadır. Yapılan bu tahminlerden, sulak alan sistemlerine yönelik olarak çevresel akış koşullarında izlenen periyodik değişimlerin dönemsel karşılaştırmalar üzerinden ortaya çıkarılması amacıyla yararlanılmıştır.

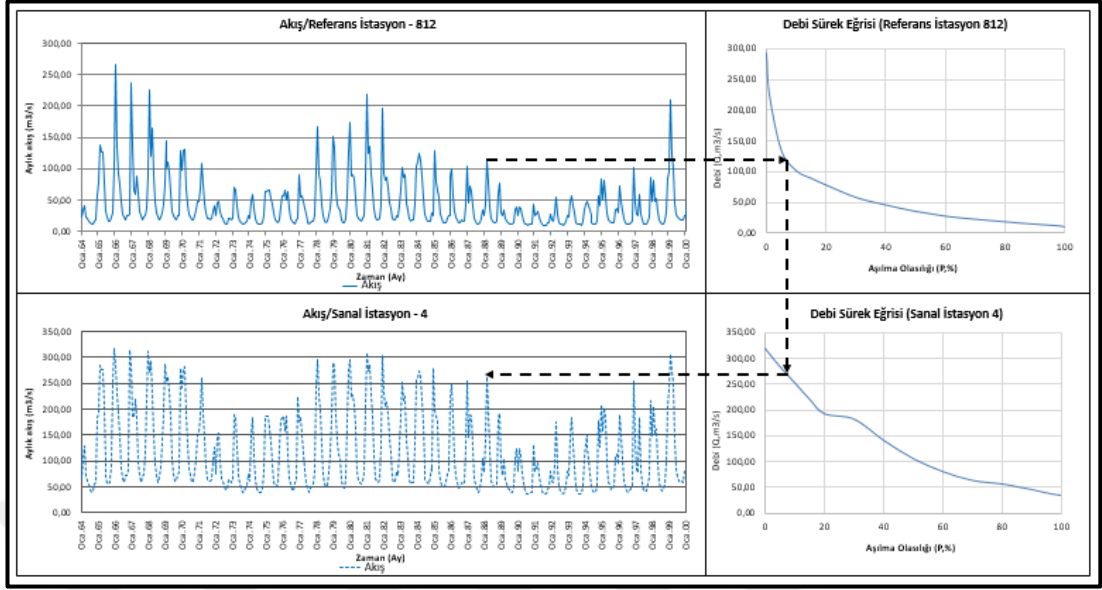
Referans istasyon için akış serilerinden seçilen her nokta referans istasyonun akım süre eğrisine taşınmıştır. Referans istasyonun akım süre eğrisinde seçilen noktaya karşılık gelen debiden aşılma olasılığına geçilerek, daha önce sanal istasyon için tahmin edilen akım süre eğrisinden aynı aşılma ihtimaliyle ilişkili deşarj değeri çıkarılmıştır. Sanal istasyon için belirlenen deşarj değerleri ise sanal konum için zaman serilerinin türetilmesinde kullanılmıştır. İşlem, her aylık değer zaman serisine yerleştirilinceye kadar tekrar edilmiştir (Şekil 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 ve 6.6).



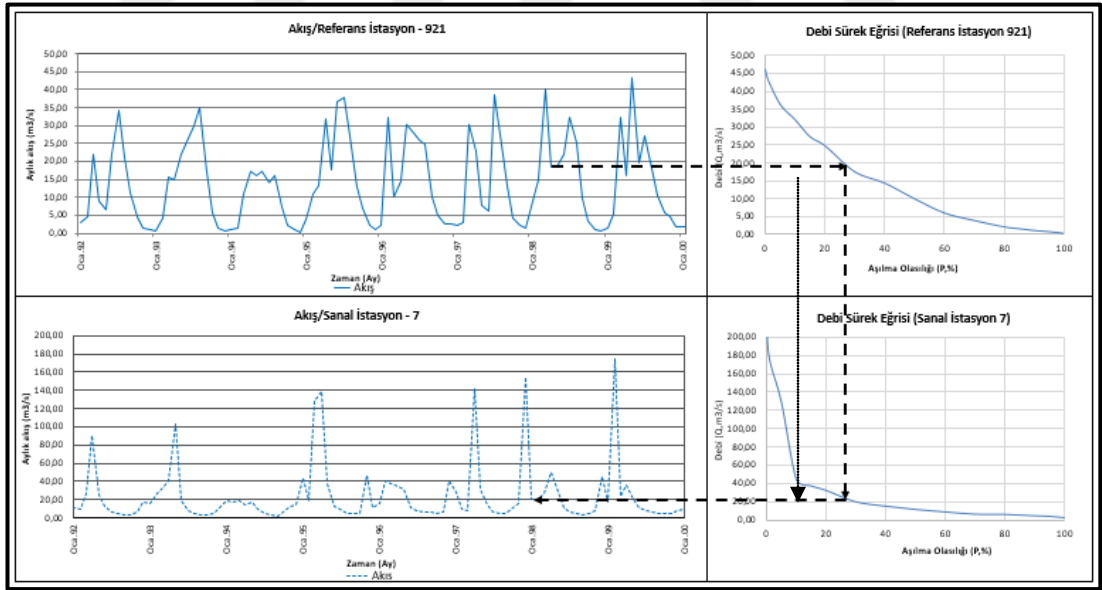
Şekil 6.1 809 no'lu referans istasyon ile 1 no'lu sanal istasyonun akım sürekları üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi



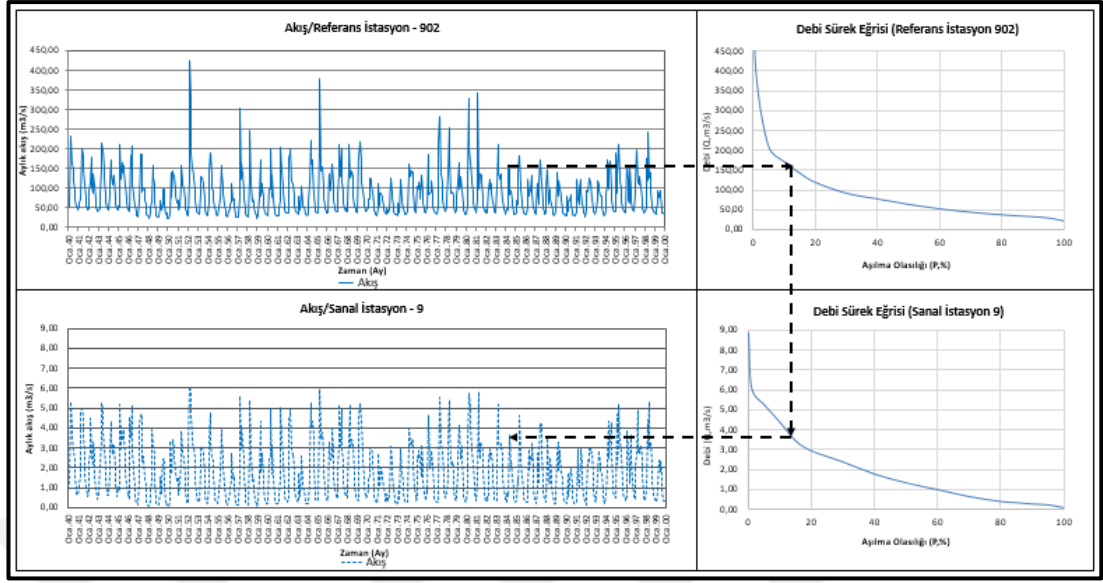
Şekil 6.2 808 no'lu referans istasyon ile 2 no'lu sanal istasyonun akım sürekları üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi



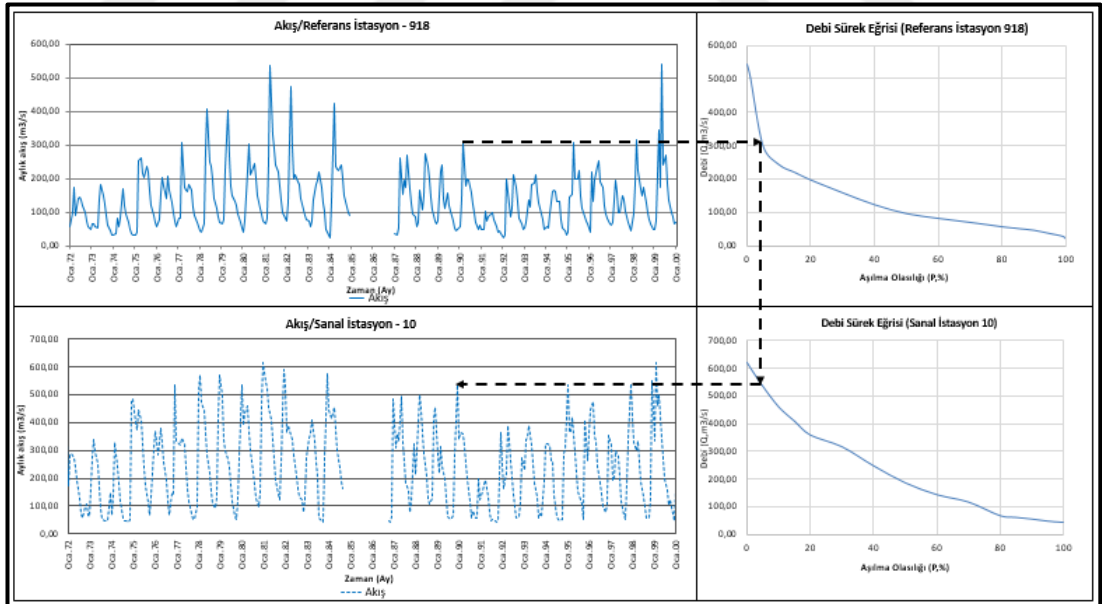
Şekil 6.3 812 no'lu referans istasyon ile 4 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi



Şekil 6.4 921 no'lu referans istasyon ile 7 no'lu sanal istasyonun akım süre eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi



Şekil 6.5 902 no'lu referans istasyon ile 9 no'lu sanal istasyonun akım süreğ eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi



Şekil 6.6 918 no'lu referans istasyon ile 10 no'lu sanal istasyonun akım süreğ eğrileri üzerinden sanal istasyon aylık akışlarının türetilmesi

Yürütülen çalışmada 1 nolu sanal istasyon ile ifade edilen Gölhisar Gölü'nün farklı çevresel yönetim sınıflarındaki aylık çevresel akışları Şekil 6.7 ile gösterilmektedir. En yüksek çevresel akış A sınıfı çevresel yönetim koşullarında görülmekte iken, en düşük çevresel akışlar F sınıfı çevresel yönetim koşullarında ortaya çıkmaktadır. Şekil 6.8 ile radar grafiklerinde gösterildiğinde 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990 ve 1991-2000 dönemlerindeki çevresel akışlar daha detaylı olarak görülmektedir. Farklı sınıflardaki çevresel yönetim koşulu altındaki çevresel akışlara bakıldığında akış trendinin Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yoğunluk gösterdiği ve 2000'li yıllara yaklaştıkça azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. 71-80 ve 81-90 dönemlerinde yaklaşık olarak benzer akışların olacağı öngörülmekte ve Şekil 6.9 ile desteklenmektedir. Dönemlere göre düşüş gösteren çevresel akışların aynı zamanda farklı çevresel akışlarda da A sınıfından F sınıfına doğru azaldığı rahatça görülebilmektedir.

Şekil 6.10' a bakıldığında çalışma içerisinde 2 nolu sanal istasyon ile ifade edilen Avlan Gölü'nün farklı çevresel yönetim sınıflarındaki çevresel akışlarında fazla değişimin 1978-1986 yıllarında olduğu görülmektedir. Şekil 6.11'de ise farklı dönemlerdeki akışlar radar grafikleri ile incelenmiştir. Buna göre 61-70 döneminde yaz aylarında daha fazla olan çevresel akışın, ilerleyen dönemlerde yılın ilk aylarına doğru çekildiği ve en fazla 81-90 döneminde olduğu gözlemlenmiştir. Yılın ilk ve son ayları için 61-70 ve 71-80 dönemlerinde çevresel akışlar benzerlik göstermekte iken, en düşük akışlar 91-00 dönemlerinde ortaya çıkmakta ve diğer dönemlerle arasındaki fark açıkça görülebilmektedir. Şekil 6.12'de ise Avlan Gölü'ne ait farklı yönetim sınıflarındaki dönemsel değişimler mevcuttur. Buna göre 81-90 döneminde diğer dönemlere göre yüksek olarak seyreden çevresel akışların A sınıfı çevresel yönetim koşulundan F sınıfı çevresel yönetim koşuluna geçildikçe azalmakta olduğu görülmektedir. 91-00 dönemlerindeki çevresel akış en düşük akış olarak gözlemlenmesine karşın farklı yönetim sınıfları altında fazla değişim göstermediği belirlenmiştir.

Şekil 6.13' a bakıldığında çalışma içerisinde 4 nolu sanal istasyon ile ifade edilen Dalyan sulak alanlarının farklı çevresel yönetim sınıflarında akışlara karşılık gelen

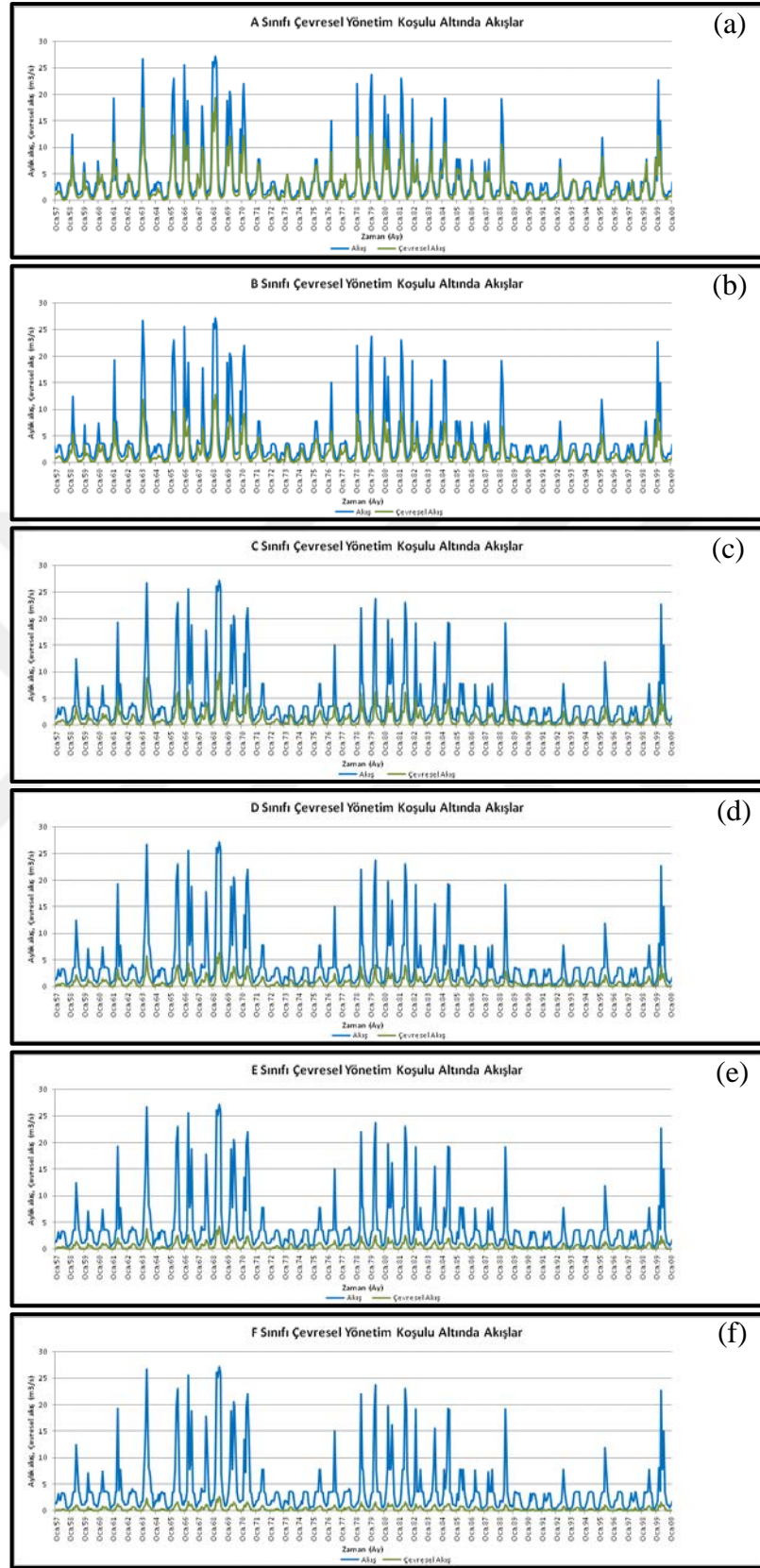
çevresel akışları görülmektedir. A sınıfı çevresel yönetim koşulundan F sınıfı çevresel yönetim sınıfına doğru gidildikçe çevresel akışlarda meydana gelen azalma göze çarpmaktadır. Şekil 6.14 ile birlikte incelenen aylık akışlarda 2000’li yıllara doğru zamanla bir azalmanın mevcut olduğu görülmekte ve en fazla değişimin 61-70 döneminden 71-80 dönemine geçişte olduğu görülmektedir. Şekil 6.15’te ise aynı şekilde A sınıfı yönetim sınıfından F sınıfı yönetim sınıfına geçerken çevresel akışların azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. 71-80 döneminde 61-70 dönemine göre ciddi oranda çevresel akışın azaldığı görülmektedir. Bu durum 81-90 döneminde çevresel akışların artması ve düzelme eğilimine girerken, 91-00 dönemine gelindiğinde her zamankinden çok daha az çevresel akış ile karşılaşılması yönünde ilerlemiştir.

7 nolu sanal istasyon olan Kovada Gölü’nün farklı çevresel yönetim sınıflarında çevresel akışları Şekil 6.16’da görülmektedir. Kovada Gölü’ne ait dönemsel veri setinin azlığı nedeniyle yalnızca 91-00 dönemleri incelenebilmiştir. Bu grafiklere göre Kovada Gölü’nün akışlarının pik yaptığı noktalarda çevresel akışların düşük olduğu görülmektedir. Grafiği daha detaylı incelemek için Şekil 6.17’ye bakıldığında 91-00 dönemi için akışların kış aylarında yoğunluk gösterdiği ve en yüksek akışların Nisan aylarında olduğu görülmektedir. Şekil 6.18’de ise en yüksek çevresel akışın A sınıfı çevresel yönetim koşulu altında gözlemlendiği ve F sınıfı çevresel yönetim koşuluna doğru azaldığı görülmektedir.

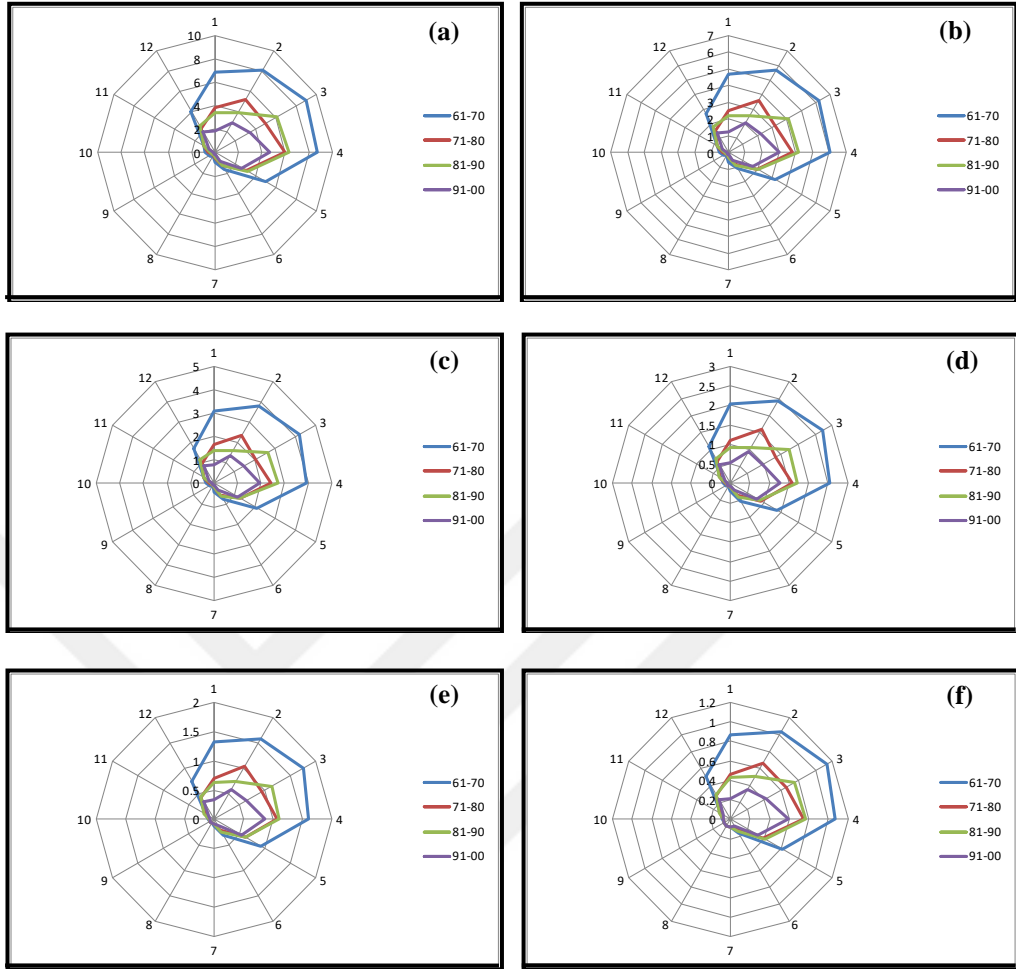
Çalışmada incelenen son istasyon olan ve 10 nolu sanal istasyon ile ifade edilen Aksu Deltasının farklı çevresel yönetim sınıfları altındaki çevresel akışları Şekil 6.19 ile gösterilmektedir. 1985-1987 yılları arasında Aksu Deltası’ndan veri alınamadığından bu yıllar içerisinde çevresel akışlar hesaplanamamıştır. Aksu deltası için veri seti 70’li yıllardan itibaren mevcut olduğundan yalnızca 71-80, 81-90 ve 91-00 olmak üzere üç dönem üzerinden inceleme yapılmış ve bu dönemlerde farklı yönetim sınıflarındaki aylık çevresel akışlar Şekil 6.20 ile gösterilmiştir. Buna göre, bahse konu üç dönem için en fazla akışların kış aylarında olduğu söylenebilmektedir. Dönemler arasında, aylık çevresel akışların benzerlik gösterdiği, ancak; A sınıfı çevresel yönetim koşulundan F sınıfı çevresel yönetim koşuluna gidildikçe azalma

meydana geldiği gör÷lmektedir. Şekil 6.21 incelendiğinde yıllık olarak azalma eğiliminde olan çevresel akışların 91-00 d÷nemine gelindiğinde artma eğilimine d÷nd÷đü s÷ylenilmektedir.

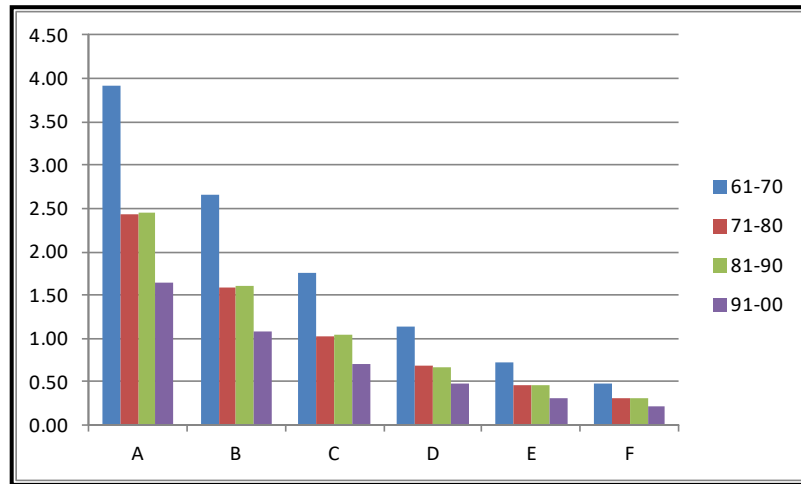




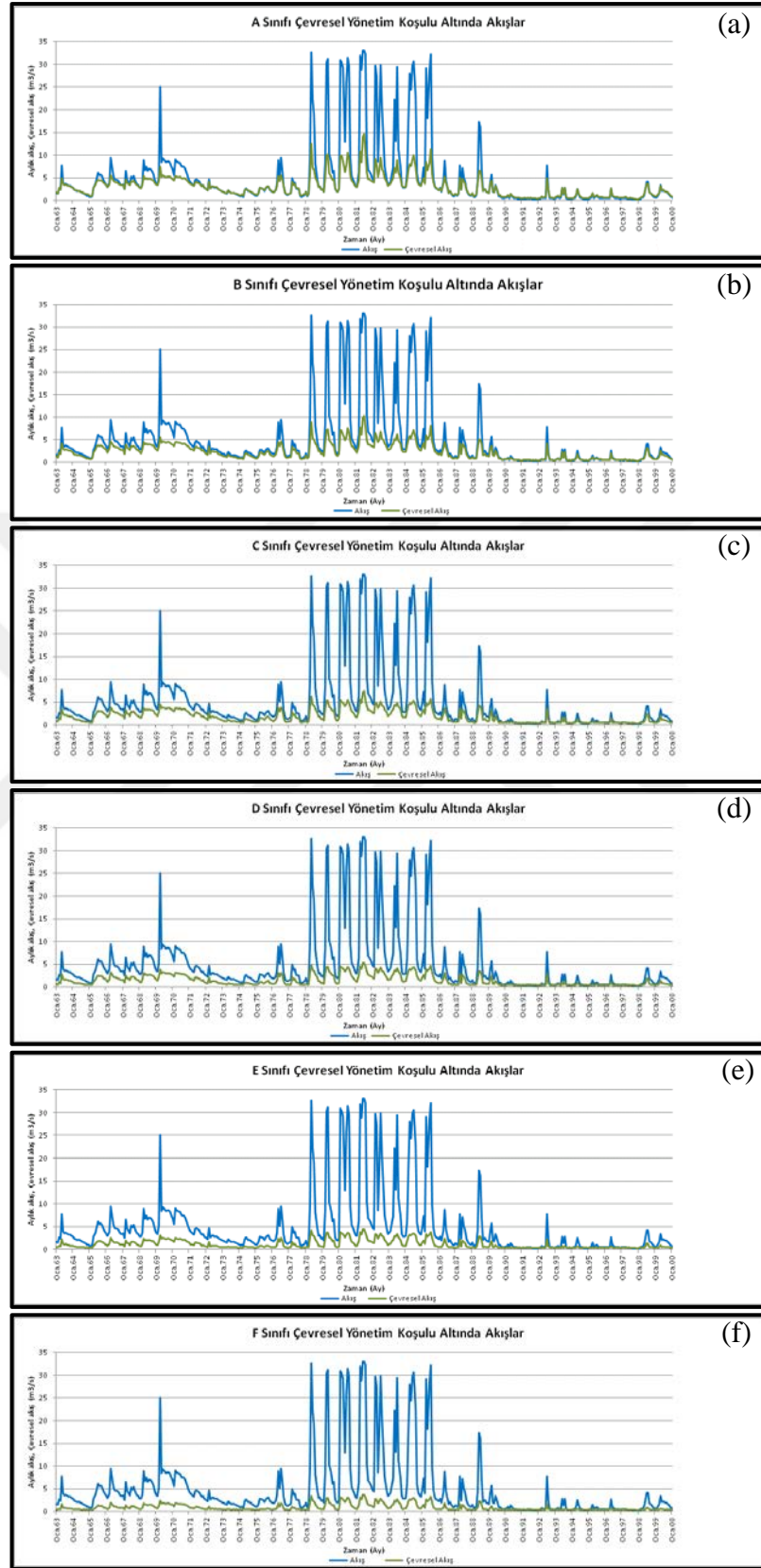
Şekil 6.7 1 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması



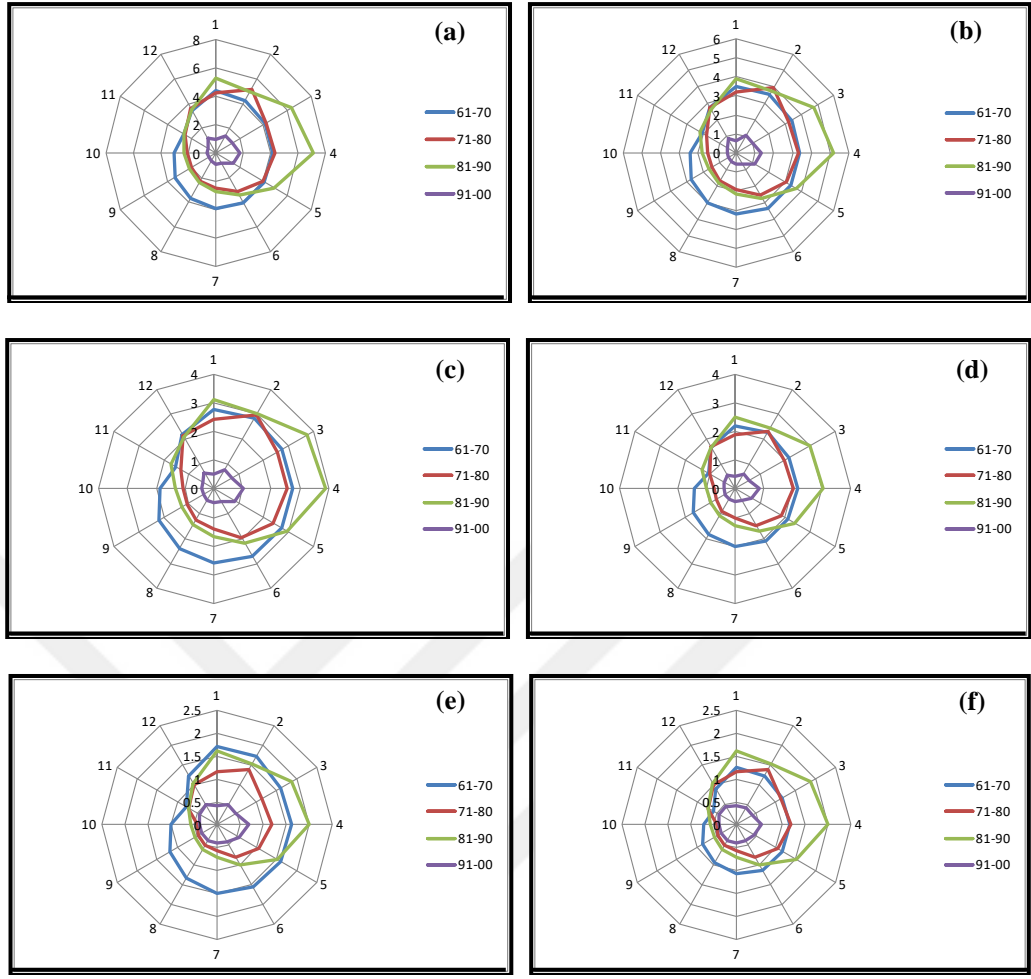
Şekil 6.8 Gölhisar Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler



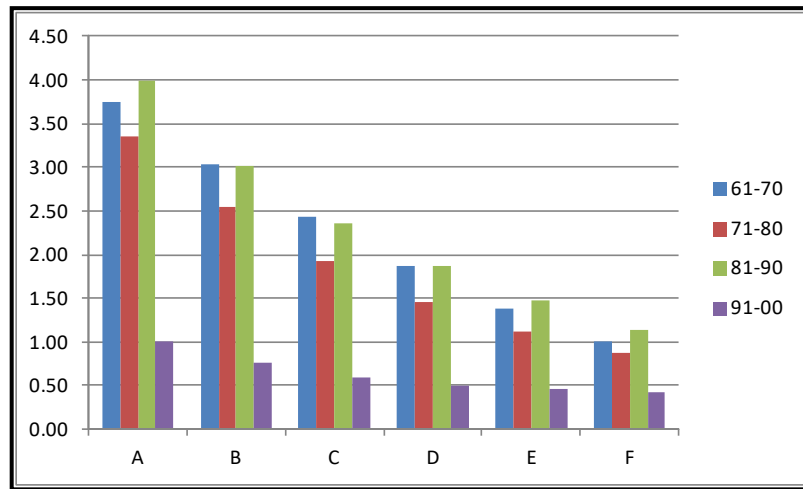
Şekil 6.9 Gölhisar Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri



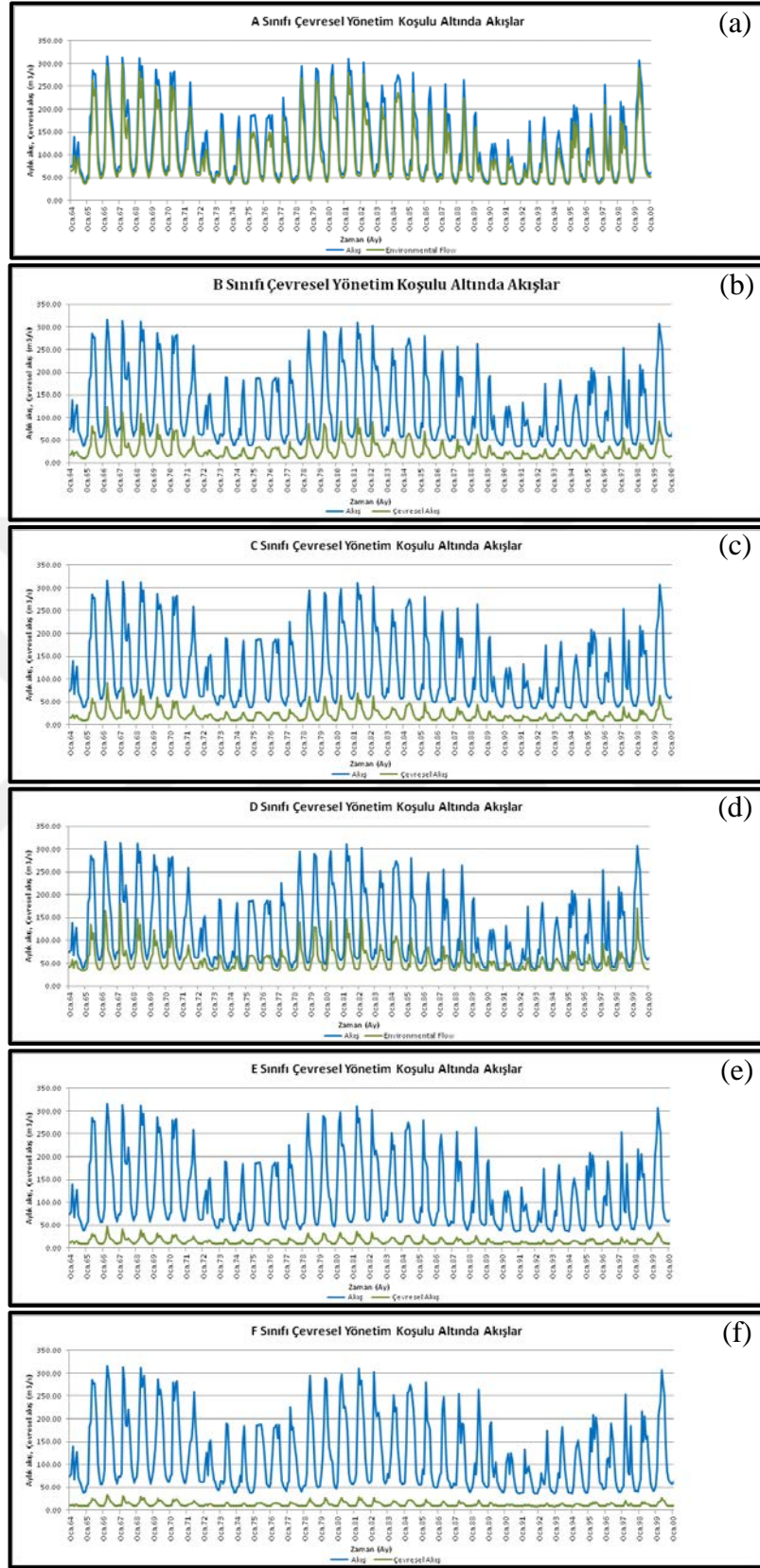
Şekil 6.10 2 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması



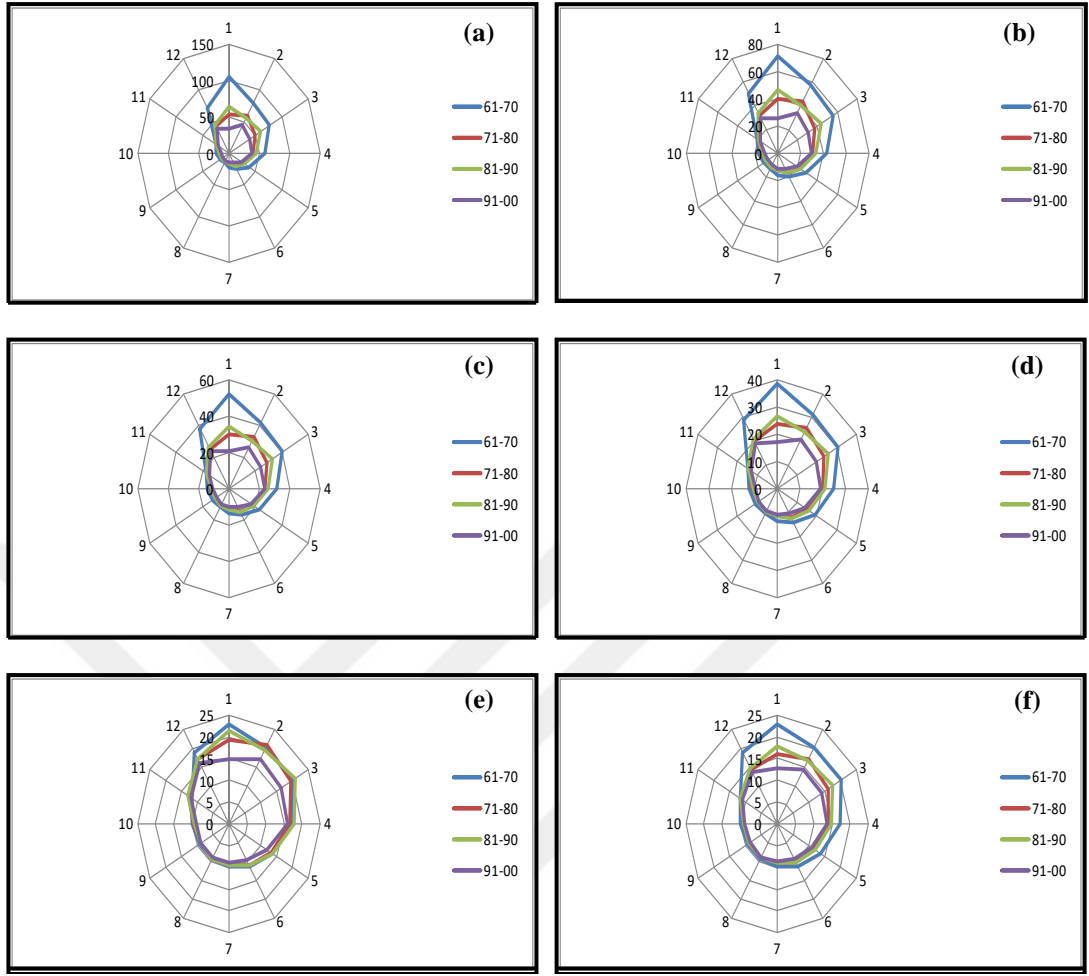
Şekil 6.11 Avlan Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler



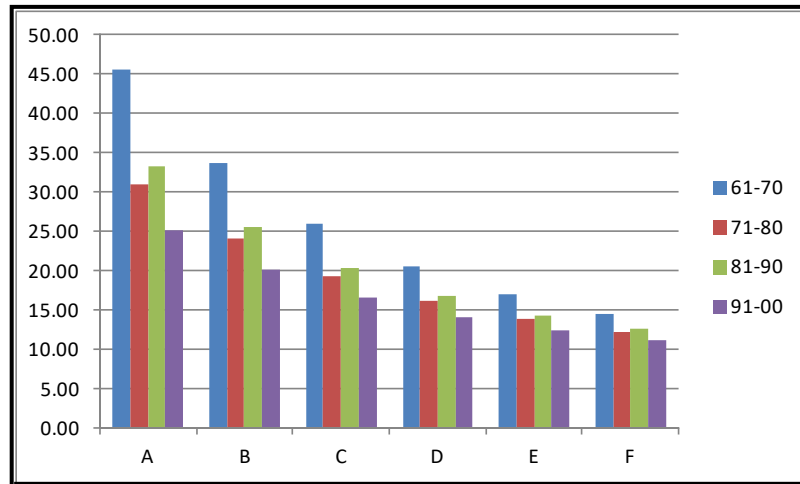
Şekil 6.12 Avlan Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri



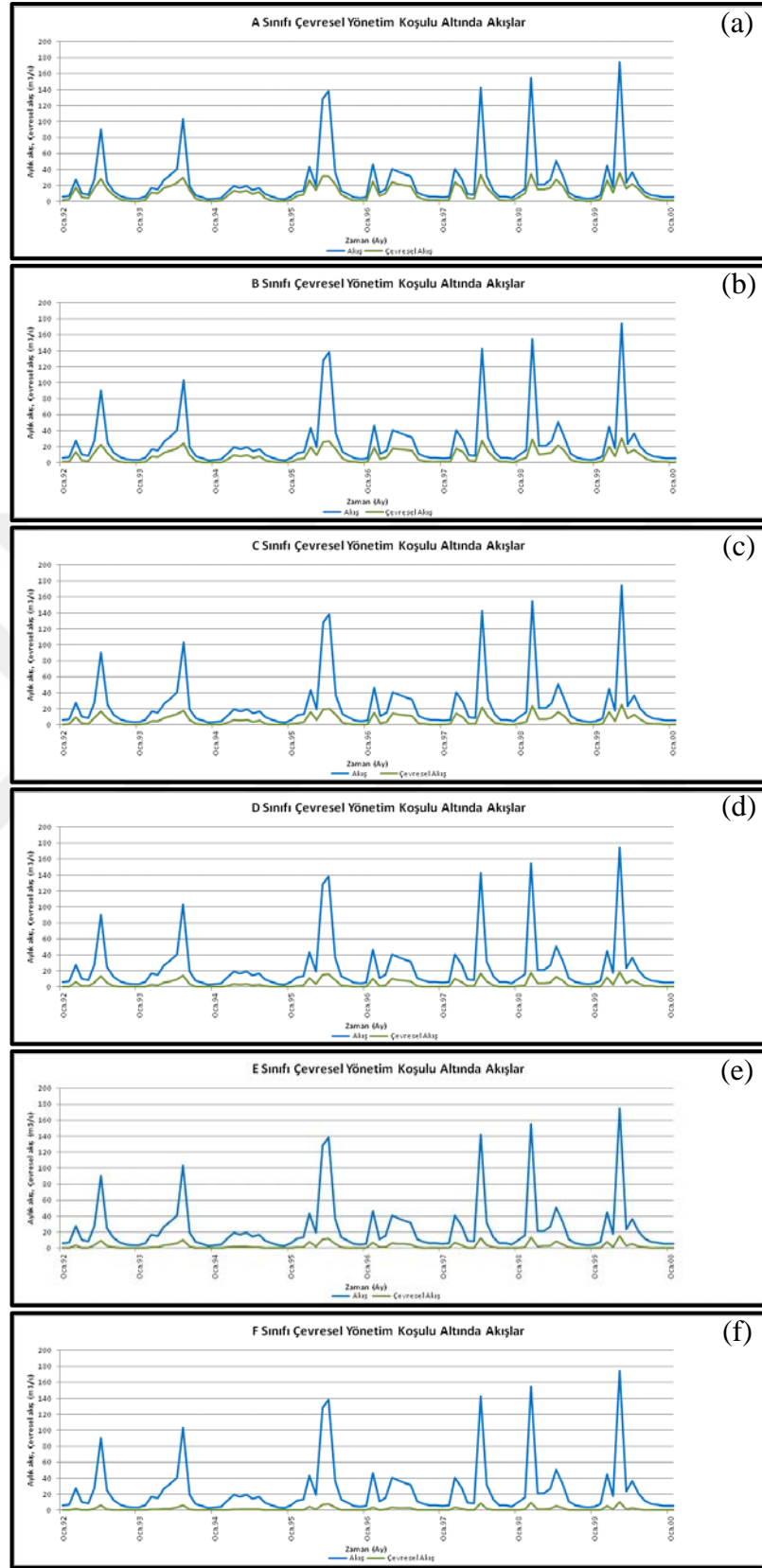
Şekil 6.13 4 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması



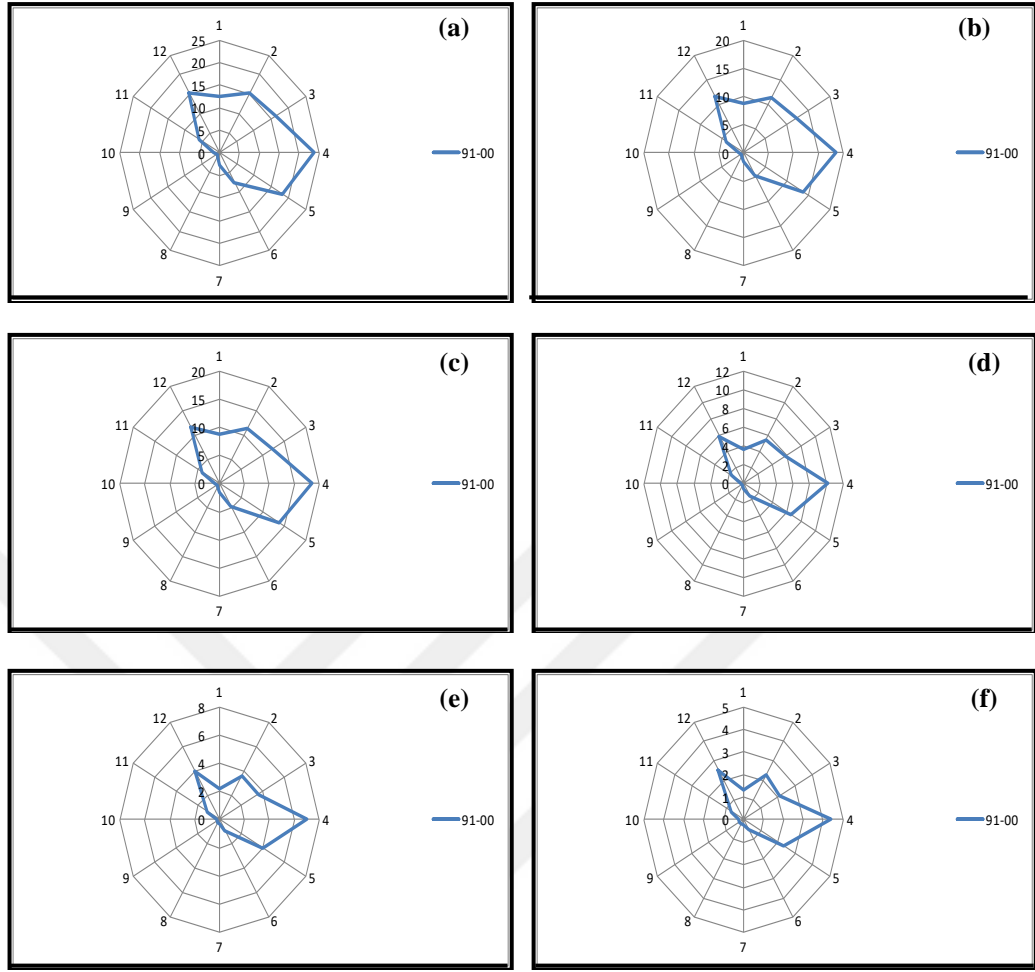
Şekil 6.14 Dalyan Sulak Alanları için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler



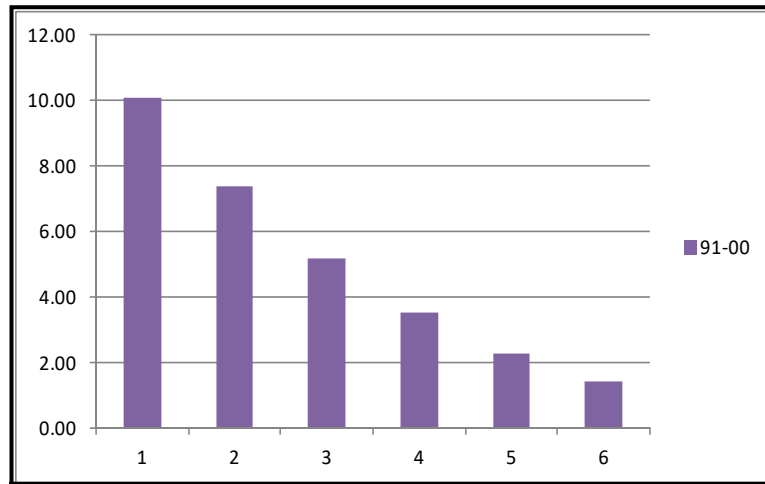
Şekil 6.15 Dalyan Sulak Alanları için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri



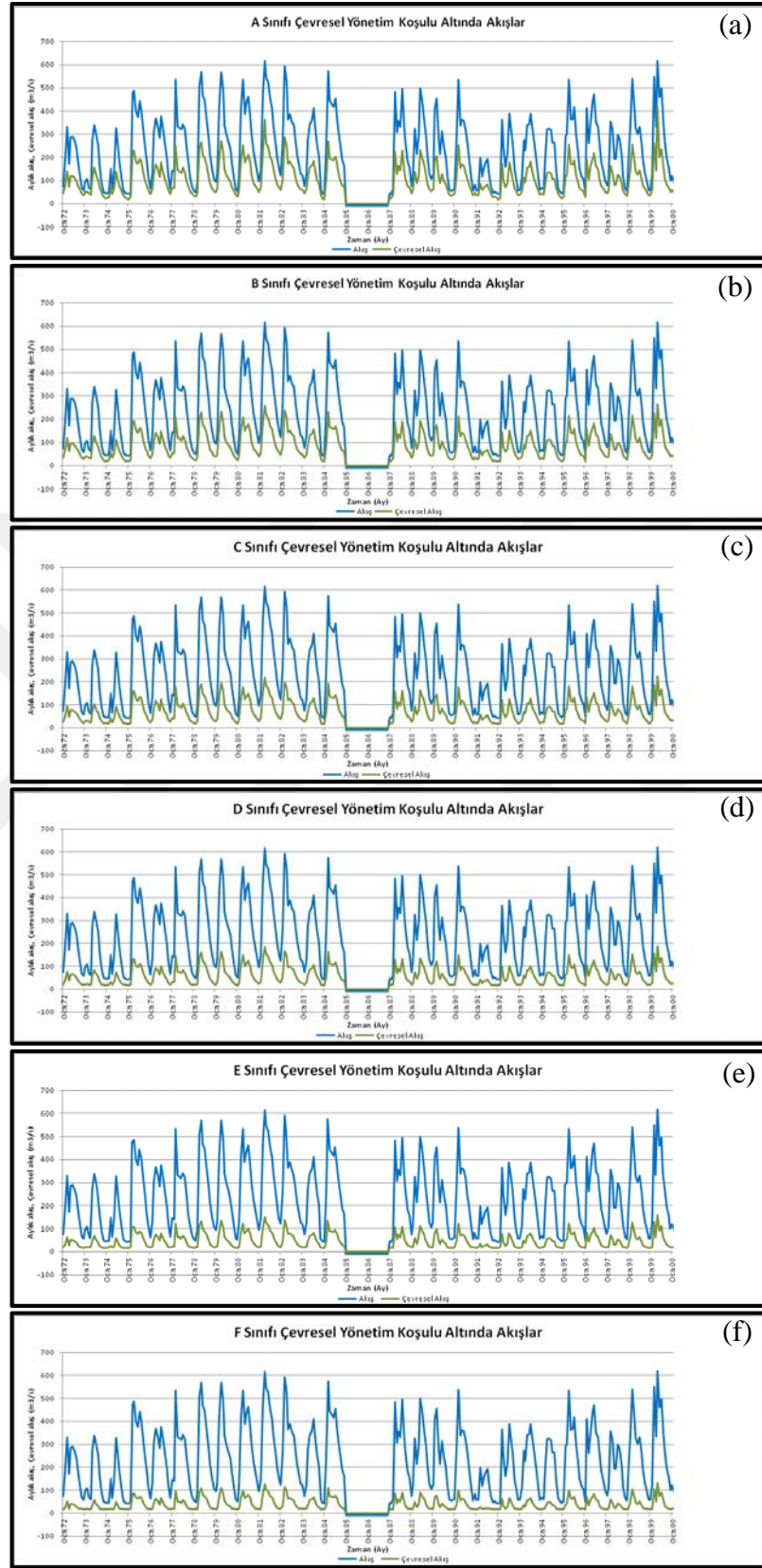
Şekil 6.16 7 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması



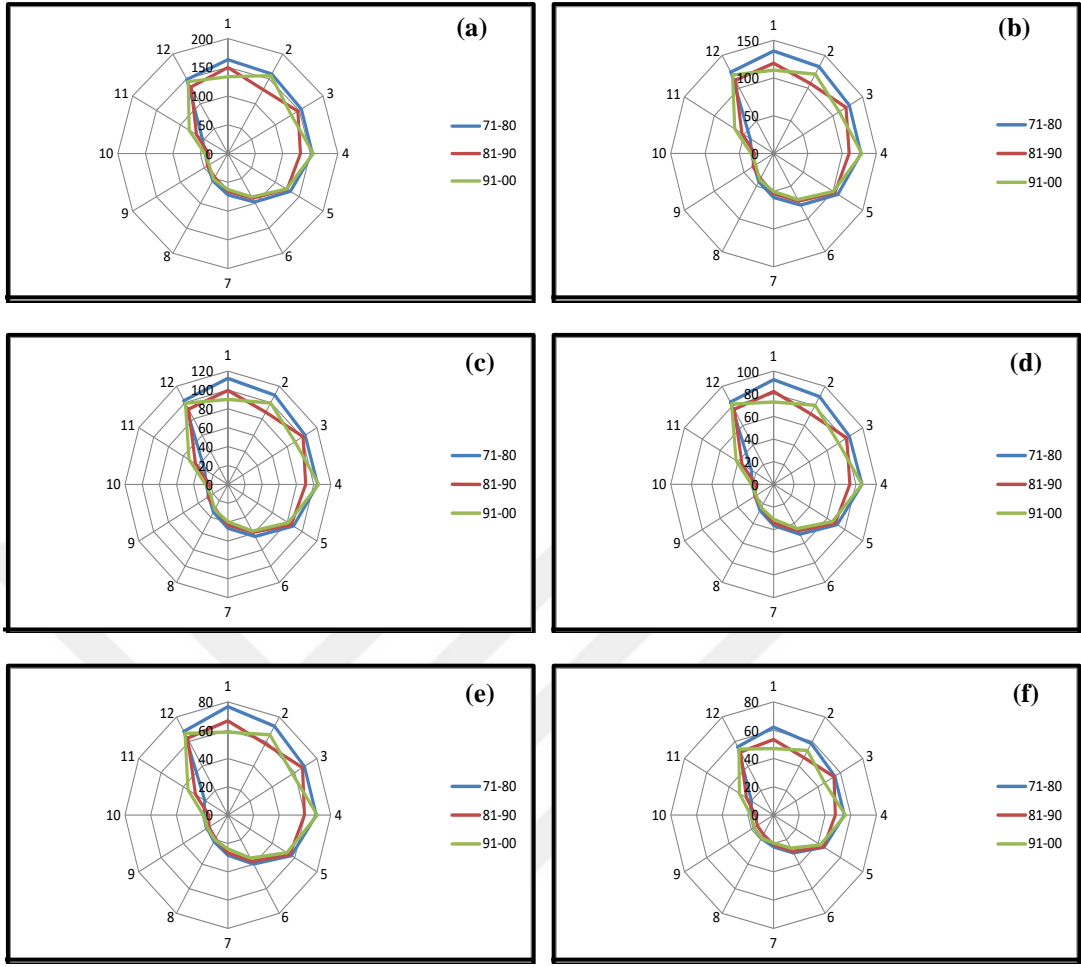
Şekil 6.17 Kovada Gölü sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler



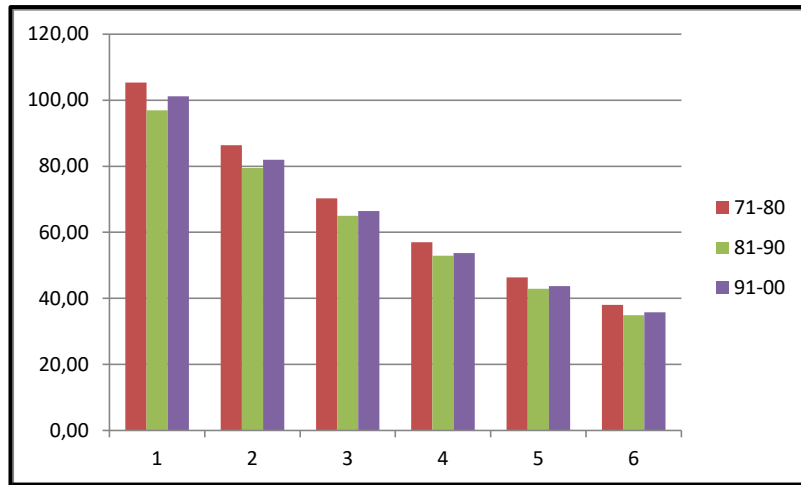
Şekil 6.18 Kovada Gölü sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri



Şekil 6.19 10 no'lu sanal istasyon için farklı çevresel yönetim sınıfı öngörülerıyla çevresel akışların hesaplanması



Şekil 6.20 Aksu Deltası sulak alanı için (a) A, (b) B, (c) C, (d) D, (e) E ve (f) F sınıfı çevresel yönetim stratejisi ile hesaplanan aylık çevresel akışlara ilişkin değişimler



Şekil 6.21 Aksu Deltası sulak alanı için farklı yönetim sınıflarına göre tahmin edilen yıllık çevresel akış ortalamalarının dönemsel değişimleri

KAYNAKLAR

- Anderson, S. D., (1998). Watershed management and nonpoint source pollution: The Massachusetts approach. *Boston Collage Environmental Affairs Law Review*, 1998-1999, 26, 339.
- Anonim, (1998). Stream Corridor, Restoration. Principles, *Processes and Practices*, US Government Printing Office, doi: 841-R-98-900.
- Archfield, S. A., Vogel, R. M., Steeves, P. A., Brandt, S. L., Weiskel, P. W. ve Garabedian, S. P. (2009). The Massachusetts Sustainable-Yield Estimator: A decision-support tool to assess water availability at ungaged stream locations in Massachusetts. *U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2009-5227*
- Arı, Y. (2006). Ramsar sözleşmesi'nin doğa koruma yaklaşımına eleştirel bir bakış. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11 (15), 275-302.
- Biricik, A. ve Bozyiğit, R. (2013). Girdev Polyesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 1 (1), 323-333.
- Bozyiğit, R. ve Sağdıç, M. (2008). Köprü Çayı Havzası'nda alternatif turizm olanakları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (2), 19-41.
- De Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2006). *Valuing wetlands: guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services* (No. H039735). International Water Management Institute.
- De Jager, A. L. ve Vogt, J. V. (2010). Development and demonstration of a structured hydrological feature coding system for Europe. *Hydrological Sciences Journal*, 55(5), 661-675.
- Dugan, P. J. (1991). Sulak Alanların Korunması, *IUCN (Dünya Koruma Birliği)*, İstanbul.
- Erol, A. (2008). Köse Deresi ve Darıderesi Barajı Su Toplama Havzalarının Havza Yönetimi İlkelerine Bağlı Kalınarak Değerlendirilmesi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 1-8.

- Erol, A., ve İlhan, Ş. (2011). Aksu havzası envanteri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 77-83.
- Fennessey, N. M. (1994). *A hydro-climatological model of daily streamflow for the northeast*. United States: Medford, MA, Tufts University, Ph.D. dissertation, variously paged.
- GB (Göhlhisar Belediyesi), (b.t). 17.05.2018, <http://www.golhisar.bel.tr/3/35/golhisar/cograf-bilgiler/>
- Görmez, K. (1997). *Çevre Sorunları ve Türkiye* (2. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Gül, A., Ayyıldız, K., Barbaros, F., ve Baran, T. (2017). Assessing ecological flow conditions for wetlands fed from ungauged stream reaches. *European Water*, 58: 119-126.
- Gürer, İ., Yıldız, F. E. (2008). Türkiye'nin sulak alan politikalarına genel bir bakış: Sultansazlığı sulak alanı örneği, *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri*, 335-345.
- Hughes, J. M. R. (1990). Use and a buse of wetlands, *Environmental Issues in 1990's*, 211-226
- Hughes, D. A., Smakhtin, V. (1996). Daily flow time series patching or extension: a spatial interpolation approach based on flow duration curves. *Journal of Hydrological Sciences*, 41 (6), 851–871.
- Kauffman G. J., (2002). What if... the United States of America were based on watersheds?. *Water Policy*, 4 (1), 57-68.
- Kent, D. M. (Ed). (2001). *Applied Wetlands Science and Technology* (2. Baskı). USA: Lewis Publishers.
- Köycü, Y., (2009). *İklim Değişikliğinin Sulak Alanlar Üzerindeki Etkileri*. Uzmanlık Tezi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

- Kusler, J. (2003). Wetlands and watershed management. *Institute for Wetland Science and Public Policy of the Association of State Wetland Managers, 1* (28), 1-165.
- Marsh, W. (1991). *Wetlands, Habitat and land Use Planning, Environmental Applications* (2. Baskı). New York, USA: John Wiley and Sons Inc.
- Meriç, B. T. ve Çağırankaya, S. (2013). *Sulak Alanlar*. 17 Mayıs 2018, <http://www.turkiyesulakalanlari.com/wp-content/uploads/sulak-alanlar-kitabi-baski-onayi-icin.pdf>.
- Mahamoud, Y. M. (2008). Prediction of daily flow duration curves and streamflow for ungauged catchments using regional flow duration curves. *Journal of Hydrological Sciences, 53* (4), 706–724.
- Odum, P. E. (1989). *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*. Sinaver Associaters, Inc., USA.
- OSİB (Orman ve Su İşleri Bakanlığı), (2017). Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı. 17 Mayıs 2018, http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/GÖLLER_VE_SULAK_ALANLAR_EYLEM_PLANI.sflb.ashx
- Özesmi, U. (1999). *Conservation strategies for sustainable resource use in the Kizilirmak Delta in Turkey*. Ph. D. Dissertation, University of Minnesota, USA
- Ramsar Convention Bureau (1992). *Ramsar Convention*, England: Slimbridge.
- Smakhtin, V., Anputhas, M. (2006). *An assessment of environmental flow requirements of Indian river basins*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 42p. (IWMI Research Report 107)
- Smakhtin, V., Masse, B. (2000). Continuous daily hydrograph simulation using duration curves of a precipitation index. *Hydrological Processes, 14*, 1.083–1.100.
- Smakhtin, V., Revenga, C., ve Döll, P. (2004a). *Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments*. Comprehensive

Assessment Research Report 2. Colombo, Sri Lanka: Comprehensive Assessment Secretariat.

Smakhtin, V., Revenga C., ve Döll, P. (2004b). *A Pilot Global Assessment of Environmental Water Requirements and Scarcity*. *Water International*, 29:3, 307-317, doi: 10.1080/02508060408691785

TÇV (Türkiye Çevre Vakfı) (1993). *Türkiye'nin Sulak Alanları*. Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, doi: 577.68/09561.

Tiril, A. (2006). Sulak Alanlar, *Peyzaj Mimarlar Odası Yayınları*, 1 (2), doi: 9944-89-141-X, 193.

Tont, S. A. (1997). *Sulak Bir Gezegenin Öyküleri* (44. Baskı). Ankara: TÜBİTAK Yayınları

Turan, L. (2001). *Türkiye'nin Ornitolojik Konumu ve Sulak Alanlar*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.

Williams, M. (1990). Understanding wetlands. *Wetlands: A threatened landscape*, 1-41.