

HİZMETE ÖZEL



**“POTANSİYEL AĞAÇLANDIRMA SAHALARI VERİTABANI İLE HAVZA İZLEME
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ” MEVCUT DURUM ANALİZİ VE
İHTİYAÇLARIN TESPİTİ TEKNİK DANIŞMANLIK HİZMETİ**

CEM-PRJ-Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri Raporu

Proje Kodu: Y401-G500000

Revizyon Numarası: 1.1.16

22 / 01 / 2013

Dağıtım Numarası:

© TÜBİTAK – BİLGEM
TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi
41470 Gebze KOCAELİ
Tel: (0262) 648 1000 Faks: (0262) 648 1100
www.bilgem.tubitak.gov.tr

© TÜBİTAK – BİLGEM – YTE
Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
YTE Ar-Ge Binası Çukurambar Mah. 1478. Cadde No:22
06100 Çankaya/ANKARA
Tel: (0312) 284 9 222 Faks: (0312) 286 5 222
[http://yte.bilgem.tubitak.gov.tr/](http://yte.bilgem.tubitak.gov.tr)
yte.bilgem@tubitak.gov.tr

Bu doküman “Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi” Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti Projesi Teknik Danışmanlık Hizmeti kapsamında ÇEM Genel Müdürlüğü için hazırlanmıştır.

HİZMETE ÖZEL

DEĞİŞİKLİK TARİHÇESİ

Rev.No	Yayın Tarihi	Yayın Nedeni	Hazırlayan(lar)
1.0.5	28/09/2012	İlk sürüm.	Eren CON Kemal ŞAHİN Sedat FİNDİK Engin GEM Yalın YENER Yrd. Doç. Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU Yrd. Doç. Dr. Aykut AKGÜN Yrd. Doç. Dr. Ceyhun GÖL Prof. Dr. Günay ERPUL İsmail KÜÇÜKKAYA Prof. Dr. Orhan DOĞAN M. Özgür MUTLU Hande BİLİR
1.1.16	22/01/2013	Nihai Rapor Seti	Eren CON Sedat FİNDİK Engin GEM Yalın YENER Yrd. Doç. Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU Doç. Dr. Aykut AKGÜN Doç. Dr. Ceyhun GÖL Prof. Dr. Günay ERPUL İsmail KÜÇÜKKAYA Prof. Dr. Orhan DOĞAN M. Özgür MUTLU Hande BİLİR

ONAYLAR

	Görevi	Adı Soyadı	Tarih	İmza
Hazırlayan(lar)	CBS Uzmanı / İş Analisti	Eren CON	22/01/2013	
	CBS Uzmanı / İş Analisti	Engin GEM		
	CBS Yazılım Uzmanı	Sedat FINDIK		
	CBS Uzmanı / İş Analisti	Yalın YENER		
	Proje Yöneticisi	M. Özgür MUTLU		
	Mekânsal Bilgi Teknolojileri Birim Yöneticisi	Hande BİLİR		
Kalite Güvence Onayı	Kalite Güvence Mühendisi	Kemal ARSLAN	22/01/2013	
	Kalite ve Süreç Yönetimi Birimi Yöneticisi (V.)	Ahmet DİKİCİ	22/01/2013	
PİDO Onayı	Proje İzleme ve Değerlendirme Ofisi Yöneticisi	Kadriye ÖZBAŞ ÇAĞLAYAN	22/01/2013	
PİDO Onayı	Proje Yönetimi Ofisi (PYO) Yöneticisi	Dr. Ahmet TUMAY	22/01/2013	
Enstitü Onayı	Enstitü Müdür Yardımcısı	Mustafa BAŞGÜN	22/01/2013	
	Enstitü Müdürü (V.)	Dr. Murat Kahraman GÜNGÖR	22/01/2013	

İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ	15
1.1	AMAÇ	15
1.2	KAPSAM	15
1.3	YÖNTEM	17
1.4	HEDEFLER	18
1.5	TERİMLER VE KISALTMALAR	19
1.6	REFERANSLAR	21
2	YÖNETİCİ ÖZETİ	32
3	ULUSLARARASI KURULUŞLAR, ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER VE AVRUPA BİRLİĞİ DİREKTİFLERİ	49
3.1	ULUSLARARASI KURULUŞLAR	49
3.1.1	Dünya Bankası (WB)	49
3.1.1.1	Dünya Bankası Tarafından Finanse Edilen Havza Yönetim Çalışmalarının İncelenmesi	49
3.1.1.2	Dünya Bankası'nın Türkiye Programı	50
3.1.2	Birleşmiş Milletler (UN)	51
3.1.3	Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)	53
3.1.4	AB Ortak Araştırma Merkezi Çevre ve Sürdürülebilirlik Enstitüsü (JRC-EIS)	55
3.1.5	Orman Avrupa Komitesi (FOREST EUROPE)	58
3.1.6	Dünya Doğayı Koruma Vakfı (World Wild Fund for Nature - WWF)	58
3.1.7	Avrupa Birliği (AB)	60
3.2	TÜRKİYE'NİN TARAF OLDUĞU ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER	61
3.2.1	Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi	61
3.2.2	Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi	62
3.2.3	RAMSAR Sözleşmesi	64
3.2.4	CITES Sözleşmesi	65
3.2.5	BERN Sözleşmesi	65
3.2.6	Avrupa Peyzaj Sözleşmesi	66
3.2.7	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü	66
3.2.8	Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi	69
3.2.9	Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi	70
3.2.10	Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı'na Katılımı Anlaşması	71
3.3	Avrupa Birliği Direktifleri	74
3.3.1	Su Çerçeve Direktifi	74
3.3.2	İçme Suyu Direktifi	78
3.3.3	Taşkın Direktifi	80
3.3.4	Türkiye'de Taşkın Direktifinin Uygulaması için Kapasitenin Geliştirilmesi Projesi	81
3.3.5	Yüzme Suyu Direktifi	81

3.3.6	Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi	82
3.3.7	Nitrat Direktifi	82
4	ULUSLARARASI İZLEME SİSTEMLERİ VE VERİTABANLARI	85
4.1	Nehir ve Havza Veritabanı (Catchment Characterisation and Modelling (CCM) River and Catchment Database, Version 2.1) (CCM2)	85
4.2	MOLAND (Monitoring Land Use / Cover Dynamics)	86
4.3	Geoland2- Değişen Çevre Koşullarının İzlenmesi Servisleri (Operational Monitoring Services For Our Changing Environment)	88
4.4	Avrupa Kuraklık İzleme Merkezi – Kombine Kuraklık Göstergeleri İzleme	91
4.5	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) - Küresel Orman İzleme Sistemi	93
4.6	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Land Use and Land Use Change and Forestry - LULUCF).....	94
4.7	Ormansızlaşma ve Orman Bozulma Emisyonlarının Azaltılması ile ilgili Birleşmiş Milletler Ortak Girişimi (United Nations Collaborative Initiative on Reducing Emissions From Deforestation and Forest Degradation - UN-REDD)	95
5	ULUSLARARASI PROJE ÖRNEKLERİ	97
5.1	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ OKLAHOMA EYALETİ SANDSTONE DERE HAVZASI PROJESİ ÖRNEĞİ.....	97
5.1.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	97
5.1.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	99
5.1.3	Belirlenen Temaların Değerlendirilmesi.....	99
5.1.4	Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler	102
5.1.5	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	103
5.1.6	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	104
5.1.6.1	Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından).....	104
5.1.7	Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu	105
5.1.8	Uygulanan Mevzuatlar	105
5.1.9	Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk.....	106
5.2	TUNA NEHRİ HAVZASI YÖNETİMİ.....	107
5.2.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	107
5.2.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	108
5.2.3	Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler	111
5.2.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	115
5.2.5	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	116
5.2.5.1	Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından).....	117
5.2.5.2	Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu	117
5.2.5.3	Uygulanan Mevzuatlar.....	117

5.2.5.4	Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk	118
5.3	VALLES KIRSALINDAKİ TOPRAKLAR VE ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİKLİKLERİ (1853-2004 CATALUNYA, İSPANYA)	119
5.3.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	119
5.3.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	126
5.3.3	Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler	128
5.3.4	Projede Havza Bazında Değerlendirilen Problemlere Getirilen Çözümler	129
5.3.5	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	129
5.3.6	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	130
5.3.7	Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)	131
5.3.8	Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu.....	131
5.3.9	Teknolojik ve Teknik gereksinimler Açısından Uygunluk	131
5.4	OVALAR VE TEPELER PROJESİ-HİNDİSTAN.....	132
5.4.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	132
5.4.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	132
5.4.3	Projede İzlenen Parametreler ve Veriler.....	133
5.4.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	133
5.4.5	Proje sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi.....	134
5.5	LOESS I- LOESS II HAVZA YÖNETİM PROJESİ-ÇİN	135
5.5.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	135
5.5.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	135
5.5.3	Projede İzlenen Parametreler ve Veriler.....	136
5.5.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	136
5.5.5	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	137
5.6	Kanada Montmorency Nehir Havzası için Su Yönetim Planı - Su Yönetiminde yeni bir yaklaşım.....	140
5.6.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	140
5.6.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	141
5.6.3	Projede İzlenen Parametreler ve Veriler.....	142
5.6.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	144
5.6.5	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	144
5.7	ORMAN EKOSİSTEMLERİ ÜZERİNE ÇEVRESEL STRES FAKTÖRLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ AMACI İLE HAVZA İZLEMELERİ-QUEBEC /KANADA	146
5.7.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	146
5.7.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi	147
5.7.3	Projede Kullanılan Modeller, İzlenen Parametreler	147
5.7.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	148
5.7.5	Proje Sonuç ve Uygulanan Yöntemlerin Türkiye’de Kullanılabilirliği	148
5.8	AKDENİZ HAVZASI ÜLKELERİNDE EROZYON HARİTALAMA VE ÖLÇÜM PROJESİ	151

5.8.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	151
5.8.2	Proje Bileşenleri.....	152
5.8.3	Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler	152
5.8.4	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	163
6	HAVZA YÖNETİM TEKNİĞİ Bakımından GELİŞMİŞ ÜLKEler ve Türkiye'deki uygulamaların KARŞILAŞTIRILMASI.....	165
6.1	YENİ ZELANDA-AVUSTRALYA HAVZA YÖNETİM (ÇİFTLİK) MODELİ	165
6.1.1	Yeni Zelanda ve Avustralya Hakkında Genel Bilgiler	165
6.1.2	Havza, Havza Yönetimi, Amaçları ve Planlama Esasları	165
6.1.3	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi.....	166
6.1.3.1	Hızlı Gelişen Tür Ağaçlandırmaları	166
6.1.3.2	Çiftlik Ormanları Tesisleri	166
6.1.3.3	Erozyonu Önleyen Çalışmalar	167
6.1.3.4	Mera Islahı.....	167
6.2	TÜRKİYE, YÜKSEK DAĞLIK SU HAVZALARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE HAVZA YÖNETİMİNİN AMACI VE PLANLAMA ESASLARI.....	168
6.2.1	Havzaların Mülkiyet Durumu	168
6.2.2	Havza Yönetiminin Doğal, Sosyal ve Ekonomik Sorunları	168
6.2.3	Havza Yönetiminin Temel Amacı	168
6.2.4	Havza Planlama Tekniğinin Gelişimi	168
6.2.5	Havza Yönetimi Proje Uygulamalarının Yararları.....	169
6.3	TÜRKİYE'DE VE BENZER ÜLKELERDE HAVZA YÖNETİMİNİN İZLEME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARINDA ÖNEMLİ TESPİTLER.....	169
6.4	GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE HAVZA YÖNETİMİNDE TEMEL FARKLILIKLARA ÖZET HALİNDE TOPLU BİR BAKIŞ.....	170
7	EROZYONUN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİNDE ULUSLARARASI KABUL GÖRMÜŞ MODELLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....	172
7.1	EROZYON MODELLERİ VE LİTERATÜR	172
7.2	Avrupa'da Toprak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi projesi Örneği	177
7.2.1	Proje Hakkında Genel Bilgiler.....	177
7.2.2	Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi.....	178
7.2.3	Belirlenen Temaların Değerlendirilmesi.....	178
7.2.4	Projede Kullanılan Model, İzlenen Parametreler, Veriler ve Yaklaşımlar.....	179
7.2.5	Proje Çıktıları	188
7.2.6	Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi	191
7.2.7	Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	193
7.2.8	Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)	198
7.2.9	Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu.....	199

7.2.10	Uygulanan Mevzuatlar	199
7.2.11	Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk.....	200
8	HAVZA İZLEME SİSTEMİNDE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ VE ULUSLARARASI ÖRNEKLER	201
8.1	Doğal Kaynaklara ve Doğal Süreçlere Yönelik Sayısal Görüntü Analizleri ve Sınıflandırma Teknikleri .	201
8.1.1	Uzaktan Algılama Sınıflandırma İşlemi.....	202
8.1.2	Uzaktan Algılama Verisinin Seçimi.....	202
8.1.3	Bir Sınıflandırma Sistemi ve Eğitim Örneklerinin Seçimi	202
8.1.4	Veri Ön İşleme	203
8.1.5	Bilgi Çıkarımı ve Seçimi.....	203
8.1.6	Uygun Sınıflandırma Yönteminin Seçimi	203
8.1.7	Sınıflandırma Sonrası İşlem	203
8.1.8	Sınıflandırma Performansının Değerlendirilmesi.....	204
8.1.9	Sınıflandırma Doğruluk Değerlendirmesi.....	204
8.1.10	Uluslararası Güncel Fiili Uygulamalar	204
8.1.10.1	LANDSAT ve SAR Verisi Kullanarak Yerleşim ve Yarı-Yerleşim Arazi Örtüsü Sınıflandırması için Spektral, Polarimetrik, Zamansal ve Mekânsal Boyutlarının Değerlendirilmesi [Ref 153].	204
8.1.10.2	Himalayalardaki Havza Sürdürülebilirliğinin Modellenmesi ve Yüksek Çözünürlüklü Uzaktan Algılanması 208	
8.1.10.3	Bir Landsat Tematik Haritalama Görüntüsü ile Karasal Sulak Alan Bitki Örtüsü Sınıflandırması.....	211
8.2	Doğal Kaynaklara ve Doğal Süreçlere İlişkin Zamansal Değişimlerin Ortaya Çıkarılmasına Yönelik Sayısal Görüntü Analizleri	216
8.2.1	Zamansal Değişimin Tanımlanması	217
8.2.2	Uzaktan Algılama Verisinin Alınmasına İlişkin Dönem ve Değerlendirilecek Zaman Aralığı	219
8.2.3	Görüntü Ön İşlemleri.....	220
8.2.4	Sayısal Değişim Saptama Teknikleri	221
8.2.5	Sayısal Değişim Saptama Yordamlarının Hassasiyet ve Uygulama Açısından Değerlendirilmesi.....	222
8.2.6	Uluslararası Güncel Fiili Uygulamalar	223
8.2.6.1	Zagros (İran) Ormanlarında Spektral ve Topografik Değişkenlerin Değerlendiği, Arazi Örtüsündeki Değişimin Çıkarılması.....	223
8.2.6.2	Batı Afrika Senegal Nehir Vadisi İçerisinde Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Taşkın İzleme Çalışmaları 224	
8.2.6.3	Tayvan'da Tayfunlarla Tetiklenen Kütle Hareketlerine İlişkin Gerçekleştirilen Sayısal Değişim Saptama Çalışmaları.....	225
9	SONUÇLAR.....	228
9.1	HAVZA YÖNETİMİ	228
	Projelerde Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler	234
9.2	EROZYONUN İZLENMESİ ve MODELLENMESİ	239

9.3	HAVZA İZLEME SİSTEMİNDE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ	242
-----	---	-----

TABLolar

Tablo 1. İncelenen Örnekler Listesi	17
Tablo 2. Havza Kaynakları Tahribatı ve Çözüm Önerileri	34
Tablo 3. Su Çerçeve Direktifi Uygulama Zaman Çizelgesi	76
Tablo 4. Kombine Kuraklık Göstergeleri.....	92
Tablo 5. Göstergelerin Uygulama Zamanlaması.....	92
Tablo 6. Uluslararası Orman İzleme Sistemleri İçin Veri Elde Etme Yöntemleri (Holmgren & Thuresson (1998), Kleinn (2006) ve Andersson (2006) [Ref 162], [Ref 163], [Ref 164].....	93
Tablo 7. Havzada Değerlendirilecek Temalar ve Önem Dereceleri	99
Tablo 8. Proje Kapsamında Değerlendirilen Veriler	102
Tablo 9. Tuna Havza Yönetiminde Kullanılan Sistem, Yöntem ve Model Özellikleri	111
Tablo 10. Tuna Havza Yönetiminin Veri Kapsamı.....	111
Tablo 11. Tuna Havzasında Meydana Gelen Kaza Örnekleri.....	112
Tablo 12. 1860 ve 1999'da Çalışma Alanı Civarındaki Başlıca Arazi Kullanımları (Ha) [Ref 44]	125
Tablo 13. 1860 ve 1999'daki Ana Ürünler İçin Çalışma Alanının Arazi Uygunluğu	125
Tablo 14. İndeks Arazi Değerine İlişkin 1999'daki Altyapılarla Kaplanan Arazi Dağılımı ve Şehirleşme.....	126
Tablo 15. 1860 ve 1999'da Çalışma Alanında Arazi Kullanımı ve Uygunluk Oranı	126
Tablo 16. Havzaya Ait Özellikler.....	141
Tablo 17. Su Kalitesi Parametreleri ve İndis Değerleri.....	143
Tablo 18. Su Kalitesi Sınıflaması.....	143
Tablo 19. Çayboğazı Havzası, Nif ve Çenger Alt Havzaları Topografik ve Drenaj Özellikleri (1/25.000'lik topografik haritadan).....	158
Tablo 20. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Aletleri.....	159
Tablo 21. Ölçülen Süspansediman ve Toplam Sediman Miktarları	160
Tablo 22. Çayboğazı Havzasının Erozyon Dağılımı.....	160
Tablo 23. Gelişmiş ve Az Gelişmiş/Gelişmekte Olan Ülkelerde Havza Yönetimindeki Temel Farklılıklar	170
Tablo 24. Farklı Ölçeklerde ve Farklı Zaman Kesitleri İçin Yaygın Olarak Kullanılan Toprak Bozunumu Yaklaşımları ve Toprak Erozyonu Örnek Modelleri [Ref 56]	173
Tablo 25. Farklı Ülkelerde Genellikle Kullanılan Erozyon Modellerinin Kısa-Adları İle Türkçe ve İngilizce Açılımları	174
Tablo 26. Avrupa Jeo-grafiksel Toprak Veritabanı Bilgi Düzeninde Her Bir Bünye Sınıfı İçin Temsili Bünye Parametreleri	185
Tablo 27. CORINE Arazi Örtüsünde (CORINE Land Cover 2000) Tanımlanan ETKE/YETKE-C Değerleri (EEA, 2000)	196
Tablo 28. Orman Alanları Meşcere Tipi ve Kapalılıklarına Göre Belirlenmiş ETKE/YETKE-C Değerleri	197
Tablo 29. Değişim Saptama Sınıflama Sistemi [Ref 100], [Ref 95].....	217
Tablo 30. Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İçerisinde İzlenen Değişimin Muhtemel Kaynakları [Ref 101], [Ref 95].	218
Tablo 31. Sayısal Değişim Saptama Yöntemleri [Ref 121], [Ref 95].....	221

Tablo 32. Sayısal Değişim Saptama Tekniklerinin Sınıflandırılması [Ref 97], [Ref 95]. 222

ŞEKİLLER

Şekil 1. Doğal Kaynakların İyileştirilmesine İlişkin Koordinasyon Uygulama Şeması	35
Şekil 2. Havza Yönetim Proje Uygulamalarında Karar Vericiler	37
Şekil 3. Havza Yönetim Yaklaşımları	38
Şekil 4. Havza Planlarında Uyumluluk	39
Şekil 5. Sürdürülebilir Havza Yönetiminin Planlama Aşamaları	40
Şekil 6. Havza Yönetimi Planlama ve Uygulama Süreci	41
Şekil 7. Mikro Havzaların Seçim Öncelikleriyle İlgili Önemli Anahtar Göstergeler	42
Şekil 8. Proje I ve Proje II Çalışma Havzaları	61
Şekil 9. Avrupa Birliği Su Mevzuatı [Ref 24]	79
Şekil 10. CCM2 Veritabanı Türkiye	85
Şekil 11. Havza Veritabanı Oluşturulması İş Akışı	86
Şekil 12. Arazi Kullanım Modellerinde Genel Çerçeve	87
Şekil 13. Arazi Kullanım Modellerine Göre 2020 Yılı Arazi Kullanımı ve Örtüsü Tahminleri	88
Şekil 14. Munich-Verona Bölgesi Yüksek Çözünürlüklü Arazi Örtüsü Katmanları	89
Şekil 15. 2005 Yılı Fransa, Adour Garonne Havzası Sulanan Yaz Bitkileri Haritası	89
Şekil 16. Orman İzleme Servisinden bir Görüntü	90
Şekil 17. 2002 yılı Dünya Ekosistem Değişimi	90
Şekil 18. 2011 Bahar ve Yaz Dönemi İçin Kuraklık Göstergesi Örneği	91
Şekil 19. FRA Uzaktan Algılama Portalı (Sarı tonlardan (%0) yeşil tonlara (%100) doğru kapalılık artmaktadır.) ...	94
Şekil 20. Arazi Kullanımına Bağlı Kişi Başına Düşen Sera Gazı Miktarları	94
Şekil 21. Arazi Kullanımına Bağlı Olmayan Kişi Başına Düşen Sera Gazı Miktarları	95
Şekil 22. Ülkeler ve UN Özellikleri	95
Şekil 23. Karbon İzleme Sisteminden Bir Görüntü	96
Şekil 24. Oklahoma Eyaleti'nin Ülke İçerisindeki Konumu [Ref 34]	98
Şekil 25. Sandstone Deresi Havzası [Ref 39]	98
Şekil 26. Tuna Havzası Sınırları	107
Şekil 27. Web Tabanlı Taşkın İzleme Ara Yüzü	113
Şekil 28. Taşkın Riski Taşıyan Alanlar	113
Şekil 29. Ülkeler Arası İzleme Ağı Ara Yüzü	114
Şekil 30. Kentsel Atık Su Ağı Mevcut Durum	115
Şekil 31. Valles Çalışma Alanı	119
Şekil 32. Çalışma Alanı 1850 Arazi Kullanım Haritası	120
Şekil 33. Çalışma Alanı 1950 Arazi Kullanım Haritası	121
Şekil 34. Çalışma Alanı 1999 Arazi Kullanım Haritası	122
Şekil 35. Çalışma Alanı Eğim Haritası	124
Şekil 36. Proje Alanı Sınırı	135
Şekil 37. Havzanın Konumu	140

Şekil 38. Havzanın Genel Görünümü	141
Şekil 39. Havza Haritası (Yeşil balık: çok iyi, Sarı Balık: iyi, Turuncu Balık: orta, Kırmızı Balık: zayıf)	143
Şekil 40. Qubec Bölgesi Akarsuları Su Kalitesi Göstergeleri	144
Şekil 41. RESEF İstasyonları Ölçüm Ağı	147
Şekil 42. Yağış Ölçümü	149
Şekil 43. Litier (orman altı yaprak).....	149
Şekil 44. Taşkın ölçer	149
Şekil 45. Toprak suyu ölçümü	149
Şekil 46. Ağaç Gelişimi ölçümü	149
Şekil 47. Yağış ve yıkanma ölçümü.....	149
Şekil 48. Boşaltım-çıkış ölçümü.....	150
Şekil 49. İklim veri ölçümleri	150
Şekil 50. Dendrometre	150
Şekil 51. Toprak etüdü.....	150
Şekil 52. Yaprak Kimyasal Ölçümü	150
Şekil 53. Çayboğazı Havzası Konumu ve Havzadan Bir Görüntü	151
Şekil 54. Eşen Çayı Havzası Konumu.....	154
Şekil 55. Erozyon Haritalamasında Temel Veriler ve Yöntem Şeması	154
Şekil 56. Eşen Çayı Havzası Erozyon Haritası (1.....5 Çok Hafiften Çok Şiddetliye Kadar Sınıflama)	155
Şekil 57. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (I.Faz).....	156
Şekil 58. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (II. Faz).....	157
Şekil 59. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (III. Faz).....	157
Şekil 60. Çayboğazı Erozyon Ölçüm İstasyonları	159
Şekil 61. Çayboğazı Havzası Büyük Toprak Grupları ve Erodibilite Düzeyleri	161
Şekil 62. Çayboğazı Havzası Erozyon Durumu Haritası	162
Şekil 63. Çenger Alt Havzası'nda Sediman Ölçüm İstasyonu.....	162
Şekil 64. Çayboğazı Havzası Yanıklar Debi Ölçüm İstasyonu	163
Şekil 65. Nif Alt Havza Ölçüm İstasyonu (Limnigraf, Veri İzleyicisi).....	163
Şekil 66. Avrupa Ölçeğinde Erozyon Tehlikesi.....	179
Şekil 67. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Hazırlanmasında Kullanılan Veritabanları ve Parametreleri Gösterir Akış Şeması.....	180
Şekil 68. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Elde Edilmesi İçin Gerekli Yağış Verilerinin Kullanıldığı İklim İstasyonlarını Gösterir Harita.....	181
Şekil 69. Bulanık (Fuzzy) Yağış Erozyon Oluşturma Gücü.....	182
Şekil 70. Avrupa (Y)ETKE-R Haritası.....	183
Şekil 71. Avrupa Jeo-Grafiksel Toprak Veritabanında Bilgi Düzeni, Toprak Haritalama Birimlerindeki Tipolojiler ve (Y)ETKE-K Etmeni Hesaplama Yöntemi	184

Şekil 72. Avrupa Toprak Veritabanı'nda (Y)ETKE-K Etmeni İçin Değerlendirilen Toprak Verilerinin (%Kil, %Silt ve %Kum) Bünye Üçgeni İçerisindeki Konumu	185
Şekil 73. Avrupa (Y)ETKE-K Haritası	186
Şekil 74. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Elde Edilmesinde Kullanılan Bitkisel Örtü ve Ürün Yönetimi Etmeninin ((Y)ETKE-C) Belirlenmesinde Kullanılan Matematiksel Bağıntı ve Eğrisi.....	187
Şekil 75. Avrupa (Y)ETKE-C Haritası	187
Şekil 76. Avrupa (Y)ETKE-LS Haritası	189
Şekil 77. CBS Araçları ile (Y)ETKE Metodolojisinde Niceliksel Toprak Kayıplarının Hesaplanması (Eş. [1])	189
Şekil 78. (Y)ETKE Yöntemi ile Hazırlanmış Avrupa "Gerçek Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritası	190
Şekil 79. (Y)ETKE Yöntemi ile Hazırlanmış Avrupa "Potansiyel Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritası.....	190
Şekil 80. İnceleme Alanı ve Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Verisinin Alansal Yayılımları.....	205
Şekil 81. İncelemede Kullanılan a) Landsat ETM+ (4,3,2 Band kombinasyonu) ile b) Filtrelenmemiş ve c) Filtrelenmiş PALSAR (HH, HV VE HH/HV) Uydu Görüntüleri	206
Şekil 82. PALSAR ve Landsat Uydu Görüntülerinden Sayısal Görüntü Sınıflandırması ile Elde Edilen Arazi Kullanım Haritaları ve Bu Harita Üzerinde Belirlenen Bitki Örtüsü Türleri.....	207
Şekil 83. İnceleme Alanı ve Kullanılan Veri Seti ile Alansal Kaplama Kapasiteleri.....	208
Şekil 84. Havzanın Quickbird Pan Görüntüsü Üzerinden Görsel Yorumlama İle Çıkarılmış Arazi Örtüsü Haritası	210
Şekil 85. a) 1986 Tarihli ve b) 2001 Tarihli SPOT Görüntülerinden Elde Edilen NDVI Haritaları	210
Şekil 86. A) Senaryo 1 ve B) Senaryo 2'ye Göre Elde Edilen Toprak Erozyonu Haritaları	211
Şekil 87. İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası	212
Şekil 88. Landsat 5 TM Görüntüsün: a) Taze Su, b) Tuzlu Su, c) Toprak ve d) Bitki Örtüsü İçin Spektral Karışım Analizinden Elde Edilmiş Dört Kısım Görüntü.	213
Şekil 89. Sulak Alan Bitki Örtüsü Sınıflandırması İçin Landsat TM Görüntüsü Kullanılarak İzlenen Hibrit Sınıflandırma Yöntemi.....	214
Şekil 90. Landsat TM ve Hibrit Sınıflandırıcı Yaklaşımı İle Elde Edilmiş Olan Sulak Alan Sınıflandırılmış Tematik Haritası	215
Şekil 91. Khalyani et al. (2012) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 122].....	223
Şekil 92. Khalyani et al. (2012) tarafından çok zamanlı görüntüler içerisinde sınıflandırma sonrası gerçekleştirilen değişim analizine ilişkin sonuçlar (Khalyani et al., 2012'den alınmıştır).....	224
Şekil 93. Sandholt et al. (2003) Tarafından Gerçekleştirilen Karşılaştırmalı Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 123]	225
Şekil 94. Mondini et al. (2011) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 124]	226
Şekil 95. Mondini et al. (2011) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmada Tayfunlarla Tetiklenen Kütle Hareketlerine İlişkin Değişimin Saptanması; (a) Olay öncesi görüntü, (b) Olay sonrası görüntü, (c) Olay sonrası PCA4, ICA4 ve SA RGB kompozit görüntüsü, (d) Olay sonrası δNDVI, SA ve ICA4 RGB kompozit görüntüsü [Ref 124]	227

1 GİRİŞ

1.1 AMAÇ

Bu raporun amacı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün (Bundan böyle "ÇEM" veya "İdare" olarak anılacaktır) Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı ile Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi kapsamında uluslararası alanda havza bazında gerçekleştirilen farklı gelişmişlik düzeyleri ve coğrafyalardaki ülkelerde gerçekleştirilen projelerin incelenmesi ve Türkiye'ye uygunluğunun irdelenerek, bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacak şekilde, yapılan literatür çalışmasının sonuçlarının raporlanmasıdır.

1.2 KAPSAM

Rapor kapsamında dünyada farklı amaçlarla gerçekleştirilmiş havza projelerinden örnekler sunulmuş, bu örnekler doğrultusunda yapılan değerlendirmelerle havza yönetiminin dünyada uygulanışı ve Türkiye'deki durum ile ilgili tespitler yapılmıştır. Havza yönetim tekniği açısından gelişmiş ülkelerdeki ve Türkiye'deki uygulamalar karşılaştırılmıştır. Raporda aynı zamanda havza bazında çalışma yapan uluslararası organizasyonlara, taraf olunan uluslararası sözleşmelere ve Avrupa Birliği kriterlerine yer verilmiş, dünyada kurulmuş bulunan örnek teşkil eden önemli uluslararası izleme sistemleri ve veritabanları hakkında bilgi verilmiştir. Literatürde yer alan erozyon modelleri ve özelliklerinden bahsedilerek Türkiye'de yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Havzada doğal kaynakların ve doğal süreçlerin değerlendirilmesi ve izlenmesinde uzaktan algılama yöntemleri değerlendirilmiş ve dünyada bu kapsamda yapılan çalışmalar taranarak sonuçları irdelenmiştir.

Bu raporda, yapılan literatür çalışmaları aşağıda belirtilen kapsamda özetlenebilir.

- **Uluslararası Kuruluşlar**
 - Dünya Bankası
 - Birleşmiş Milletler
 - FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)
 - Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF)
 - Avrupa Birliği
- **Türkiye'nin Taraf Olduğu Uluslararası Sözleşmeler**
 - Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Barselona) Sözleşmesi
 - Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi
 - Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Biyogüvenlik Protokolü
 - RAMSAR Sözleşmesi (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme)
 - Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
 - Soyu Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Cinslerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme - CITES Sözleşmesi
 - Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma - BERN Sözleşmesi
 - Avrupa Peyzaj Sözleşmesi

- Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi
- Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi
- İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü
- Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı'na Katılımı Anlaşması
- **AB Direktifleri**
 - Su Çerçeve Direktifi
 - Nitrat Direktifi
 - Taşkınlar Direktifi
 - İçme Suyu Direktifi
 - Yüzme Suyu Direktifi
 - Kentsel Atıksu Direktifi
- **Uluslararası İzleme Sistemleri ve Veritabanları**
 - Nehir ve Havza Veritabanı (CCM2)
 - MOLAND
 - GEOLAND2
 - Avrupa Kuraklık İzleme Merkezi
 - Gıda ve Tarım Örgütü- Küresel Orman İzleme Sistemi
 - LULUCF-Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
 - UN-REDD- Ormansızlaşma ve Orman Bozulma Emisyonlarının Azaltılması ile İlgili BM Ortak Girişimi
- Uluslararası Proje Örnekleri
- Havza Yönetim Tekniği Bakımından Gelişmiş Ülkeler ve Türkiye'deki Uygulamaların Karşılaştırılması
- Erozyonun İzlenmesi ve Değerlendirilmesinde Uluslararası Kabul Görmüş Modeller ve Uygulama Örnekleri
- Havza İzleme Sisteminde Uzaktan Algılama Yöntemleri ve Uluslararası Örnekler
- Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri Genel Değerlendirme

Bu rapor kapsamında incelenen uluslararası örnekler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İncelenen Örnekler Listesi

Sayı	Ülke	Proje Adı	İnceleyen
1	Amerika Birleşik Devletleri	Oklahoma Eyaleti Sandstone Dere Havzası Projesi Örneği	Doç. Dr. Ceyhun GÖL, Eren CON, Özgür MUTLU
2	İspanya, Catalunya	Valles Kırşalındaki Topraklar ve Arazi Kullanım Değişiklikleri	Doç. Dr. Ceyhun GÖL, Engin GEM, Özgür MUTLU
3	16 Ülke	Tuna Havzası Yönetimi	Eren CON, Özgür MUTLU
4	Hindistan	Ovalar ve Tepeler Projesi	İsmail KÜÇÜKKAYA
5	Çin	LOESS I - LOESS II Havza Yönetim Projesi	İsmail KÜÇÜKKAYA
6	Yeni Zelanda-Avustralya	Yeni Zelanda-Avustralya Havza Yönetim (Çiftlik) Modeli	İsmail KÜÇÜKKAYA
7	Kanada	Montmorency Nehir Havzası için Su Yönetim Planı-Su Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım	Prof. Dr. Orhan DOĞAN
8	Kanada	Orman Ekosistemleri Üzerine Çevresel Stres Faktörlerinin Etkisinin Belirlenmesi Amacı ile Havza İzlemeleri-Quebec	Prof. Dr. Orhan DOĞAN
9	Türkiye, İspanya, Tunus,	Akdeniz Havzası Ülkelerinde Erozyon Haritalama ve Ölçüm Projesi	Prof. Dr. Orhan Doğan
10	Avrupa	Avrupa'da Toprak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi Projesi	Prof. Dr. Günay ERPUL
11	İran	Zagros Ormanlarında Spektral ve Topografik Değişkenlerin Değerlendirildiği, Arazi Örtüsündeki Değişimin Çıkarılması	Yrd. Doç. Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU
12	Senegal	Senegal Nehri Vadisinde Taşkın İzleme Amacıyla Kullanılan Uzaktan Algılama Teknikleri	Yrd. Doç. Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU
13	Amerika Birleşik Devletleri	Landsat ve SAR Verisi Kullanarak Yerleşim ve Yarı-Yerleşim Arazi Örtüsü Sınıflandırması İçin Spektral, Polarimetrik, Zamansal ve Mekânsal Boyutlarının Değerlendirilmesi	Doç. Dr. Aykut AKGÜN
14	Hindistan	Himalayalardaki Havza Sürdürülebilirliğinin Modellenmesi ve Yüksek Çözünürlüklü Uzaktan Algılanması	Doç. Dr. Aykut AKGÜN
15	Çin	Bir Landsat Tematik Haritalama Görüntüsü ile Karasal Sulak Alan Bitki Örtüsü Sınıflandırması	Doç. Dr. Aykut AKGÜN

1.3 YÖNTEM

Yöntem olarak dünyada gerçekleştirilen havza bazında projeler taranmış ve farklı ekolojik ve coğrafik özellikler taşıyan örnekler seçilmiştir. Bu seçim yapılırken aynı zamanda hem gelişmiş hem de az gelişmiş/gelişmekte olan ülkelerde uygulanan proje örneklerine yer verilmiştir.

Proje örnekleri ile ilgili yapılan çalışmalarda aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur:

- Projelerde izlenen uluslararası mevzuatların belirlenmesi,
- Projelerin seçilme nedenleri (gelişmiş, gelişmekte olan ülkeler, farklı ekolojik özelliklere sahip bölgeler),
- Karşılaştırma ve ülke örneklerinin Türkiye'ye uygunluğunun ve farklılıkların tartışılması,
- Örnek projelerde karşılaşılan iyi uygulamalar, göze çarpan, vurgulanması gereken hususların belirtilmesi.

1.4 HEDEFLER

Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri Analiz Raporu'nun hedefleri aşağıda listelenmiştir.

1. İyi uygulama örneklerinin tespit edilmesi,
2. Gelişmiş ülkeler ve Türkiye benzeri ülkelerde yapılan uygulamalar,
3. Türkiye'ye uygun ya da uygun olmayan model ve verinin belirlenmesi,
4. Rapor sonuçlarının model ve veri altyapısı çalışmalarında yönlendirici olması,
5. Dünyada kullanılan model ve verinin tespit edilerek yönelimin ortaya konması,
6. Coğrafi Bilgi Sistemleri/Uzaktan Algılama teknolojilerinin nasıl kullanıldığına ilişkin sonuçların ortaya konması,
7. Havza izleme sistemleri, kullanılan veri setleri ve Türkiye'ye uygunluğunun değerlendirilmesi,
8. Farklılıklar, benzerlikler ve yapılması gerekenler.

1.5 TERİMLER VE KISALTMALAR

Terim / Kısaltma	Tanım
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AÇA	Avrupa Çevre Ajansı
AHB	Akarsu Havza Bölgesi
AVHRR	Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre
BİLGEM	Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇK	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Konvansiyonu
BTG	Büyük Toprak Grupları
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund (Kritik Ekosistem Ortaklık Fonu)
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme)
CPS	Ülke Ortaklık Stratejisi
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
EIONET	European Environment Information and Observation Network (Avrupa Çevre Bilgi ve Gözlem Ağı)
ETKE	Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği
ESDAC	Avrupa Toprak Veri Merkezi
EFDAC	Çevre Orman Veri Merkezi
FAO-SEC	The Food and Agriculture Organization of the United Nations – Subregional Office for Central Asia (Gıda ve Tarım Örgütü - Orta Asya Alt Bölge Ofisi)
FRA	Küresel Orman Kaynakları Değerlendirme
FTPP	FAO-Türkiye Ortaklık Programı Anlaşması
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası)
İDKK	İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu
IPA	Türkiye-AB Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
IQBP	Suyun Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Özelliklerini Belirleyen İndis
IUCN	International Union for Conservation of Nature

MAM	Marmara Araştırma Enstitüsü
MDG	Anadolu Arboretum ve Botanik Bahçesi Master Planı
MDGS	Bin Yıl Kalkınma Hedefleri
NDVI	Normalleştirilmiş Fark Bitki İndisi
NRCS	Natural Resources Conservation Service
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
PAP	Bölgesel Eylemler Merkezi
PAM	Akdeniz Eylem Planı
PNUE	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
RESEF	Orman Ekosistemleri Araştırma ve İzleme Ağı
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SYM	Sayısal Yükselti Modeli
STK	Sivil Toplum Kuruluşları
SCS	Toprak Koruma Servisi
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TİKA	Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UA	Uzaktan Algılama
USLE	Universal Soil Loss Equation
UBSEP	Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı
UEKAE	Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi)
UNIDO	Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü
UNFPA	Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu
UNHCR	Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği
UNIC	Birleşmiş Milletler Enformasyon Merkezi
USDA	United States Department of Agriculture
UTNKK	Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu
WBG	World Bank Group
WWF	World Wide Fund For Nature (Dünya Doğayı Koruma Vakfı)
YETKE	Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği
YTE	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
YY	Yüzyıl

1.6 REFERANSLAR

- Ref 1.** "Dünya Bankası". Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Terimler Sözlüğü. Erişim tarihi: 10 Nisan 2011.
- Ref 2.** "Dünya Bankası". Wikipedia.
- Ref 3.** Salah Daeghouth, Christopher Ward, Gretel Gambarelli, Erika Styger ve Julienne Roux, Havza Yönetim Yaklaşımları, Politikaları ve Faaliyetleri: Ölçek Büyütmeye Yönelik Dersler. Su Sektörü Kurulu Kararı Belge Serisi, Belge No.11, Mayıs 2008
- Ref 4.** "BM- Birleşmiş Milletler". Wikipedia
- Ref 5.** "Gıda ve Tarım Örgütü - FAO". Wikipedia
- Ref 6.** FAO, Havza Sulama Çalışmaları. URL: "http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e02.htm "
- Ref 7.** FAO, Havza Düzeni ve Setler. URL : "http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e03.htm#2.2 basin layout"
- Ref 8.** BM -Türkiye Çalışmaları URL : "http://www.un.org.tr/BMAnkaraweb.pdf"
- Ref 9.** World Wide Fund For Nature (WWF) (Dünya Doğayı Koruma Vakfı)
URL: "http://wwf.panda.org/who_we_are/"
- Ref 10.** WWF çalışmaları. URL : "http://www.turkcebilgi.com/ansiklopedi/d%C3%BCnnya_do%C4%9Fay%C4%B1_koruma_vakf%C4%B1_wwf_t%C3%BCrkiye"
- Ref 11.** Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi, Ekim 2011
- Ref 12.** AB. Wikipedia.
- Ref 13.** AB eşleştirme projeleri. URL : "http://www.avrupa.info.tr/tr/resource/news-archiv/news-single-view/article/ab-eslestirme-projeleri-marsilyadaki-6-duenya-su-forumunda-bulusuyor.html"
- Ref 14.** AB'nin Türkiye'deki Havza Çalışmaları. TÜBİTAK-MAM
"http://www.mam.gov.tr/guncel/2011/su-yonetimi/Projeler%20bilgi.pdf"
- Ref 15.** Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi , " Avrupa Birliği'nde Nitrat Direktifi Uygulamaları ve Türkiye'de Uygulanabilirliği",2008.[Çevrimiçi].Erişim:
http://abdgm.tarim.gov.tr/ABU_files/Tezler/tutkuguzelordu.pdf
- Ref 16.** Eickhout B. an Kram T. 2007. Environmental trends in Europe.
Erişim:http://www.risoe.dk/Research/sustainable_energy/energy_systems/projects/AG2020/~medi a/Risoe_dk/Research/Foresight_analysis_AG2020/Documents/Environmental%20trends%20in%20Europe.ashx Erişim tarihi:18.05.2008
- Ref 17.** Scheierling, M.S. 1996. Overcoming Agricultural Water Pollution in the European Union. *Finance & Development/September*. 32-35.
- Ref 18.** Kuik, O. 2006. Ex-ante and ex-post costs of implementing the Nitrates Directive.
- Ref 19.** Anonymous 2005. Ireland National Action Programme Under the Nitrates Directive
- Ref 20.** Oenema O, Van Liere L., Plette S, Prins T, Zeijts H. and Schoumens O. 2004. Environmental effects of manure policy options in The Netherlands. *Water Sci. Technology*, 49 (3):101-8

- Ref 21.** <http://www.cowiprojects.com/4CountryEnvironmentalProject/turkey/1stRegionalWorkshop/EU-Turkey-WaterManagementLegislation-EMP.pdf>
- Ref 22.** <http://istanbul.rshm.gov.tr/yayinlar/y%C3%BCzme%20sular%C4%B1/b%C3%B6l%C3%BCm1.pdf>
- Ref 23.** <http://www.chanceproject.eu/?l=tr&m=faqs&id=faqs>
- Ref 24.** <http://www.cowiprojects.com/4CountryEnvironmentalProject/turkey/1stRegionalWorkshop/EU-Turkey-WaterManagementLegislation-EMP.pdf>
- Ref 25.** Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks in all available languages (OJ L288, 6.11.2007, p.27)
- Ref 26.** Dr. MADEN Tuğba Evrim 2011, AB Taşkın Direktifi ve Meriç Nehri. Dış Politika Analizleri. Erişim tarihi:13.04.2011 Erişim : <http://www.orsam.org.tr/tr/yazigoster.aspx?ID=1757>
- Ref 27.** Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Projeleri
- Ref 28.** Orta Asya ve Kafkaslarda Dağlık Havzaların Sürdürülebilir Yönetimi İçin Kapasite Geliştirme Bölgesel Projesi, Erişim :
http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/Havza_Planlama/FAO_Havza_Yonetimi_Kapasite_Gelistirme_Bilgi_Notu.pdf
- Ref 29.** Konya Kapalı Havzası (WWF),ERİŞİM: <http://www.wwf.org.tr/page.php?ID=12>
- Ref 30.** Doğu Karadeniz Havzası(WWF), ERİŞİM: <http://www.wwf.org.tr/page.php?ID=210&mID=199>
- Ref 31.** Büyük Menderes Havzası(WWF),ERİŞİM: <http://www.wwf.org.tr/page.php?ID=432&mID=88>
- Ref 32.** Eğirdir Gölü (WWF), ERİŞİM : <http://www.wwf.org.tr/page.php?ID=11&mID=89>
- Ref 33.** Küre Dağları (WWF), ERİŞİM: <http://www.wwf.org.tr/page.php?ID=103&mID=86>
- Ref 34.** <http://en.wikipedia.org/wiki/Oklahoma>
- Ref 35.** <http://www.csb.gov.tr/gm/tabiat/index.php?Sayfa=sayfahtml&Id=1099>
- Ref 36.** Legislative instrument details: New Bathing Water Directive, EIONET, European Environment Information and Observation Network , <http://rod.eionet.europa.eu/instruments/609>
- Ref 37.** Supplemental watershed plan-environmental assessment for the Sandstone creek watershed, Oklahoma Conservation Commission
- Ref 38.** Sandstone Creek Watershed Project, Oklahoma Conservation Commission
- Ref 39.** http://www.owrb.ok.gov/studies/quality/lakes_watersheds.php
- Ref 40.** International River Basin Management, The Danube Example, J. Heidemeier (UBA), 2012
- Ref 41.** Danube River Basin Management Plan, 2012
- Ref 42.** <http://www.rivernet.org/danube/danube.htm>
- Ref 43.** <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/river-basin-management>
- Ref 44.** 1860 yılı için değişik tarihi anketler, 1999 yılı için <http://www.idescat.es>
- Ref 45.** Su Sektörü Kurulu Kararı Belge Serisi, Belge No.11 Havza Yönetim Yaklaşımları, Politikalar ve Faaliyetleri: Ölçek Büyütmeye Yönelik Dersler, Dünya Bankası, DC
- Ref 46.** Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi
- Ref 47.** Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi

- Ref 48.** Orman Genel Müdürlüğü'nün 15 Mayıs 2009 Tarihli Çin'in Loess Havzasında uygulanan Havza Yönetim Projelerinin yerinde incelenmesi
- Ref 49.** Sürdürülebilir kalkınma için Quebec Eylem Fonu, Quebec Havzaları Organizasyon Grupları, Birçok kurum, Rapor tarihi 2006.
- Ref 50.** Doğan, O., A. N. Sevinç, 1997. Batı Akdeniz Bölgesi Çayboğazı Havzasında Erozyon Ölçümleri, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara
- Ref 51.** Doğan, O., N. Küçükçakar, 1994. National Report of Turkey. Erosion Mapping in EŞEN Basin South-Western Mediterranean Coastal Region.
- Ref 52.** PAP/CAR, 1998. Directives pour la cartographie et la mesure des processus d'érosion hydrique dans les zones cotieres mediterraneennes.
- Ref 53.** PNUE/PAM/PAP, 2000. Directives pour la gestion de programmes de controle d'érosion et desertification plus particulièrement destinées aux zon cotiere méditerranéennes
- Ref 54.** Watershed monitoring to assess the impact of environmental stressors on forest ecosystems Louis Duchesne, ing.f., M.Sc., Daniel Houle, biol. Ph. D., Résumé d'une visite sur le terrain organisée dans le cadre du Congrès IUFRO. 19 mai 2009. Québec, Canada.
- Ref 55.** Merritt W.S., Letcher R.A. and Jakeman A.J. (2003). A review of erosion and sediment transport models. Environmental Modelling and Software 18, 761–799.
- Ref 56.** Le Roux, J.J., T.S. Newbyll; P.D. Sumnerl. 2007. Monitoring soil erosion in South Africa at a regional scale: review and recommendations. S. Afr. j. sci.vol.103 no.7-8 Pretoria July/Aug.
- Ref 57.** Prosser I.P., Rutherford I.D., Olley J.M., Young W.J., Wallbrink P.J. and Moran C.J. (2001). Large-scale patterns of erosion and sediment transport in river networks, with examples from Australia. Mar. Freshw. Res. 52, 81–99.
- Ref 58.** Garen D., Woodward D. and Geter F. (1999). A user agency's view of hydrologic, soil erosion and water quality modelling. Catena 37, 277–289.
- Ref 59.** Jetten V., Govers G. and Hessel R. (2003). Erosion models: quality of spatial patterns. Hydrol. Process. 17, 887–900.
- Ref 60.** De Ploey, J. (1989). A soil erosion map for Western Europe. Catena Verlag.
- Ref 61.** Yassoglou, N., Montanarella, L., Govers, G., Van Lynden, G., Jones, R. J. A., Zdruli, P., Kirkby, M., Giordano, A., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J. And King, D. (1998). Soil erosion in Europe. European Soil Bureau.
- Ref 62.** Morgan, R. P. C. (1995). Soil Erosion and Conservation. Second Edition. Longman, Essex.
- Ref 63.** Montier, C., Daroussin, J., King, D. ve Le Bissonnais, Y. (1998). Cartographie vde l'alea "Erosion des Sols" en France, INRA, Orleans.
- Ref 64.** Jager, S. (1994). Modelling Regional Soil Erosion Susceptibility Using the Universal Soil Loss Equation and GIS. In: Rickson, R. J. (ed). Conserving Soil Resources, European Perspectives, pp. 161 – 177. CAB International.
- Ref 65.** Wischmeier, W. H. ve Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning. U. S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 537.

- Ref 66.** De Jong, S. M. (1994). Applications of reflective remote sensing for land degradation studies in a mediterranean environment. *Nederlandse Geografische Studies* 177.
- Ref 67.** Morgan, R. P. C., Morgan, D. D. V. ve Finney, H. J. (1984). A predictive model for the assessment of soil erosion risk. *Journal of Agricultural Engineering Research* 30: 245 – 253.
- Ref 68.** De Jong, S. M., Brouwer, L. C. and Riezebos, H. Th. (1998). Erosion hazard assessment in the Payne catchment, France. Working paper DeMon-2 Project Dept. Physical Geography, Utrecht University.
- Ref 69.** Kirkby, M. J. ve King, D. (1998). Summary report on provisional RDI erosion risk map for France. Report on contract to the European Soil Bureau (unpublished).
- Ref 70.** De Roo, A. P. J. (1993). Modelling Surface Runoff and Soil Erosion in Catchments Using Geographical Information Systems; Validity and Applicability of the 'ANSWERS' Model in Two Catchments in the Loess Area of South Limburg (The Netherlands) and one in Devon (UK). *Nederlandse Geografische Studies* 157.
- Ref 71.** Renard, K.G., Foster, G.A., Weesies, D.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703. USDA, Washington, DC.
- Ref 72.** Desmet, P. J. J. ve Govers, G. (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51: 427 – 433.
- Ref 73.** Van der Kniff, J. M., Jones, R. J. A. ve Montanarella, L. (1999). Soil Erosion Risk Assessment in Italy. European Soil Bureau. EUR 19044 EN, 52 pp.
- Ref 74.** Rogler, H. & Schwertmann, U. (1981). Erosivität der Niederschläge und Isoerodentenkarte Bayerns. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung* 22, p. 99-112.
- Ref 75.** Heineke, H.J., Eckelmann, W., Thomasson, A.J., Jones, R.J.A., Montanarella, L. ve Buckley, B. (eds) (1998). Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources. EUR 17729 EN, 546pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Ref 76.** Romkens, M. J. M., Prasad, S. N., & Poesen, J. W. A. (1986). 498 Soil erodibility and properties (pp. 492–504). Trans. 13th 499 Congress of the Int. Soc. of Soil Sci., Hamburg, Germany.
- Ref 77.** Van der Kniff, J. M., Jones, R. J. A. ve Montanarella, L. (1999). Soil Erosion Risk Assessment in Italy. European Soil Bureau. EUR 19044 EN, 52 pp.
- Ref 78.** Van der Kniff, J. M., Jones, R. J. A. ve Montanarella, L. (2000). Soil Erosion Risk Assessment in Europe. European Soil Bureau, Joint Research Center of the European Commission. EUR 19044 EN, 34 pp.
- Ref 79.** Moore, I.D., Turner, A.K., Wilson, J.P., Jenson, S.K. ve Band, L.E. (1993). GIS and land-surface-subsurface process modeling. In: Goodchild, M.F.R., Parks, B.O. & Steyaert, L.T. (eds): Environmental modeling with GIS, p. 196-230.

- Ref 80.** Römken (1985). The soil erodibility factor: a perspective. In: El-Swaify, S.A., W.C. Moldenhauer, A. Lo (eds.) (1985). Soil erosion and conservation.
- Ref 81.** Daroussin, J. ve King, D. (1996): A pedotransfer rules database to interpret the Soil Geographical Database of Europe for environmental purposes. Proceedings of the workshop on the use of pedotransfer in soil hydrology research in Europe, Orléans, France, 10-123 October 1996.
- Ref 82.** Renard, K.G., Foster, G.R., Weessies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. (eds) (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A guide to to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 703.
- Ref 83.** Burrough, P.A. and McDonnell, R.A. (1998): Principles of Geographical Information Systems. 2nd Edition, Oxford University Press.
- Ref 84.** Erpul, G., Bayramin, İ. Topçu Kaya, P. Saygın Deviren, S. 2009. Türkiye’de Su Erozyonu Çalışmaları İçin Uzun Dönem Meteoroloji Verileri Kullanarak Ulusal Ölçekte Yağış Enerji ve Şiddetlerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: ÇAYDAĞ 107Y155.
- Ref 85.** Kaya, P. 2008. Türkiye’de uzun dönem yağış verileri kullanılarak ulusal ölçekte RUSLE-R faktörünün belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Ankara.
- Ref 86.** Journel, A.G., Huijbregts, C.S., 1978. Mining Geostatistics. Academic Press, New York, p.600.
- Ref 87.** Trangmar, B.B., Yost, R.S., Wade, M.K., Uehara, G., Sudjadi, M., 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield in recently cleared land. Soil. Sci. Soc. Am. J., 51: 668-674.
- Ref 88.** Anonim, 1982. Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı. Türkiye Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ref 89.** EEA. 2000. CORINE land cover 2000. European Environment Agency <http://image2000.jrc.it>.
- Ref 90.** Moore, I. D., ve Burch, G. J. (1986a). Modeling erosion and deposition. Topographic effects. Transactions of the ASAE 29, 1624–1630, 1640.
- Ref 91.** Moore, I. D., ve Burch, G. J. (1986b). Physical basis of the length–slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, 50, 1294–1298.
- Ref 92.** EEA (1995). *CORINE Soil erosion risk and important land resources – in the southern regions of the European Community*. Commission of the European Communities, Denmark.
- Ref 93.** NRI (2001). *National Resources Inventory, 2001 Annual NRI, Soil erosion*. US Department of Agriculture–National Resources Conservation Service, Washington, D.C
- Ref 94.** Rosewell C.J. (1993). SOILOSS – *A program to assist in the selection of management practices to reduce erosion, (SOILOSS Handbook)*, Technical Handbook no. 11, 2nd edn, Soil Conservation Service, Sydney.
- Ref 95.** Coppin, P.R. and Bauer, M.E., 1996. Change Detection in Forest Ecosystems with Remote Sensing Digital Imagery. Remote Sensing Reviews 13:207-234.
- Ref 96.** Shaoging, Z. and Lu, X., 2008. The Comparative Study of Three Methods of Remote Sensing Image Change Detection. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing, pp. 1595-1598.

- Ref 97.** Milne, A.K. 1988. Change direction analysis using Landsat imagery: a review of methodology. Proc. IGARSS'88 Symp. (ESA SP-284), Edinburgh, Scotland, pp. 541-544.
- Ref 98.** Lund, H.G. 1983. Change: now you see it - now you don't! Proc. Int. Conf. on Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends, Oregon State University, Corvallis, pp. 211-213.
- Ref 99.** Aldrich, R.C. 1975. Detecting disturbances in a forest environment. Photogramm. Eng. Remote Sens., 41:39-48.
- Ref 100.** Colwell, J.E., Davis, G. and Thomson, F. 1980. Detection and measurement of changes in the production and quality of renewable resources. USDA Forest Service Final Report No. 145300-4-F, ERIM, Ann Arbor, Michigan.
- Ref 101.** Hame, T.H. 1986. Satellite image aided change detection. In: Remote Sensing-Aided Forest Inventory, Research Notes No. 19, Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki, Helsinki, Finland, pp. 47-60.
- Ref 102.** Hobbs, R.J. 1990. Remote sensing of spatial and temporal dynamics of vegetation. In: Remote Sensing of Biosphere Functioning (R.J. Hobbs and H.A. Mooney, eds). New York: Springer Verlag, pp. 203-219.
- Ref 103.** Khorram S., Biging, G.S., Chrisman, N.R., Colby, D.R., Congalton, R.G., Dobson, J.E., Ferguson, R.L., Jensen, J.R. and Mace, T.H. 1994. Accuracy Assessment of Land Cover Change Detection. Report 101, Computer Graphics Center, Raleigh, North Carolina.
- Ref 104.** Hame, T.H. 1988. Interpretation of forest changes from satellite scanner imagery. In: Satellite Imageries for Forest Inventory and Monitoring; Experiences, Methods, Perspectives, Research Notes No. 21, Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki, Helsinki, Finland, pp. 31-42.
- Ref 105.** Burns, G.S. and Joyce, A.T. 1981. Evaluation of land cover change detection techniques using Landsat MSS data. Proc. 7th Pecora Symp., Sioux Falls, South Dakota, pp. 252-260.
- Ref 106.** Moore, M.M. and Bauer, M.E. 1990. Classification of forest vegetation in North-Central Minnesota using Landsat Multispectral Scanner and Thematic Mapper data. For. Sci., 36: pp. 330-342.
- Ref 107.** Jano, A.P. and Pala, S. 1984. A practical method for monitoring and mapping cutovers based on the digital analysis of Landsat data and automated map production. Proc. 8th Can. Symp. on Remote Sensing, Montreal, Canada, pp. 567-573.
- Ref 108.** Gregory, M.S., Walsh, S.J. and Vitek, J.D. 1981. Mechanics of monitoring forest clear cuts and their regeneration. Proc. 7th Int. Symp. on Machine Processing of Remotely Sensed Data with Special Emphasis on Range, Forest, and Wetlands Assessment, Purdue University, West Lafayette, Indiana, pp. 520-527.
- Ref 109.** Ekstrand, S. 1989. The possibilities of assessing moderate damages on Norway spruce using Landsat TM data and ancillary stand information in a GIS environment. Proc. IGARSS'89 Symp., Vancouver, Canada, pp. 1553-1557.
- Ref 110.** Coppin, P.R. and Bauer, M.E. 1994. Processing of multitemporal Landsat TM imagery to optimize extraction of forest cover change features. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 32:918-927.

- Ref 111.** Lambin, E.F. and Strahler, A.H. 1994. Indicators of land-cover change for change-vector analysis in multitemporal space at coarse spatial scales. *Int. J. Remote Sens.*, 15:2099-2119.
- Ref 112.** Park, A.B., Houghton, R.A., Hicks, G.M. and Peterson, C.J. 1983. Multitemporal change detection techniques for the identification and monitoring of forest disturbances. *Proc. 17th Int. Symp. On Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan*, pp. 77-97.
- Ref 113.** Coppin, P.R. and Bauer, M.E. 1995. The potential contribution of pixel-based canopy change information to stand-based forest management in the northern U.S. *J. Environ. Management*, 44:69-82.
- Ref 114.** Townshend, J.R.G., Justice, C.O., Gurney, C., and McManus, J. 1992. The impact of misregistration on change detection. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 30:1054-1060.
- Ref 115.** Hall, F.G., Strebel D.E., Nickeson, J.E , and Goetz, S.J. 1991. Radiometric rectification: Toward a common radiometric response among multi-date, multi-sensor images. *Remote Sens. Environ.*, 35:11-27.
- Ref 116.** Robinove, C.J. 1982. Computation with physical values from Landsat digital data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 48:781-784.
- Ref 117.** Colwell, J.E. and Weber, F.P. 1981. Forest change detection. *Proc. 15th Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan*, pp. 839-852.
- Ref 118.** Malila, W.A. 1980. Change vector analysis: an approach detecting forest changes with Landsat. *Proc. 6th Int. Symp. on Machine Processing of Remotely Sensed Data, Purdue University, West Lafayette, Indiana*, pp. 326-335.
- Ref 119.** Pilon, P.G., Howarth, P.J. and Adeniyi, P.O. 1987. Improving the detection of human- induced change in West Africa's semi-arid zone using multitemporal Landsat MSS imagery. *Proc. 21st Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan*, pp. 797-804.
- Ref 120.** Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *Int. J. Remote Sens.*, 10:989-1003.
- Ref 121.** Nelson, R.F. 1983. Detecting forest canopy change due to insect activity using Landsat MSS. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 49:1303-1314.
- Ref 122.** Khalyani, A.H., Falkowski, M.J., and Mayer, A.I., 2012. Classification of Landsat images based on spectral and topographic variables for land-cover change detection in Zagros forests. *International Journal of Remote Sensing* 33(21): 6956-6974.
- Ref 123.** Sandholt, I., Nyborg, L., Fog, B., Lô, M., Bocoum O., and Rasmussen, R., 2003. Remote Sensing Techniques for Flood Monitoring in the Senegal River Valley *Geografisk Tidsskrift Danish Journal of Geography* 103(1): 71-81.
- Ref 124.** Mondini, A.C., Chang, K.T., and Yin, H.Y., 2011. Combining multiple change detection indices for mapping landslides triggered by typhoons. *Geomorphology* 134:440-451.
- Ref 125.** Edwards, G. 1990. Image segmentation, cartographic information and knowledge-based reasoning: getting the mixture right. *Proc. IGARSS'90 Symp., University of Maryland, College Park, Maryland*, pp. 1641-1644.

- Ref 126.** Akdeniz Eylem Planı Bilgi Notu, ÇOB'lığı, Dış İşleri ve AB Daire Başkanlığı, http://www.did-cevreorman.gov.tr/sayfa_detay.asp?id=45
- Ref 127.** Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi,
- Ref 128.** http://www.tbmm.gov.tr/tutanaklar/KANUNLAR_KARARLAR/kanuntbmmc064/kanunmgkc064/kanunmgkc06402328.pdf
- Ref 129.** Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi,
http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/dis_iliskiler/Avrupa_Birligi/BuKREs%20SoZLEsMESi%20Turkce%20.pdf
- Ref 130.** Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi, Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, Dışişleri Bakanlığı, http://www.mfa.gov.tr/karadeniz_in-kirlilige-karsi-korunmasi-sozlesmesi_bukres-sozlesmesi_.tr.mfa
- Ref 131.** Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr/yukle/biyolojik.doc
- Ref 132.** Ramsar Sözleşmesi, Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr/yukle/ramsar.doc
- Ref 133.** Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, Dışişleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-collesme-ile-mucadele-sozlesmesi.tr.mfa>
- Ref 134.** Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi Kapsamında Türk Ormancılık Sektörü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü,
http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/collesme/collesme_ile_mucadele_sozlesmesi_ve_turk_ormanciligi.pdf
- Ref 135.** Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi, Orman Genel Müdürlüğü,
<http://www.ogm.gov.tr/yukle/collesme.doc>
- Ref 136.** Nesli Tehlike Altındaki Türlerin Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES Sözleşmesi), Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, Dışişleri Bakanlığı, http://www.mfa.gov.tr/nesli-tehlike-altindaki-turlerin-ticaretine-iliskin-sozlesme-_cites_.tr.mfa
- Ref 137.** Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi, Kültür ve Turizm Bakanlığı,
<http://teftis.kulturturizm.gov.tr/TR,14279/avrupanin-yaban-hayati-ve-dogal-yasama-ortamlarinin-kor-.html>
- Ref 138.** Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,
<http://www.cevre.org.tr/Tcm/Sozlesmeler/Avrupa%20Peyzaj%20Sozlesmesi.htm>
- Ref 139.** Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü, Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, Dışişleri Bakanlığı, http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa
- Ref 140.** İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Türkiye, DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi,
http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf?sfvrsn=2

- Ref 141.** Avrupa Çevre Ajansı, ağaçlar.net, <http://www.agaclar.net/forum/doga-cevre-ekoloji-gida-hukuk-ve-politikalari/14466.htm>
- Ref 142.** Türkiye Cumhuriyeti ile Avrupa Topluluğu Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı'na Katılımı Anlaşması, <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k4794.html>
- Ref 143.** DIRECTIVE 2006/7/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality, <http://did.ormansu.gov.tr/did/Files/2006-7-EC.pdf>
- Ref 144.** COUNCIL DIRECTIVE of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (91/271/EEC),
- Ref 145.** <http://did.ormansu.gov.tr/did/Files/91-271-EEC.pdf>
- Ref 146.** Cingolani, N., A. Santojanni, E. Arneri, A. Berlardinelli, S. Colella, F. Donato, G. Giannetti, G. Sinovčić, B. Zorica. - 2004a. Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2003. Paper presented at the GFCM-SAC Working Group on Small Pelagic Species, Malaga, 6-7 May 2004. *Adriamed Occasional Papers*, 14: 10 pp.
- Ref 147.** Cihlar, J., Xiao, Q., Chen, J., Beaubien, J., Fung, K. and Latifovic, R., 1998, Classification by progressive generalization: a new automated methodology for remote sensing multispectral data. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 2685–2704.
- Ref 148.** Stehman, S.V. and Czaplewski, R.L., 1998, Design and analysis for thematic map accuracy assessment: fundamental principles. *Remote Sensing of Environment*, 64, pp. 331–344.
- Ref 149.** Congalton, R.G. and Plourde, L., 2002, Quality assurance and accuracy assessment of information derived from remotely sensed data. In J. Bossler (Ed.), *Manual of Geospatial Science and Technology* (London: Taylor & Francis), pp. 349–361.
- Ref 150.** Muller, S.V., Walker, D.A., Nelson, F.E., Auerbach, N.A., Bockheim, J.G., Guyer, S. and Sherba, D., 1998, Accuracy assessment of a land-cover map of the Kuparuk river basin, Alaska: considerations for remote regions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64, pp. 619–628.
- Ref 151.** Foody, G.M., 2002a, Hard and Soft Classifications by a Neural Network with a Nonexhaustively Defined Set of Classes. *International Journal of Remote Sensing*, 23, pp. 3853–3864.
- Ref 152.** Lu, D., ve Weng, Q. 2007. A Survey of Image Classification Methods and Techniques for Improving Classification Performance. *International Journal of Remote Sensing Vol. 28, No. 5, 10 March 2007*, 823–870
- Ref 153.** Zhe Zhu, Curtis E. Woodcock, John Rogan, Josef Kellndorfer. Assessment of Spectral, Polarimetric, Temporal, and Spatial Dimensions for Urban And Peri-Urban Land Cover Classification Using Landsat and SAR Data. *Remote Sensing of Environment 117 (2012) 72–82*
- Ref 154.** Quincey, D.J. Luckman, A., Hessel, R., Davies, R., Sankhayan, P.L., Balla, M.K., Fine-Resolution Remote-Sensing And Modeling Of Himalayan Catchment Sustainability. *Remote Sensing of Environment 107 (2007) 430–439*
- Ref 155.** Jetten, V.G., De Roo, A.P.J., 2001. Spatial analysis of erosion conservation measures with LISEM. In: R. Harmon and W.W. Doe (eds) *Landscape Erosion and Evolution Modeling*. New York: Kluwer Academic/Plenum, pp. 429–445.

- Ref 156.** Zhang, Y., Lu D., Yang B., Sun C., Sun M. Coastal Wetland Vegetation Classification with a Landsat Thematic Mapper Image, International Journal of Remote Sensing 32(2) (2011) 545–561
- Ref 157.** Congalton, R.G., 1991, A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, 37, pp. 35–46.
- Ref 158.** <http://ies.jrc.ec.europa.eu/our-activities/scientific-achievements/Land-Use-Modelling-Platform.html>
- Ref 159.** http://moland.jrc.it/the_project.htm
- Ref 160.** <http://www.gmes-geoland.info/>
- Ref 161.** Evaporation Pre-Processor for the LISFLOOD Water Balance and Flood Simulation Model, 2008, ohan van der Knijff
- Ref 162.** Holmgren, P. & Thuresson, T. 1998. Satellite remote sensing for forestry planning.
- Ref 163.** Kleinn, C. 2006. Observation and Measurement. In: National Forest Assessment Knowledge Reference,
- Ref 164.** Andersson, C. 2006. Data collection through interviews. In: National Forest Assessment Knowledge Reference
- Ref 165.** Ralph M. Ridder, 2007, Global Forest Resources Assessment 2010, Options and Recommendations for a Global Remote Sensing Survey of Forests
- Ref 166.** <http://www.fao.org/forestry/fra-knowledgerefer>
- Ref 167.** Vogt, J.V. et al. (2007). Developing a pan-European Data Base of Drainage Networks and Catchment Boundaries from a 100 Metre DEM
http://ccm.jrc.ec.europa.eu/documents/JVogt_et_al_AGILE2007.pdf
- Ref 168.** Vogt, J.V. et al. (2007). A pan-European River and Catchment Database. EC-JRC (Report EUR 22920 EN) Luxembourg, 120 p. http://ccm.jrc.ec.europa.eu/documents/CCM2-Report_EUR-22920-EN_2007_STD.pdf
- Ref 169.** Catchment Characterisation and Modelling (CCM)
<http://ccm.jrc.ec.europa.eu/php/index.php?action=view&id=23>
- Ref 170.** <http://geonetwork4.fao.org/geonetwork/srv/en/fra.home>
- Ref 171.** <http://www.un-redd.org/>
- Ref 172.** http://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_combinedDroughtIndicator.pdf
- Ref 173.** Bilen, Ö. 2009. Türkiye'nin Su Gündemi Su Yönetimi ve AB Su Politikaları, DSİ İdari ve Mali İşler Dairesi Başkanlığı Basım ve Foto-Film Şube Müdürlüğü, ISBN 978-9944-62-759-7 Ankara.
- Ref 174.** Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü. 1997. Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi. Odak Noktası Kuruluş: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ref 175.** Akkaya, C., Efeoğlu, A. ve Yeşil, N. 2006. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. TMMOB Su Politikaları Kongresi. Ankara
- Ref 176.** Anonymous 2010. EC (2000): Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000; establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive).

- Ref 177.** Çiçek, N., Karaaslan, Y., Aslan, V., Yaman, C., Akça, L. 2008. Türkiye’de AB’ye Uyumlu Su Havzası Yönetim Stratejisi ve Su Çerçeve Direktifi, Fatih Üniversitesi, III. Çevre Sorunları Kongresi, P.170-178.
- Ref 178.** Akın, B. 2008. Türkiye’nin Sınıırını Aşan Suları ve Politikaları. II. Su Politikaları Kongresi, TMMOB, Ankara.
- Ref 179.** DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas
- Ref 180.** The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),
<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#.UGARmI3N9dw>
- Ref 181.** Principles Governing IPCC Work, The Intergovernmental Panel on Climate Change,
<http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc-principles.pdf>
- Ref 182.** <http://ies.jrc.ec.europa.eu/the-institute/short-portrait.html>
- Ref 183.** <http://www.foresteuropa.org/>
- Ref 184.** http://en.wikipedia.org/wiki/Land_use,_land-use_change_and_forestry
- Ref 185.** http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4123.php
- Ref 186.** Policy Options for Including LULUCF in the EU Reduction Commitment and Policy Instruments for Increasing GHG Mitigation Efforts in the LULUCF and Agriculture Sectors- Sentez Raporu, 2011.

2 YÖNETİCİ ÖZETİ

Genel anlamda izleme, belirli ölçülebilir parametrelerin periyodik ve sürekli olarak elde edilmesi işlemidir. Örneğin su kalitesinin izlenmesi su kaynaklarından veya akarsu yatağının belirli noktalarından örnekler alınması ve analiz edilmesi yolu ile yapılmaktadır. Böylece su kaynağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri insan sağlığı, ekolojik koşullar ve suyun kullanım biçimi açısından değerlendirilebilecektir. Aynı zamanda Havza İzleme Sistemi su kalitesini etkileyen havza karakteristikleri ile su kaynakları arasında ilişki kurulabilmesi açısından da önemlidir. Örneğin akarsu yatağı, sulak alanlar, yerleşim bölgeleri veya arazi kullanım biçimlerinin su kalitesine etkileri de izleme sisteminin kurulması ile ortaya konulabilmektedir. Su kaynaklarının yanında toprak, su, bitki örtüsü gibi doğal kaynakların izlenmesi ve yaygınlaştırılabilir sistemlerin kurulması sistematik ve sürekli ölçümleri gerektirmektedir. Büyük havzalar ülkesel amaçlar için izleme sistemine katıldığı gibi küçük alt havzalar yerel isteklere ve özelliklere göre de izlenebilmektedir. Havza İzleme Sistemi'nde esas olan kullanım amaçlarına göre veri setleri elde edilmesidir. Diğer taraftan risk analizlerinin yapılabilmesi için Havza İzleme Sistemi büyük önem taşımaktadır. Sel ve taşkınlar için akım ölçmeleri ve insan sağlığını tehdit eden kirlilik için de kirlilik parametrelerinin izlenmesi önem taşımaktadır. Bu tür zamansal-mekânsal sürekli ölçme ve değerlendirmeler ülke temelinde yaygınlaştırılabilir sistematik yöntemlerin oluşturulmasında yardımcı olacaktır.

İzleme sistemi stratejileri; amaçların belirlenmesi, veri ihtiyaçlarının belirlenmesi, bütçe ve kaynak belirlenmesi, örnekleme sistemi ve yöntemlerinin belirlenmesi, örnekleme, analiz ve verilerin depolanması, sonuç çıktılarının alınması ve programda değişim yapılması olarak sıralanabilir. Havza İzleme Sistemi'nin kurulması ve sağlıklı çalışmasında bir diğer önemli nokta da örnekleme şekli, analiz ve değerlendirmelerde kurumlarca benimsenmiş ortak standartların kullanılmasıdır. Farklı ülke örnekleri incelendiğinde gelişmiş ülkelerin izleme sistemlerinde özellikle kendi standartlarını esas aldıkları görülmektedir. Bunun yanında uluslararası anlaşmalara taraf olan ülkelerin kendi standartlarını ve anlaşmadan doğan yükümlülüklerine bağlı standartları birlikte kullandıkları görülmektedir. Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri Su Çerçeve Direktifi kapsamında ortak bir standart geliştirmişlerdir. Taraf ülkeler doğal kaynak yönetiminde bu kriterleri esas almaktadır. Birleşmiş Milletler (UN/BM), Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), WWF, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ/WHO), Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) ve Dünya Bankası (WB/DB) ülkeler tarafından kullanılan en yaygın standart geliştirici uluslararası kuruluşlar olarak belirlenmiştir. Yerel olarak incelendiğinde Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Hıfızissıhha Enstitüsü (HSE), Sağlık Bakanlığı (SB), CBS Genel Müdürlüğü ve diğer bazı kamu kurumları standart geliştirici kurum olarak hizmet vermektedir.

Havza İzleme Sistemi'nde öncelikle politik, ekonomik, sosyo-kültürel ve yerel halk açısından hedefler ve yönetim stratejileri belirlenmelidir. Bu hedeflere ulaşmada gerekli veri setleri belirlenmeli, belirli standartlara getirilmiş örnekleme verileri, yöntemleri ve analizleri ortaya konmalıdır. Uluslararası örnekler incelendiğinde izleme değerlendirme mekanizmalarında dikkat çeken bir diğer önemli nokta yetki/sorumluluk/görev/bilgi paylaşımı konusunda ortaya çıkan sorunlar ve çözüm için geliştirilen sistemlerdir. Gelişmiş ülkelerde, havzalar izleme ve değerlendirme ile ilgili olarak merkezi yönetim anlayışına uygun olarak ele alınmaktadır. Bu sistemde havza hakkında

yeterli veri setleri paydaş kurumlardan elde edilmekte, kurulan bu merkezde değerlendirildikten sonra elde edilen sonuçlar yine tüm paydaşların kullanımına sunulmaktadır.

Havza ıslahı ve yönetimi birçok bileşeni olan karmaşık sistemlerdir. Bu nedenle, havzaların planlama sürecinin bir kurum, kişi, uzman veya bireysel çalışma ile gerçekleştirilemeyeceği anlaşılmıştır. Bunun için havzanın özelliklerine, varılmak istenen hedeflere göre farklı niteliklere sahip kişi ve kurumlardan oluşan bir ekip çalışmasının yapılması gereklidir.

Benzer çalışmaların dünyadaki örnekleri incelendiğinde çoğunlukla, kamu ve özel kurum/kuruluş, sivil toplum örgütleri, yerel yöneticiler, sponsor firmalar, yerel halk ve dış ortaklardan oluşan bir grup çalışması ile havzaların yönetildiği belirlenmiştir. Ülkelerin mevzuat yapısı, yönetim sistemi, havzanın özellikleri ve projenin amaçlarına göre oluşturulan bu grupların kapsamı da değişmektedir. ABD’de baraj havzalarında havza ıslahı çalışmaları sponsorlar ile yürütülmüştür. Avrupa ülkelerinde havzalar birçok ülkeyi içine aldığı için alansal büyüklüğe sahip ülkenin başkanlığında ortak konsorsiyumlar oluşturulmuştur.

Genel olarak devlet küçük ölçekli projelerde finansör veya küçük destekçi olarak iştirak etmektedir. Büyük ve ülkesel ölçekli projelerde ise planlayıcı uygulayıcı, denetleyici, görevini üstlenmektedir. Ayrıca havza çalışmalarında yerel halka iş imkânı sağlanarak kırsal fakirlik önlenmeye çalışılmıştır. Önlemler paketi etken ve edilgen önlemler olarak gruplandırılırken, çalışmalar ekolojik, fiziksel, sosyo-ekonomik ve yaşam kalitesini iyileştirmeye yönelik olarak ele alınmaktadır. Yurt dışı örnekleri incelendiğinde göze çarpan en temel özellik yukarı havzaların ıslahına büyük önem veriliyor olmasıdır. Diğer taraftan havzada yaşayan halkın özelliklerine göre gelişmişlik düzeyini artırmadan projenin başarıya ulaşamayacağı ortaya çıkmaktadır.

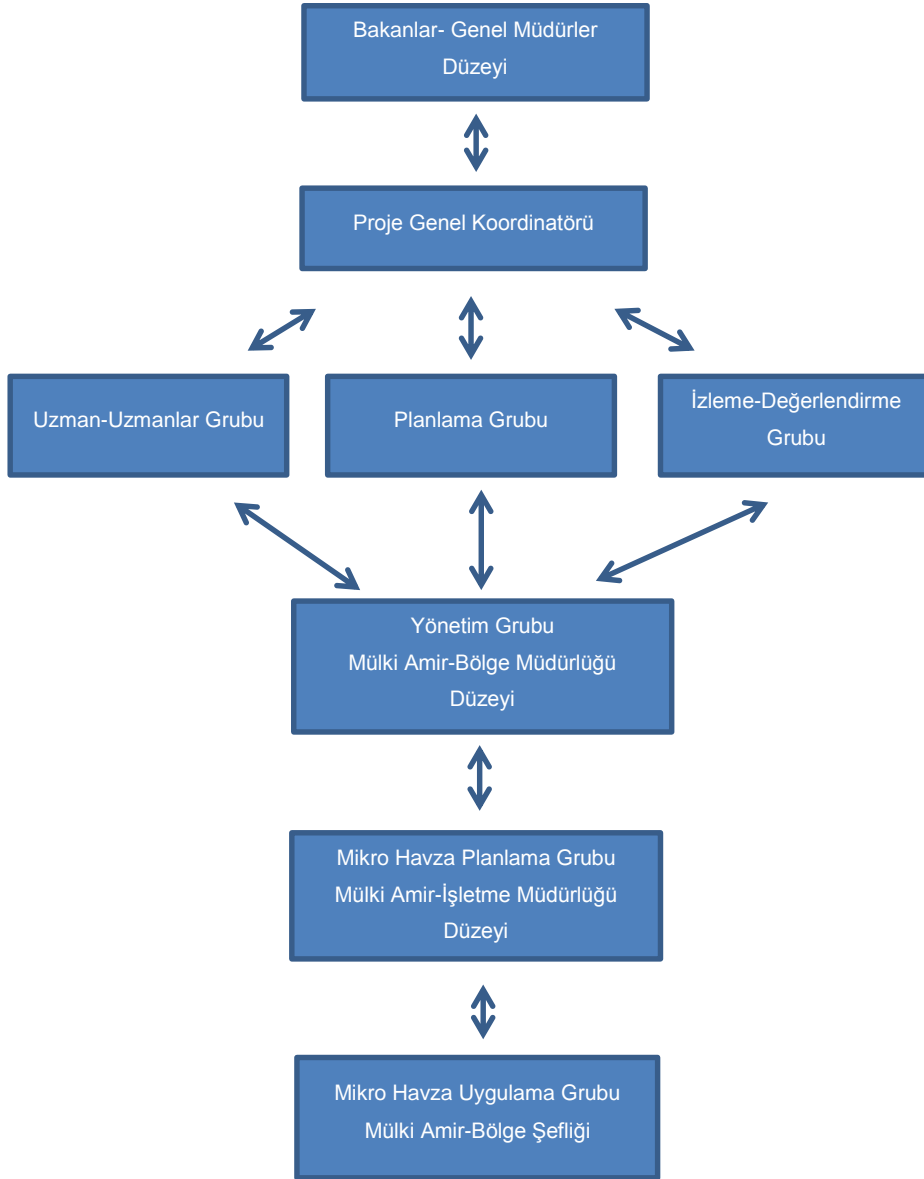
ABD’de yapılan bir havza ıslah projesinde yerel halk beklentilerinin önemine özellikle vurgu yapılmaktadır. Projelerde ülkemizde planlanan ve uygulanan SOR/SAP/ÇÖZ yöntemine benzer çalışmaların proje başlangıcında uygulandığı dikkat çekmektedir. Bu uygulamalarda havza problemleri ve bunlara uygun çözümler dikkate alınmaktadır. Problem çözme metoduna ilişkin bir örnek Tablo 2’de gösterilmektedir. Uluslararası örnekler incelendiğinde temel farklılık uygulanan yöntemlerde geniş katılımlı ve daha detaylı çalışıldığıdır. Bu tür çalışmalarda ise özellikle STK’ların, yerel yönetimlerin ve kırsal halkın öne çıkarılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Havza Kaynakları Tahribatı ve Çözüm Önerileri

PROBLEMLER	•ÇÖZÜMLER
Erozyon, Sel ve Taşkın	<ul style="list-style-type: none"> •Bozuk ormanların iyileştirilmesi •Ağaçlandırma ve oyuntu tahkimatı •Meraların ıslahı •Tarım alanlarında erozyon önleme •Vb.
Orman Tahribatı	<ul style="list-style-type: none"> •Yerel halkın yakacak odun ve kereste ihtiyacının başka uygun ormanlardan sağlanması •Kömür temini •Vb.
Mera Tahribatı	<ul style="list-style-type: none"> •Meraların ıslahı •Yem bitkileri üretimi •Vb.
Hayvancılık, Sürü Hayvancılığı	<ul style="list-style-type: none"> •Ahır hayvancılığı •Yem bitkileri üretimi •Vb.
Tarımsal Üretim, Düşük Verimlilik	<ul style="list-style-type: none"> •Su kaynaklarının geliştirilmesi •Meyve bahçelerinin tesisi •Vb.

Havza yönetimi ve ıslahı çalışmalarında vurgulanması gereken bir diğer önemli nokta ise hedeflerin doğru belirlenmesi gerekliliğidir. Sürdürülebilir bir havza yönetimi için hedeflerin esnek, değişebilir olması, ülke ve bölge özelliklerine göre farklılık içermesi gerektiği değerlendirilmektedir. Buna karşılık amaçlar özel, ölçülebilir, gerçekçi ve ulaşılabilir olmalıdır. Uluslararası örnekler ele alındığında projelerin başlangıç aşamasında hedefler ortaya konulmaktadır. Bu hedeflere ulaşmada kullanılacak/kullanılabilecek yöntemler, kısıtlar/üstün yönler dikkate alınmaktadır. Ayrıca projenin sonuçlanması ve başarıya ulaşılması durumunda elde edilecek faydalar proje planlarında açıkça belirtilmektedir. Tüm bunların proje başlangıç aşamasında belirlenmesinin ise iyi bir ön araştırma ile mümkün olabileceği görülmektedir. Ayrıca hedeflerin, yöntemin, uygulamanın ve faydanın net olarak ortaya konulması projelerin daha kolay izlenmesini sağlamaktadır. Böylece projenin herhangi bir aşamasında ortaya çıkan kişi/kurum/mevzuat değişikliği bile projenin ilerlemesine engel oluşturmamakta, böylece projelerde süreklilik sağlanmaktadır.

Bu nedenle havza yönetim grubunun oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Ülkelerin ve havzaların özelliklerine göre oluşturulan bu gruplar farklılıklar gösterebilmektedir. Gelişmiş ve birlikte çalışma kültürü bulunan ülkelerde havza yönetimi birçok sektör ve kişinin katılımı ve başta bir koordinatör kişi veya kuruluş ile yapılmaktadır. Bu yöntemle yapılan çalışmalar sonucunda zaman ve mekân uyumu sağlanmakta, başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Bununla ilgili uygun bir koordinasyon şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Doğal Kaynakların İyileştirilmesine İlişkin Koordinasyon Uygulama Şeması

Uluslararası örneklerin incelenmesi sonucunda dikkati çeken bir diğer özellik geçmişe dayalı analizlerin sıkça kullanılmasıdır. Bu özellik gelişmiş arşivleme sistemi ve bilgi paylaşımı ile olmaktadır. İspanya, İtalya, Uzakdoğu ülkeleri, Kuzey Amerika ülkeleri örnekleri incelendiğinde ülkemize benzer sorunların yaşandığı görülmektedir. ABD,

İngiltere, Almanya gibi gelişmiş ülke örnekleri incelendiğinde bazı projelerde retrospektif analizlerin yapıldığı görülmüştür. Özellikle arazi kullanım şekilleri, arazi örtüsü, su kalitesi, akım ölçümleri, kirlilik ve nüfus değişimi gibi konularda geriye dönük çalışmalar önem arz etmektedir. Bu bakımdan ülkemizde uygulanacak projelerde bu konunun dikkatle ele alınması ve proje planlamalarında değerlendirilmesi gerekmektedir.

Havza ıslahı projelerinde dikkate alınan bir diğer konu ise jeomorfolojik eşik kavramıdır. Havzaların incelenmesi ve uygulanacak yöntemlerin belirlenmesinde ekolojik yapıya uygun mekanik yöntemlerin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Arazi, iklim, toprak ve yerel halkın isteklerine uygun proje uygulamalarının önemi vurgulanmaktadır. Projede uygulanacak havza ıslah tedbirleri sorunun boyutuna ve havzanın özelliklerine uygun olmalıdır. Ayrıca yapılan çalışmaların birçoğunda büyük havzalarda hazırlanan master projelere benzer örneklerin olduğu görülmektedir. Ancak uygulamada bu projelere bağlı fakat daha küçük havzalarda çalışmayı benimseyen uygulamalara önem verilmektedir. Birçok uluslararası proje örneğinde sorunlara, havzanın karakteristiklerine göre derecelendirme sistemi geliştirilerek öncelik sıralaması yapılmaktadır. Böylece küçük havzalar ele alınarak, uzun dönemde havzanın tamamının yönetimi felsefesi benimsenmektedir.

Uluslararası örneklerin incelenmesi sonucu değerlendirilmesi gereken bir diğer konu ise havzada, izlenmesi gereken faaliyetleri, izleme kriterleri, veri seti ve altyapısı ile izleme süresi gibi konuların havzanın özelliğine göre belirlenmesidir. Ayrıca ülkelerin farklı konulara önem verdiği ve yerel özelliklere göre yapılan çalışmaların değiştiği görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde kirlilik, küresel ısınma, habitat koruma gibi konular ve kurak bölgelerde su koruma, erozyon, bitki örtüsü geliştirme projeleri öne çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise doğal afetler, erozyon, göç, doğal kaynak tahribatı gibi konular öne çıkmaktadır. Burada dikkati çeken temel nokta ise ülkelerin havza yönetim anlayışlarının temelinde ülkesel sorunlar ve ekolojik özelliklerine göre şekillenmiş olmasıdır. Bu durumda uluslararası uygulamaların başarı/başarısızlık nedenleri dikkatle incelenerek ülkemiz koşullarına uygun havza yönetim anlayışı ve buna bağlı bir havza izleme/değerlendirme sistem ve kriterlerinin geliştirilmesinin önemi anlaşılmaktadır. Ülkelerde havza yönetimi için ana su havzalarının seçimi merkezde belirlenmekte ve diğer alt havza ve mikro havzaların belirlenmesi yerelde yapılabilmektedir. Bununla ilgili bir örnek Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Havza Yönetim Proje Uygulamalarında Karar Vericiler

İklim değişikliği, kuraklık, çölleşme gibi küresel sorunların çözümünde ve ülkemizin gelecekteki plan ve programlarını belirleyebilmesi, olası senaryolara hazır olabilmesi, doğal kaynakların sürdürülebilirliğine bağlı olarak üretim süreçlerinin planlanması, ARGE'lerin öngörülmesi ancak devamlı veri alınmasına ve bu verilere dayalı analitik değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesine bağlı olacaktır.

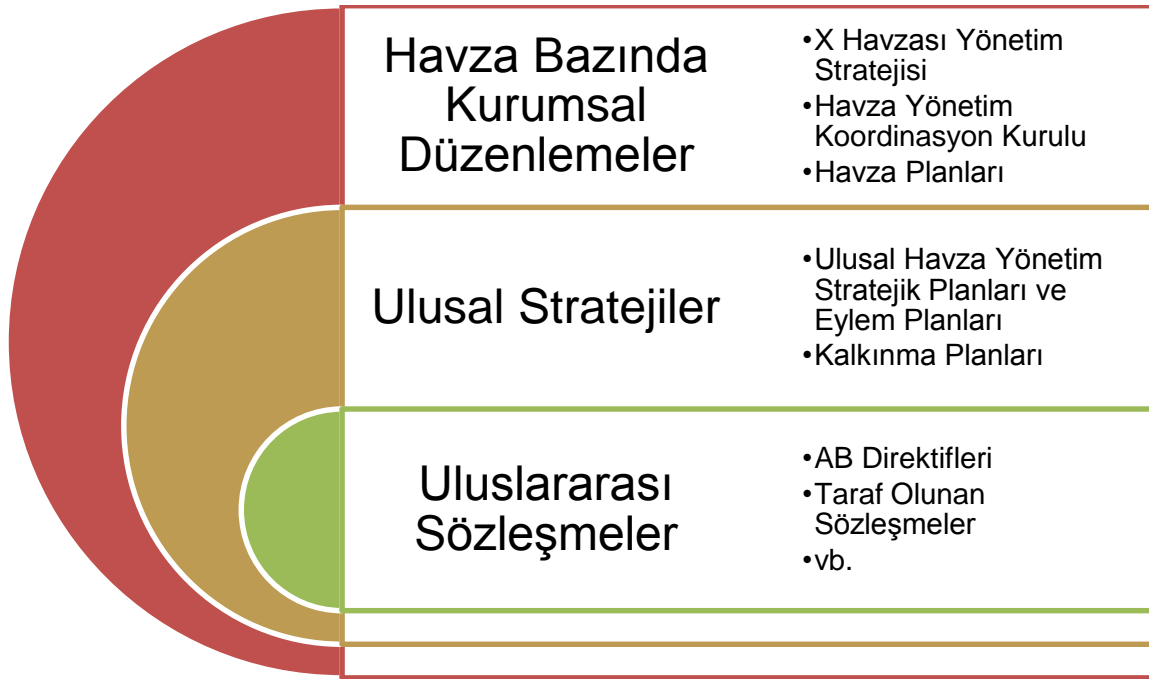
Bu raporda farklı ülkelerin havzalarına yönelik izleme çalışmaları incelenmiştir. Çalışılan değişik havzalarda yapılan çalışmalar, izleme yöntemleri ve modeller araştırılmış, Türkiye havzalarına uygulanabilirlikleri tartışılmıştır. Her havzanın izlenmesinde kullanılacak parametrelerin değişik olacağı bir gerçektir. Bu nedenle çalışılacak havzada asıl amaç ve hedef faaliyetlere göre havza izleme kriterleri ortaya konulmalıdır. İncelenen yurtdışı projelerinin değişik amaçlı olması havza izlemede olaylara daha geniş bakılmasına imkân vermektedir. Uluslararası proje özelliği taşıyan Tuna Nehri Havzası'nın ayrıntılı incelenmesi, karşılaşılan olumlu hususlar ve olumsuzluklar ülkemizde sınır aşan suların yönetimine örnek teşkil edebilir.

Benzer yurtdışı örnekleri incelendiğinde, planlı bir havza yönetiminin, havza projelerinin başarıya ulaşmasında kritik etkisi olduğu görülmektedir. Ek olarak, havza projelerinin sürdürülebilir olması ön etüt, plan ve hedef, uygulama, izleme değerlendirme sistemlerinin bir bütün olarak uygulanması ile mümkün olabilecektir.

1. Havza Yönetim Yaklaşımı

Havzalar, birden fazla kurumun faaliyet alanı olduğundan, uygulamaların yönetilmesi ve izlenmesinde kullanılacak yaklaşımların tartışılması gerekmektedir. Bu konuda, kurumsal düzenlemeye ihtiyaç olabileceği anlaşılmaktadır. Benzer yurtdışı örnekleri incelendiğinde, havza yönetim yaklaşımları, temelde uluslararası sözleşmeler, ulusal stratejilerine, eylem planlarına ve ülke gerçeklerine dayanmaktadır. Bunun gerçekleşmesi içinde havza bazında kurumsal düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Bazı örneklerde ise tema bazında detaya inildiği görülmüştür.

Havza yönetim yaklaşımları şu şekilde özetlenebilir:



Şekil 3. Havza Yönetim Yaklaşımları

Ülkemizin uluslararası sözleşmelere taraf olmasının yanında, Taslak Ulusal Havza Yönetim Stratejisi'ni ve eylem planlarını hazırlamış olduğu bilinmektedir. Havza planlamalarında, uygulamalarda ve izleme değerlendirme faaliyetlerinin sağlıklı yürütülmesinde havza bazında kurumsal düzenlemelerin yapılması değerlendirilmeli ve bu aşamada, Havza Yönetim Koordinasyon Kurulu'nun kurulması gereklidir.

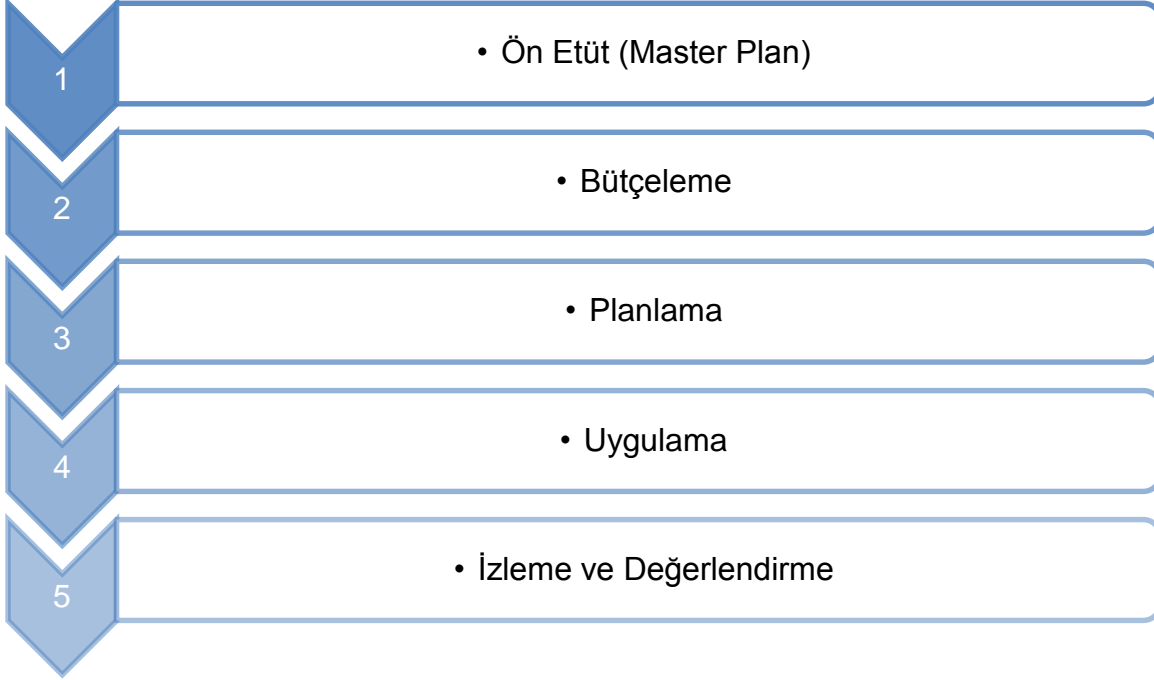
Hazırlanacak havza planları, ulusal kalkınma planlarına, sözleşmelere ve kurumların mevzuatlarına da uyumlu olmalıdır. Bu uyum ile ilgili şema Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Havza Planlarında Uyumluluk

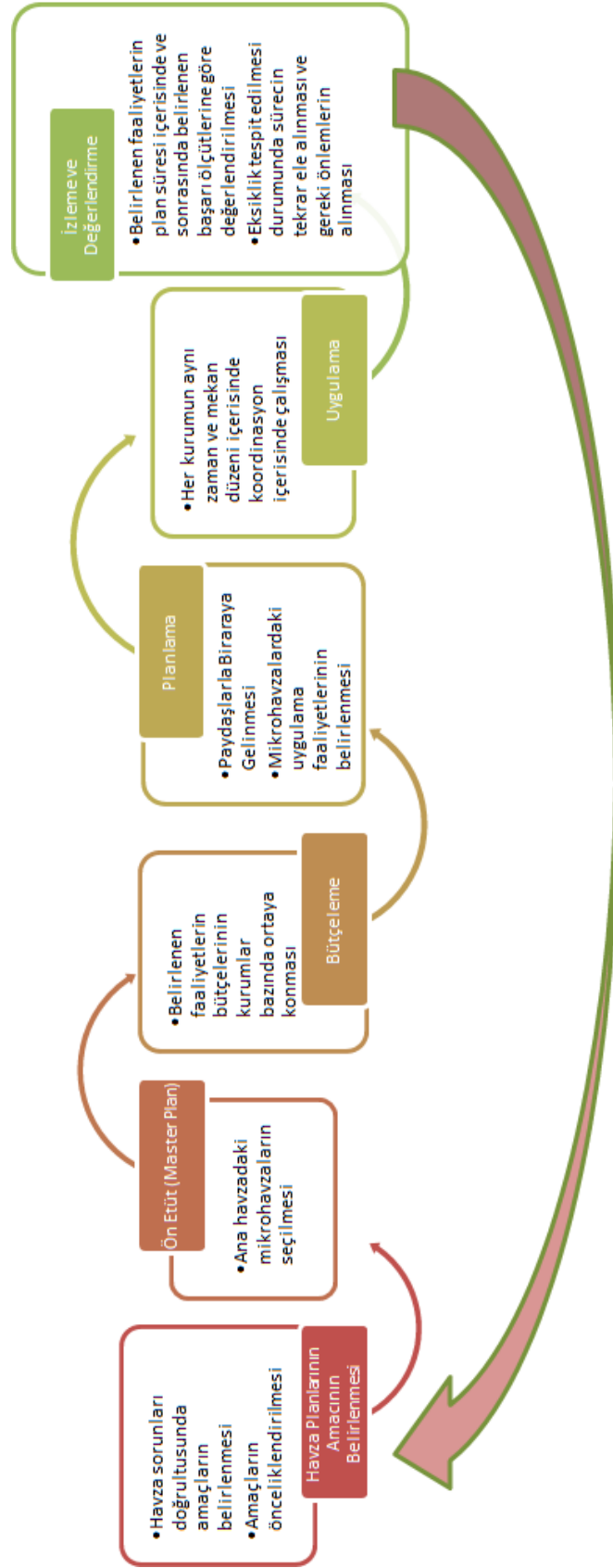
2. Sürdürülebilir Havza Yönetimi Süreçleri

Benzer yurtdışı örnekleri incelendiğinde, sürdürülebilir havza yönetiminin aşamalarının Türkiye'ye benzer şekilde olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Sürdürülebilir Havza Yönetiminin Planlama Aşamaları

Yukarıdaki süreçlere uygun olarak havza yönetimi planlama ve uygulama esasları ülkemize benzerlik göstermektedir ve sürecin detayları Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. Havza Yönetimi Planlama ve Uygulama Süreci

Benzer yurtdışı örnekleri incelendiğinde, havzanın yapısına, sorunlarına göre havza plan amaçlarının değiştiği görülmektedir. Bu sebeple, havza planları oluşturulurken, havza planının amacının belirlenmesi gerektiği görülmektedir. Ek olarak, belirlenen amaçların havza içerisindeki sorunlara bağlı olarak önceliklendirilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Ülkemizde yürütülen havza çalışmalarında, havza projelerinin amaçlarının merkez birimlerce tespit edildiği, önceliklendirmenin ise merkez ve taşra teşkilatlarınca ortaklaşa yapılmakta olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar için bir cetvel oluşturularak, havza bazında kurumsal bir amaç-öncelik standardının yakalanması değerlendirilebilir. Bununla ilgili bir örnek Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Mikro Havzaların Seçim Öncelikleriyle İlgili Önemli Anahtar Göstergeler

Havza bazında amaçların ortaya konulması ve önceliklendirilmesi çalışmasında, ülkemizde bazı temel altlık çalışmalara ihtiyaç olacağı görülmektedir. Örneğin, havza bazında heyelan riskinin düzeyi tespit edilirken, heyelan risk haritalarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu altlık çalışmaların, her havza için hâlihazırda mevcut olmayabileceği, bu çalışmalar tamamlanıncaya kadar, amaçların önceliklendirilmesi kararının araziye bilen uzmanlarca alınabileceği değerlendirilmektedir.

İncelenen örneklerde, havza amaçları ve önceliklerine paralel olarak, havza planının başarı ölçütlerinin ortaya konulmasının uygun olacağı görülmektedir. Başarı ölçütleri, belirli periyotlar için farklılık gösterebilecek şekilde kapsamlı hazırlanmış olmalıdır. Örneğin, havzada tespit edilen en öncelikli sorun erozyon ise, amacımız toprak kaybını azaltmak olacaktır. Bu amacın başarı ölçütleri ise, uygulamalardan sonra, ilk beş yıl içerisinde %1 azalma, sonraki beş yıl % 3 azalma gibi olabilir.

Havza yönetim planının amaçları ve önceliklerinin belirlenmesinin akabinde, izleme ve değerlendirme parametrelerinin belirlenmesi uygun değerlendirilmektedir. İzleme ve değerlendirme parametreleri belirlenirken, havzadaki gelişmelerin somut olarak takip edilebilmesini sağlayacak ölçülebilir parametreler seçilmesine özen gösterilmesi, izleme çalışmalarının açıklığını sağlayacaktır. Ayrıca bu parametrelerin izleme yöntemlerinin belirlenmesi, izleme periyotlarının belirlenmesi gibi havza izleme politikalarının belirlenmesi faydalı değerlendirilmektedir.

3. Sürdürülebilir Havza Yönetimi Sistemi

Sürdürülebilir havza yönetimi için, havza bazında yapılan çalışmaların güncel olarak izlenebildiği bir sistem ihtiyacının oluşacağı görülmektedir. Bu sistemin hedefleri doğrultusunda sistemin mimarisinin, gereksinimlerinin belirlenmesi gerekecektir. Sürdürülebilir havza yönetimi sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır.

- **Sistem ihtiyaçları:** Sürdürülebilir havza yönetiminde birçok sistem bir arada kullanılabilir. Bu sistemler izleme sistemleri, erken uyarı sistemleri, haberleşme ve karar destek sistemleri, SCADA sistemleri, araç takip sistemleri gibi sistemler olabilir. Tüm bu sistemleri bir arada kullanılabilir ve işlevsel kılan, günümüzde sosyal ve ekonomik konulardan çevreye kadar birçok alanda kullanılan bir üst sistem olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yer almalıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri karar verme süreçlerinde yardımcı olan, mekânsal veriye dayalı, amaca uygun mekânsal ve istatistiksel analizlerin yapılabildiği, yüksek hacimli coğrafi verilerin toplanmasına, depolanmasına, işlenmesine, yönetimine, sorgulamasına ve sunulmasına imkân tanıyan donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemlerden oluşan bir bütün olarak tanımlanabilir.
- **Veri İhtiyaçları:** Havza bazında izlenecek verinin tespiti, proje başlangıç verilerinin ve bilgilerinin elde edilmesi, veri kaynaklarının ve veri toplama kaynaklarının belirlenmesi gereklidir.
- **Yönetim Yapısı (Yetki/Sorumluluk):** Havza yönetiminde ulusal ve uluslararası mevzuattan doğan yetki ve sorumluluklara bağlı olarak kurum ve kuruluşlar kendi içerisinde dört gruba ayrılabilir. Buna bağlı olarak 1- Uygulamacı, 2- Yatırımcı, 3- İzleyici, 4- Denetleyici kurum ve kuruluşlar olarak gruplandırılmaktadır. Diğer taraftan bu gruplara ilave olarak havza yönetimine yerel kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları ve özel teşebbüs dâhil edilmektedir. Son olarak uluslararası projelerde ve dış kaynaklı projelerde yabancı devlet ve diğer kurumlarla ortaklaşa havza yönetim sistemleri oluşturulmaktadır. Havza yönetim birlikleri sistem olarak tüm havzanın yönetiminden sorumlu bir birlik veya kurum ve buna bağlı ve onlarla paralel çalışan diğer kurumlar olarak kurulmaktadır.
- **Havza Yönetimi ve Planlaması:** Fiziksel planlama olgusu içerisinde düşünülmesi gereken bir kavramdır. ABD, Almanya, Fransa gibi ülkelerde doğal kaynak yönetiminde havza yönetimi yaklaşımı kullanılmaktadır. Havza sınırları, ekosistem üzerindeki çoğu girdi ve çıktıları bütün olarak içeren bir yapıya sahiptir. Ekolojik, sosyo kültürel bir yönetim modelinin tam işleyişinin sağlanmasında havza sınırlarının temel alınması büyük yararlar sağlayacaktır. Ülkemizdeki yapıya bakıldığında, merkezi hükümet ve iller en etkili idari mekanizmayı oluşturmaktadır. Bu yapılanma ekolojik sınırların dışında bir idari yapılanmayı göstermektedir. Aynı havza üzerinde birkaç il, birden fazla belediye ve alt ölçeklerde çoğu ilçe ve köy sınırları ekolojik sınırlar

dışındadır. Üst havzada su, sanayi amaçlı kullanılırken, alt havzada suyun tarım, vb. farklı amaçlı kullanımı, su ve atıksu yönetimi, entegre katı atık yönetimi, hava kirliliği, kentleşme ve gürültü kirliliği gibi farklı çevresel konularda farklı idari yapılanmalar arasında eşgüdüm eksiklikleri insanın yaşam konforunu azaltmaktadır.

- Türkiye’de yer üstü ve yer altı tüm sular devlet eliyle yönetilmektedir. Su kaynaklarının sektörel paylaşımı devlet kurumları tarafından yürütülmektedir. Su kaynaklarının içme - kullanma, tarım, endüstri, enerji üretimi, su ürünleri üretimi, turizm ve rekreasyon faaliyetleri amacıyla tüm kullanıcıların hizmetine sunulması ve korunması kamu hizmeti olarak yapılmaktadır. Tüm dünyada kabul edildiği üzere suyun üretimi ve tüketimi havza bazında olmaktadır. Ancak Türkiye’de idari sınırlar (il, ilçe, köy), arazi kullanım türleri (tarım, orman, mera), enerji, rekreasyon, turizm ve sanayi yönetimde belirleyici unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu kullanım ihtiyaçlarına göre sorumlu kuruluşlar ve mevzuat açısından karmaşık bir yapı ortaya çıkmaktadır.
- Türkiye’de su yönetimi konusunda idari yapılanmaya bakıldığında iki yönlü düşünce oluşabilir. Birinci anlayışta birçok kurumun konuya sahip çıktığı ve su kaynaklarımızın büyük bir koruma ağına sahip olduğudur. İkinci düşünce anlayışında ise su yönetiminin çok başlı bir yapıda olduğudur. İdari yapılanma ve mevzuat birlikte ele alındığında karmaşanın ne kadar büyük olduğu rahatlıkla anlaşılmaktadır. Oysa bütünsel havza yönetimi anlayışına göre havzanın membasından mansabına kadar tek yetkili kurumun koordinasyonunda alt birimlerce birlikte yönetilmesi öngörülmektedir. Türkiye devlet yapılanması bu yönetim anlayışına uymamaktadır. Diğer bir sorun ise bütünsel havza yönetiminde dikey ve merkezden yönetim yerine yatay ve yerinden yönetim anlayışının benimsenmesi gerektiğidir. Her kurum kendi yasal yetkisi içerisinde merkezden en uç taşra birimine kadar çalışma yapmakta, bazen aynı alanda birden fazla kurum aynı amaç için koordine olmadan çalışmaktadır. Bu durum, ülke kaynaklarının (zaman, emek, para, vb.) israf olmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kurumsal çatışmalar ve projelerde başarısızlıklar da yaşanabilmektedir.
- Su kaynaklarından sorumlu olan bu bakanlıklar incelendiğinde, her kurumun kendi yetki ve kuruluş yönetmelikleri çerçevesinde yönetime katıldığı görülmektedir. Bu kurumlar merkezi otoritelerden, yerel yönetimlere kadar uzanan çeşitli birimlerden oluşmaktadır. Bir su kaynağının yönetiminde çok çeşitli birimler yer alabilmektedir. Çünkü su kaynakları, politik sınırları aştığı için birden fazla idari birimi (ülke, bölge, il, ilçe, büyükşehir belediyeleri, vb.) kapsamaktadır. Hatta su kaynağının farklı arazi kullanım alanlarından (tarım, orman, mera, turizm, sulak alan, kültürel bölge) geçmesi nedeniyle sorumlu kurum ve kuruluş sayısı daha da artmaktadır. Bütün bu yönetim birimleri asıl yetkilinin belirlenmesini önlemekte ve karmaşaya neden olmaktadır. Her kurum su kaynağını kendi amaçları için incelemekte, değerlendirmekte ve verilerini depolamaktadır. Bu durum ülkemizde su kaynakları verisinin dağınık olmasına neden olmaktadır. Bir diğer sorun ise korumada ortaya çıkan karmaşadır. Her kurum su kaynaklarını kendi yetkileri çerçevesinde denetlemekte ve yaptırımlar uygulamaktadır. Ancak sorumluya ulaşılmadaki karmaşa, denetleme başarısına engel olmaktadır.

- Sürdürülebilir havza yönetimi için kurumların görev/yetki/sorumluluk konusunda düzenlenmesi gerekmektedir. Türkiye’de kurumların bu üç durumdan kaynaklanan sorunları havzaların sürdürülebilir yönetimini engelleyen en büyük sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de doğal kaynakların ve özellikle toprak ve su kaynakların temel kullanım alanlarına baktığımızda üretim, enerji, ulaşım, sağlık, turizm ve daha birçok sektörel karmaşa ortaya çıkmaktadır. Bu kaynakların etüt, planlama, projelendirme, uygulama, izleme/değerlendirilmesinde ve denetlenme görevini yapan birçok ve çoğu kez birbirleri ile çakışan kurum ve kuruluş görev yapmaktadır.
- Uluslararası örnekler incelendiğinde birçok ülkede ve ülkeler arasında benzer sorunların olduğu görülmektedir. Bazı ülkeler mevzuat ve yönetim yapısını değiştirerek sürdürülebilir havza yönetimi amaçlı yetkili kurumlar veya birlikler oluşturmuştur. Ülkemizde de benzer birçok proje yürütülmüş veya yürütülmektedir. Bunun için görev, yetki, sorumluluk ve denetim karmaşasını giderici mevzuat ve yönetim yapısına ihtiyaç duyulmaktadır.
- Havzada kamu ve özel sektör ile STK'lara ait menfaat gruplarının oluşturduğu tüm örgütlenmeler belirlenmeli ve bunların sürdürülebilir havza yönetim birliğine dâhil edilmeleri sağlanmalıdır.
- Bu örgütlerin iç yapıları, maddi destek sistemleri, kaynakları, projeleri, ekolojik yaklaşımları, doğal kaynaklardan yararlanma istekleri ve birlikte çalışma istekleri dikkatli şekilde incelenerek havza yönetim sistemine katılımları sağlanmalıdır. Özellikle doğal kaynakları menfaatleri doğrultusunda kullanmak ve ekohidrolojik sisteme zarar verici faaliyetlerde bulunmak isteyen kurum ve kuruluşların sisteme dâhil edilmesinde dikkatli ve kısıtlayıcı davranmak büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, havza yönetimi ve planlaması konusu oldukça geniş disiplinlerarası bir yapı içerisinde, katılımcı, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlayacak, aynı zamanda insan konforunu ön planda tutacak, uluslararası ve bölgeler arasında özellikle su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımına yönelik, koordinasyonun üst seviyede olduğu bir planlama ve yönetim süreci olmalıdır.

Mevzuat yapısı:

- Türkiye’de su hukuku öncelik sırasına göre Anayasa, kanun niteliğinde kabul edilen Uluslararası Sözleşmeler, Kanunlar, Kanun Hükmünde Kararnameler, Tüzükler ve Yönetmelikler ile düzenlenmiştir.
- Türkiye’de su kaynakları ve su ekosistemlerinin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için 70’in üzerinde kanun, yönetmelik ve yönerge bulunmaktadır. Bunlardan beş tanesi olan Çevre Kanunu, Sular Hakkında Kanun, Su Ürünleri Kanunu, Yeraltı Suları Hakkında Kanun ve Kıyı Kanunu su kaynakları yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Kanun, yönetmelik ve yönergeler, sadece su kaynakları ve su ekosistemleri ile ilgili değil, koruma ve sürdürülebilirlikle ilgili denetleme, yaptırım ve cezalar ile de ilgilidir.

- Ülkemizde su kaynakları konusunda çok sayıda kanun, yönetmelik ve yönerge bulunması, her birinin su kaynağını farklı konularda ele alması ve bütüncül bir sistemin olmaması en önemli yasal sorundur. Yasalarda yüzey, yer altı ve kıyı sularının birbirinden bağımsız düşünülmesi, su kaynağının havza ölçeğinde değil genel anlamda değerlendirilmesi, kanunlarda bazı yargıların kesin olmaması, kanunlardaki yaptırımların caydırıcı nitelikte olmaması su kaynakları yönetiminde çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Cumhuriyet tarihi boyunca af kanunları, özel hükümler, cezaların yetersizliği, günün şartlarına uyum sağlanamaması, suyun öneminin anlaşılammış olması sorunların büyümesine ve ötelenmesine neden olmuştur. Sınır aşan sular ve uluslararası anlaşmalar ayrıca su yönetiminde sorunlara neden olmaktadır. SÇD ile birlikte yeni yükümlülükler yeni sorunlara da neden olabilecektir.
- Bu kadar karmaşık ve iç içe geçmiş mevzuat yapısı kurumlar arasındaki karmaşıklığın da temel nedeni olmaktadır. Bu nedenle bu karmaşık yapının giderilmesi için sürdürülebilir havza yönetimi kanunu ve su kanununun biran önce tüm paydaşların da katılımını sağlayarak çıkarılması gerekmektedir.
- Yazılım ve Donanım İhtiyaçları: Sistem ihtiyaçlarında belirtilen sistemlerin işletilmesinde kullanılmak üzere günümüz gereksinimlerine karşılık veren ve günümüz teknolojilerine uygun yazılım ve donanımlardır. Yazılım ve donanım ihtiyaçlarına örnek olarak CBS yazılımları, veritabanı yazılımları, sistem yazılımları, masaüstü ve taşınabilir bilgisayarlar, PDA'lar, vb. verilebilir.
- Eğitim ve İşletim Destek İhtiyaçları: Sistemleri kullanabilecek uzman personellerin yetiştirilebilmesi ve sistemlerin devamının sağlanabilmesi için eğitim ve işletim desteğinin sürekli sağlanması gereklidir.

AB'ye üye ülkelerin büyük kısmı toprak ve su kaynaklarını geliştirmiş durumdadır. Diğer taraftan birlik ülkelerinin su kaynakları zengin ve nüfus artışları çok az veya yoktur. Türkiye toprak ve su kaynaklarının planlanması ve yönetimi ancak %50 düzeyindedir. Bunun yanında kalkınmakta olan bir ülke olması, tarımsal nüfusun fazlalığı ve nüfus artış oranı birlik üye ülkeleri ile farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. DSİ tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılı Türkiye için kritik tarih olarak belirlenmiş ve su kaynaklarının %100 kapasiteyle kullanılacağı öngörülmüştür. Türkiye'nin en başta sosyo-ekonomik yapısı, topografik, ekolojik ve yağış özellikleri büyük farklılıklara neden olmaktadır. SÇD su kaynaklarının yönetiminde oldukça önemli gelişmeler sunmaktadır. Ancak bu noktada direktifin bazı temel şartlarının ülkemize uygun olmaması uyum sürecinde ciddi sorunların ortaya çıkmasına neden olmakta ve dikkatli davranılmasını gerektirmektedir. Birliğe üyelik, uyum süreci ve SÇD özellikle sınır aşan sular konusunda ulusal çıkarları zorlayıcı bir takım yükümlülükler getirebilecektir. Bu konuda küresel iklim değişikliği, suya olan talep, sektörel paylaşım ve sosyoekonomik yapı da dikkate alındığında ulusal çıkarların korunmasını gerekli kılmaktadır.

Su kaynakları konusunda uluslararası sözleşmeler ve SÇD daha dikkatli davranmayı gerektirmektedir. Paydaş analizi, kirlilik, sektörel paylaşım, koruma, yönetim ve mevzuat konularında çok önemli gelişmelere ışık tutacaktır.

Bu yönleri ile SÇD bağlayıcı ve yönlendirici olarak gereklidir. Türkiye'nin SÇD ile ilgili düzenlemeleri yerine getirebilmesi için öncelikle kurumlararası koordinasyon ve işbirliği sağlanmalıdır.

AB ülkelerinin mevzuatının hemen hepsinde, su kaynaklarının kamu yararına en uygun düzeyde optimal kullanımı ve faydalanmasının esas olduğu, bireylerin kullanılabilir kalitede su haklarının bulunduğu, su kalitesini koruma ve sürdürme koşulu ile kullanılması gerektiğinin olduğu gözlenmiştir.

Türkiye'de su kaynaklarının kalite ve miktarının korunması, ekolojik dengenin sürdürülebilirliği çerçevesinde bir "su kaynakları" yönetim birimi oluşturulmuştur. Ancak su kaynakları yönetiminde yer alan 70'in üzerindeki yasa ve yönetmelik, kurum ve kuruluşların sayısındaki fazlalık, yönetsel amacın gerçekleşmesinde sorunlar oluşturulmaktadır.

Bu süreçte, su yönetimi konusunda uluslararası politikaların, ulusal çıkarlarımız ve toplumsal gerçeklerimiz ışığında değerlendirmeye alınarak tartışılması oldukça önem taşımaktadır. AB'ye giriş sürecindeki ülkemiz için, AB su politikaları bize bu konuda gerekli yardımı sağlayacaktır. Nitekim yürürlüğe girmiş veya üzerinde çalışılan 12 adet yönerge bu sürecin önemini ortaya koymaktadır.

Su kaynaklarının sektörel paylaşımında ve ihtiyaçların karşılanmasında gelecekte büyük sorunlar yaşanacaktır. Suyun paylaşımı yanında kirlilik sorunu da yaşanmaktadır. Bunun için sadece AB'ne üyelik için değil ülkemiz için acil olarak teknik, yasal, kurumsal önlemler almak ve önlemleri etkin bir şekilde uygulamak gerekmektedir.

Türkiye, SÇD uyum çalışmalarında kendi su politikasını geliştirmelidir. Su üretim havzaları belirlenmeli, havza yönetim birimleri oluşturulmalı, üst kurullar oluşturulmalıdır. Su kaynakları yönetiminde kurumların yetki ve sorumlulukları mevzuatla ortaya konmalıdır.

Bütünsel havza yönetimine uygun şekilde yatay örgütlenmiş, yerinden yönetime uygun kurumsal yapı gereklidir.

Su, havzada damlanın düştüğü ilk noktadan havzayı terk ettiği yere kadar bütün olarak değerlendirilmelidir. Ekolojik havza yönetimi anlayışı mutlaka benimsenmelidir.

Yönetimde yaşanan karmaşa yatırımlarda da kendini göstermektedir. Uygulamacı devlet kurumları suyun üretildiği yer olan membada yeterli çalışmayı yapmadan doğrudan mansapta çalışmalara başlamaktadır. Bu durum yatırımların verimliliğini ve sürekliliğini tehlikeye sokmaktadır. Suyla ilgili çalışmalar dağlardan başlamalıdır.

SÇD üye ve aday ülkelerin su kaynakları yönetiminde bağlayıcı hükümler taşımaktadır. Uyum sürecinin sağlıklı ve hızlı gerçekleşmesi için yürütülen proje (MATRA) kapsamında yeniden yapılanma, mevzuatta uyum, uygulama, koordinasyon, teknik destek, finansman, katılım, izleme-değerlendirme konuları ele alınmıştır. Proje sonuçları dikkatle ele alınmalı ve uygulamaya konulmalıdır.

MATRA projesi kapsamında ele alınması gereken en önemli konular, su yasasının hazırlanması, AB mevzuatına uyum, yetkili ve sorumlu kuruluşların belirlenmesi olarak ortaya çıkmıştır.

AB'ne uyum sürecinde en önemli konu sınır aşan sular konusunda ortaya çıkmaktadır. Ulusal çıkarlar korunmalı, ülke çıkarları ve paydaşlar dikkate alınarak orta ve uzun vadeli ulusal su politikası oluşturulmalıdır.

Sürdürülebilir ekolojik havza ve su yönetimi için yapılması gerekenler kısaca aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1- Kurumsal yapı düzenlenmelidir,
- 2- Koordinasyon sağlanmalıdır,
- 3- Mevzuat yapısı AB'ne uyumlu hale getirilmelidir,
- 4- Ülke su kaynakları belirlenmeli, veri bankası oluşturulmalıdır,
- 5- Ulusal su politikası oluşturulmalıdır,
- 6- Kısa, orta ve uzun vadeli planlar oluşturulmalıdır,
- 7- Teknik ve uzman altyapısı güçlendirilmelidir,
- 8- İzleme-değerlendirme ölçütleri ve birimleri oluşturulmalıdır.

3 ULUSLARARASI KURULUŞLAR, ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER VE AVRUPA BİRLİĞİ DİREKTİFLERİ

Dünyadaki uygulamalara bakıldığında havzanın “sürdürülebilir” bir yapıda ele alındığı ve havzaların yönetilmesi ve izlenmesinin bu kapsamda değerlendirildiği görülmektedir. Havzaların yönetilmesi doğrudan su kaynaklarının yönetilmesi, iklim dengesinin sağlanması ve çevresel öğelerin korunmasına yönelik politikaların üretilmesine bağlıdır. Bu konularda politikalar üretmek ve yapılan uygulamaların denetlenmesi amacıyla uluslararası ve bölgesel kuruluşlar çalışmalar yürütmekte, direktifler yayınlamakta, raporlama faaliyetleri ve projeler çerçevesinde çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Dünyada havza bazında yapılan çalışmaların büyük bir kısmında ülkeler çalışmalarını kendi iç mevzuatları yanında uluslararası birtakım kuruluşların mevzuatlarına ya da standartlarına ve taraf oldukları uluslararası sözleşmelerdeki hükümlere dayandırmaktadır. Bu kapsamda kendi ulusal mevzuatlarını da düzenlemektedirler. Bundan dolayı havza bazında çalışma yapan uluslararası organizasyonların ve bu konuda taraf olunan uluslararası sözleşmelerin bilinmesinin bundan sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda dünyada gerçekleştirilen örnek projelere değinilmeden önce havza ile ilgili çalışmalar yürüten uluslararası kuruluşlar, Havza Yönetimi Strateji Taslağı'nda da referans verildiği üzere havza yönetimi ve izlemede uygulanacak kriterlerin belirlenmesinde referans olabilecek Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler ve Avrupa Birliği direktiflerinin özetlenmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir.

3.1 ULUSLARARASI KURULUŞLAR

3.1.1 Dünya Bankası (WB)

Dünya Bankası, II. Dünya Savaşı'nın ardından 1945 yılında Uluslararası Yeniden Yapılanma ve Kalkınma Bankası (IBRD=International Bank for Reconstruction and Development) adıyla kurulmuş [Ref 1], 1947 yılında Birleşmiş Milletler'in özerk uzman kuruluşlarından biri olma özelliğini kazanmıştır.

Günümüzde dünya devletlerinin 185'i Dünya Bankası üyesidir. Bunlardan 11'i banka sermayesinin %55'ine sahiptir. Dünya Bankası Governörler Kurulu, İcra Direktörleri Kurulu ve Başkanlık organları tarafından yönetilmektedir. Uluslararası Yeniden Yapılanma ve Kalkınma Bankası 1945 yılında kurulmuş olan ve gelişmekte olan ülkelerin kamu sektörüne kredi açan bölümdür. Türkiye, Dünya Bankası'na 1947 yılında üye olmuştur [Ref 2].

3.1.1.1 Dünya Bankası Tarafından Finanse Edilen Havza Yönetim Çalışmalarının İncelenmesi

Havza yönetim çalışmalarına ilişkin inceleme Dünya Bankası tarafından finanse edilen ve 1990-2004 yılları arasında uygulanan 24 adet “özel olarak tahsis edilmiş” havza yönetim projesine (havza yönetiminin tek ya da baskın olduğu faaliyet) odaklanmıştır. 29 adet de özel olarak tahsis edilmeyen projenin havza bileşenleri vardır. Bu tahsis edilmiş projelerin temel hedefleri ve yaklaşımları genel olarak benzerdir:

- (a) Gelirin artırılmasına ve yoksulluğun azaltılmasına imkan sağlayan tarımsal üretimde artış için doğal kaynak temelini sürdürülebilir ve entegre yönetimi (projelerin % 80'i),
- (b) Çevresel tahribatın geri çevrilmesi (projelerin % 50'si).

Dünya Bankası destekli 24 adet tahsis edilmiş projenin dağılımı aşağıdaki gibidir:

Doğu Asya ve Pasifik Bölgesi: Üçü Çin'de, ikisi Endonezya'da ve biri de Filipinler'de olmak üzere en fazla havza yönetim projesine (altı proje) sahiptir. Çin'de 1994 yılında başlayan Loess Projesi 1999 yılındaki takip eden Loess II Projesi ile başarıya ulaşmıştır. 1994 Çin İkinci Kırmızı Topraklar Projesi ise 1980'lerde yürütülen Birinci Kırmızı Toprak projesinin takipçisidir.

Latin Amerika ve Karayip Bölgesi: Beş havza yönetim projesinden dördü Brezilya'da uygulanmıştır. Ulusal projelerden ziyade devlet düzeyinde olan bu dört projeden üçü benzer bir yaklaşım izlemiştir: Toprak Yönetimi I (Parana), II (Santa Catarina) ve III (Sap Paulo).

Güney Asya: Bölgedeki beş projenin tümü Hindistan'dadır. Kardeş projeler olan Ovalar ve Tepeler projeleri, Tepeler II projesi ile başarıya ulaşmıştır.

Avrupa ve Orta Asya: 2004 yılında başlayan Türkiye Anadolu Projesi daha önceki Doğu Anadolu Projesi'nin devamıdır. Tacikistan Havza Yönetim projesi Eski Sovyetler Birliği'ndeki ilk tahsis edilmiş havza yönetim projesidir.

Sahraaltı Afrika: Bölgede hiçbir havza yönetim projesi tanımlanamamıştır. Bununla birlikte bütünsel ve mekânsal yaklaşımlı üç doğal kaynak yönetim projesi (toprak yaklaşımı) bölgede yer almaktadır.

Ortadoğu ve Kuzey Afrika Bölgesi: Bölgede sadece iki havza yönetim projesi uygulanmaktadır. Havza yönetimi konusunda ülke çapında deneyimli Tunus ve başlangıç pilot havza yönetim projesini oluşturan Fas'ta projeler uygulanmaktadır [Ref 3].

3.1.1.2 Dünya Bankası'nın Türkiye Programı

Şubat 2008'de onaylanan mevcut WBG Ülke Ortaklık Stratejisi (CPS) 2008-2011 dönemini kapsamaktadır. CPS dokümanı hükümet ile birlikte, iş toplumu ve sivil toplum ile istişare içinde hazırlanmıştır. CPS, üç geniş alanda kalkınma sonuçlarının elde edilebilmesi için yakın bir işbirliği öngörmektedir:

1. Türkiye'nin rekabetçiliğinin artırılması ve daha iyi, daha fazla işin yaratılması,
2. Türkiye'nin sağlık, eğitim ve sosyal güvenlik sistemlerinin daha da güçlendirilmesi,
3. Kaliteli kamu hizmetlerinin daha etkin sunumunun sağlanması öngörülmektedir.

Ocak 2010'da onaylanan bir CPS ilerleme raporunda, bugüne kadar kaydedilen ilerleme ve son küresel krizin ışığında Türkiye'nin önündeki yeni zorluklar değerlendirilmiştir. "Krizin etkilerinden kurtulmaktan" yeniden

sürdürülebilir özel sektör öncülüğünde büyümeye” geçişi desteklemek için, Ülke Ortaklık Stratejisi'nde bazı ayarlamalar yapılmıştır: İnsani ve sosyal kalkınma ile ilgili analitik ve istişari hizmetler artırılacaktır; devam etmekte olan elektrik programı, iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik üzerinde odaklanmayı içerecek şekilde genişletilecektir [Ref 8].

3.1.2 Birleşmiş Milletler (UN)

Birleşmiş Milletler (BM), 24 Ekim 1945 tarihinde kurulmuş dünya barışını, güvenliğini korumak ve uluslar arasında ekonomik, toplumsal ve kültürel iş birliği oluşturmak için kurulan uluslararası bir örgüttür. Birleşmiş Milletler kendini "adalet ve güvenliği, ekonomik kalkınma ve sosyal eşitliği uluslararası tüm ülkelere sağlamayı amaç edinmiş küresel bir kuruluş" olarak tanımlamaktadır [Ref 4].

Türkiye’de BM sistemine bağlı 11 kuruluş faaliyette bulunmaktadır. Bu kuruluşlar aşağıda belirtilmiştir [Ref 8].

- Gıda ve Tarım Örgütü (FAO),
- Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO),
- Uluslararası Göç Örgütü (IOM),
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı(UNDP),
- Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA),
- Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği (UNHCR),
- Birleşmiş Milletler Enformasyon Merkezi (UNIC),
- Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF),
- Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO),
- Dünya Gıda Programı (WFP),
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO)

Türkiye’nin iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edebilmesi ve yönetebilmesi için gerekli stratejilerin oluşturulması, kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi amacıyla T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın koordinasyonunda “Türkiye’nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi” Birleşmiş Milletler Ortak Programı başlatılmıştır. Ortak Program ile iklim değişikliğine uyumun ulusal, bölgesel ve yerel politikalara uyumlu olması, sürdürülebilirlik yolunda ve Türkiye’nin kalkınma hedefleri çerçevesinde entegre edilmesi hedeflenmektedir. Bu program ile Türkiye’nin kırsal ve kıyı alanlarının gelişimini tehdit edebilecek iklim değişikliği risklerini yönetmek için kapasite geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca; iklim değişikliğine uyumun ulusal kalkınma planları çerçevesine yerleştirilmesi ve bir iklim değişikliği uyum stratejisinin oluşturulması; ulusal ve bölgesel kurumların iklim değişikliği ve iklimsel şartlarda oluşacak belirsizlikten kaynaklanan risklerin tahmini ve yönetimi için kapasitelerinin geliştirilmesi; Seyhan Havzası’nda topluma dayalı uyuma yönelik pilot projelerin uygulanması ve iklim değişikliğine uyum kavramının Türkiye’deki tüm BM kurumlarının çalışmalarına dahil edilmesi yoluyla ulaşılması planlanmıştır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ortak programın yürütücü kuruluşu; UNDP, UNEP, FAO ve UNIDO uygulayıcı kuruluşlarıdır. Ortak Program ile iklim değişikliğine uyumun ulusal, bölgesel ve yerel politikalara, sürdürülebilirlik yolunda ve Türkiye’nin kalkınma hedefleri çerçevesinde entegre edilmesi hedeflenmektedir. Bu program ile

Türkiye'nin kırsal ve kıyı alanları gelişimini tehdit edebilecek iklim değişikliği risklerini yönetmek için kapasite geliştirilmesi amaçlanmaktadır ve bu amaca aşağıdaki şekilde ulaşılmaya planlanmaktadır:

- İklim değişikliğine uyumun ulusal kalkınma planları çerçevesine yerleştirilmesi ve bir iklim değişikliği uyum stratejisinin oluşturulması,
- Ulusal ve bölgesel kurumların iklim değişikliği ve iklimsel şartlarda oluşacak belirsizlikten kaynaklanan risklerin tahmini ve yönetimi için kapasitelerinin geliştirilmesi,
- Seyhan Havzası'nda topluma dayalı uyuma yönelik pilot projelerin uygulanması,
- İklim değişikliğine uyum kavramının Türkiye'deki tüm BM kurumlarının çalışmalarına dahil edilmesi.

Ortak Program, sürdürülebilir kalkınma konularını ele almak için Türkiye'nin uyuma dayalı ve uzun süreli strateji geliştirme çabalarını yasal çerçeveye, politika yapma ve uygulama yapılarına entegre etmesine destek sağlayacaktır. Birleşmiş Milletler tarafından yapılan Binyıl Kalkınma Hedefleri Zirvesi'nde, dünya liderleri iddialı bir eylem planı ortaya koymuşlardır. Elbette Türkiye'nin iklim değişikliği tehditlerinin farkında olmaması gibi bir durum, Binyıl Kalkınma Hedefleri'ne ulaşmada kaydettiği ilerlemeyi ciddi bir şekilde risk altına sokmasına neden olurdu. Örneğin, özellikle sulak alanlar ve sulak ekosistemler gibi savunmasız ve hassas bölgelerde uzun vadeli su kaynakları planlamasında iklim değişikliklerini yeterince göz önünde bulundurmama gibi Türkiye'nin ulusal politikasındaki önemli bir boşluk, su kaynaklarına da dolaylı etkisi olan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yasasına bağlıdır. Bu, ekonomik kalkınmayı tehdit ettiği gibi Türkiye'nin doğal kaynaklarının korunmasını da tehdit etmektedir.

Ortak Program, topluma dayalı uyum ilke ve yaklaşımlarını tanıtmak ve uygulamak, savunmasız kırsal kesimlerde kapasite geliştirmek ve iklim değişikliği riskleriyle mücadelede kaynakları seferber etmek için kamu ve özel sektör ortaklıkları geliştirmek amacıyla pilot yerel hareketler yoluyla bir katalizör görevi üstlenecektir. Program, Türkiye'nin 2007 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında hazırladığı Birinci Ulusal Bildirimi çerçevesinde yürütülen ön çalışmaları geliştirerek iklim değişikliği göz önüne alındığında en savunmasız bölge olarak belirlenen Seyhan Nehir Havzası'na odaklanmıştır.

Birleşmiş Milletler Ortak Programı kapsamında bugüne kadar aşağıdaki faaliyetler yapılmıştır:

- Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi Durum Tespit Raporu – Ulusal mevzuatta iklim değişikliğine uyum analizleri tamamlanmıştır.
- Seyhan Havzası Paydaş Analizi, Geçim Kaynakları Analizi, Ekosistem Analizi ve Sistem Yaklaşımı ile katılımcı sorun analizi çalışmaları tamamlanmıştır.
- Kayseri, Niğde ve Adana'da Sanayi ve Ticaret Odaları ile Ekoverimlilik bilgilendirme toplantıları gerçekleştirilmiştir.
- Sanayide verimli su kullanımı ve eko-verimlilik pilot çalışmaları için Seyhan Havzası'nda öncelikli sektörler belirlenmiştir. Sanayide verimli su kullanımı ile ilgili 4 örnek proje başarıyla tamamlanmıştır.
- 11 ilde Katılımcı Etkilenebilirlik Analizi çalışmaları yapılmıştır. ODTÜ ile İklim Değişikliği, Uyum ve Türkiye Sertifika Programı ve çok sayıda tematik kapasite geliştirme eğitimleri tamamlanmıştır.
- FAO ve UNEP ile birlikte geniş katılımlı, tematik eğitim programları devam etmektedir.

- 3 küresel modele dayalı bölgesel iklim projeksiyonları tamamlanmıştır, “agora.itu.edu.tr” kullanıma açılmıştır.
- Kuraklık ve sel erken uyarı sistemleri çalışmaları ile Taşkın ve Kuraklık Bilgi Yönetim Sistemi geliştirme çalışmalarına başlanmıştır.
- MDG - Anadolu Arboretum ve Botanik Bahçesi Master Planı tamamlanmıştır.
- Seyhan Havzası'nda Topluma Dayalı İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı kapsamında desteklenen 12'si Adana, 4'ü Kayseri, 2'si Niğde olmak üzere toplam 18 proje tamamlanmıştır. Havza nüfusunun yaklaşık %2,5'ine karşılık gelen 55.000 kişiye ulaşılmıştır.
- Seyhan Havzası'na Yolculuk Belgeseli tamamlanmış ve İZ TV'de yayınlanmıştır.
- “İklim Meydanı” toplantıları 11 ilde yapılmış olup, yaklaşık 900 kişiye ulaşılmıştır [Ref 8].

3.1.3 Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)

Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation, FAO), açlığı yok etmek ve beslenme şartlarını iyileştirmek amacıyla 1943'te kurulan ve 1946'da Birleşmiş Milletler'in uzmanlık kuruluşu haline gelen bir örgüttür. Açlığa karşı mücadelede çok yönlü faaliyetleri vardır. Hükümet ve teknik kuruluşların tarımı, ormancılığı ve balıkçılığı geliştirme projelerine aracı ve yardımcı olmaktadır. Bu tip konularda ülkeler düzeyinde teknik yardımlar sağlamaktadır. Eğitsel projeler geliştirerek, araştırmalar yapmakta ve seminerler vermektedir. Dünyadaki tarımsal ürünlerin üretimi, tüketimi, ticareti ve depolanması, tabii kaynakların geliştirilmesi, ağaçlandırma gibi konularda danışmanlık yapmaktadır. İstatistikler tutarak bültenler yayınlamaktadır.

FAO'nun temel amaçları arasında sağlıklı beslenmeyi artırmak, tarımsal üretimi geliştirmek, kırsal nüfusun yaşam koşullarını iyileştirmek ve dünya ekonomisinin gelişmesine katkıda bulunmak yer almaktadır [Ref 6]. FAO havza çalışmalarına önem vermektedir. Bu çalışmalardan bir tanesi havzalarda yapılan sulama yöntemleridir. FAO'nun bir diğer çalışması da havza düzenidir. Havzaların düzeni, şekli ve büyüklüğünün yanında setlerin şekilleri de önemlidir. Havzaların şekilleri, eğimi, toprak yapısı, arazi sürüm teknikleri, sulama derinliği ve havza akış hızı gibi havza ile ilgili konularda standartlar belirlemede ve tanımlar yapmaktadır [Ref 7].

FAO'nun Türkiye Çalışmaları

Türkiye 1948 yılından beri FAO'ya üyedir. Ankara'da bulunan FAO temsilciliği 1982 yılında kurulmuştur. Bu tarihten beri Türkiye'de tarım ve kırsal kalkınma konularında savunuculuk, yatırım desteği ve teknik destek sağlanmaktadır [Ref 8].

FAO'nun Türkiye'deki desteği aşağıdaki konular üzerindedir:

- Teknik İşbirliği Programı (TCP projeleri) dâhilinde teknik yardım ve kuruluşların katkıları ile FAO tarafından yürütülen projeler,
- Küçük ölçekli gıda projeleri ile yoksul çiftçilerin beslenme standartlarının ve gıda güvencesi seviyelerinin yükseltilmesi,
- Ulusal politika ve stratejilerin belirlenmesinde tavsiyelerde bulunmak,
- FAO politikalarını yaymak,

- FAO teknik personeli aracılığı ile taleplere cevap vermek,
- FAO yayınları aracılığı ile bilgi paylaşmak,
- FAO eğitimleri ve teknik toplantıları aracılığı ile kapasite geliştirmek,
- Ülkeler arası aktiviteleri ve ortak çalışmalarını desteklemek.

Son yıllarda FAO'nun Türkiye'deki çalışmaları beslenme, gıda kalitesi ve güvenliği, gıda güvencesi, organik tarım, bitkisel üretim ve bitki koruma, balıkçılık, ormancılık, hayvan sağlığı ve uzaktan algılama teknikleri üzerine yoğunlaşmıştır [Ref 8].

Orta Asya Alt Bölge Ofisi, FAO ve Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti arasında imzalanan Ev Sahibi Ülke Anlaşması'nın ardından 2007 yılında Ankara'da açılmıştır. FAO Alt Bölge Ofisi Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Türkiye ve Türkmenistan'a hizmet vermektedir.

Bu Ofis, hem ülke hem de alt bölge seviyesinde üye ülkelerinin gıda güvencesi amaçlarına ve Bin Yıl Kalkınma Hedeflerine (MDGS) ulaşmada FAO'nun uzmanlık alanlarını ve hizmetlerini daha etkin bir biçimde sağlayabilmesi için kurulmuştur.

Ofisin teknik kapasitesi hayvansal üretim ve hayvan sağlığı, bitkisel üretim ve bitki koruma, balıkçılık alanlarında görev yapan teknik uzmanlar tarafından sağlanmaktadır. FAO-SEC Ofisi bu ekiple beraber alt bölgede bulunan ülkelerin öncelikli ihtiyaçlarına daha hızlı bir şekilde cevap vermektedir. Ofis, BM ülke koordinasyon toplantılarına daha etkin katılmakta ve gıda güvenliği, tarım ve kırsal kalkınma konularında alt bölgesel işbirliğine destek vermektedir.

FAO-Türkiye Ortaklık Programı

2006 yılı ortalarında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile FAO arasında FAO-Türkiye Ortaklık Programı Anlaşması (FTPP) imzalanmıştır. Bu Anlaşma ile Türkiye ilk beş yıllık dönem için (2007-2011) için FAO-SEC tarafından hizmet götürülen ülkelerde kullanılmak üzere yıllık 2 milyon ABD dolarını oluşturulan güvence fonuna aktarmıştır.

FTPP'nin başlıca amacı yararlanıcı ülkelerde gıda güvencesinin sağlanması ve kırsal yoksulluğun azaltılması alanlarında aktif işbirliğine yönelik maddi, finansal ve operasyonel çerçeveyi sağlamaktır.

FTPP'de yer alan altı kapsamlı alan: gıda güvencesi; tarımsal ve kırsal kalkınma; orman ve balıkçılık da dahil olmak üzere doğal kaynakların yönetimi, tarım politikaları; gıda güvenliği; hayvan ve bitki gen kaynaklarıdır. Hâlihazırda FAO Orta Asya Alt Bölge Ofisi tarafından (bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte) toplam 6,5 milyon ABD doları tutarında 17 proje yürütülmektedir [Ref 8].

Orta Asya ve Kafkaslarda Dağlık Havzaların Sürdürülebilir Yönetimi İçin Kapasite Geliştirme Bölgesel Projesi

FAO ile Türkiye işbirliği programı kapsamında (FTTP) Orta Asya ve Kafkaslar'da Dağlık Havzaların Sürdürülebilir Yönetimi için Kapasite Geliştirme Bölgesel Projesi, ÇEM, TİKA ve FAO tarafından yapılacaktır. Orta Asya ve Kafkaslarda Dağlık Havzaların Sürdürülebilir Yönetimi İçin Kapasite Geliştirme Bölgesel Projesi, Nisan 2011'de başlamış olup Mart 2013 tarihinde sona erecektir.

Projenin amacı, dağlık havza uygulamaları, rehabilitasyonu ve sürdürülebilir yönetimine yönelik katılımcı ve entegre yaklaşımlar konusunda kamu oyunun, politikacıların ve karar vericilerin farkındalıklarının artırılması ile ormancılık ve diğer ilgili kuruluşların bilgi ve deneyimlerinin güçlendirilmesidir.

Proje çıktıları aşağıdaki gibidir:

Çıktı 1: Mevcut havza yönetimi deneyimleri, teknik rehberler, kurumsal yapı ve ülkelerin ihtiyaçlarının gözden geçirilmesidir. Bu çıktı kapsamında esas olarak proje ülkelerindeki havza yönetimi ile ilgili mevcut yasal ve idari belgeler ve yapı gözden geçirilecek ve bu amaçla ÇEM Genel Müdürlüğü, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve TİKA temsilcilerinden oluşan bir heyet proje ülkelerini projenin başlangıç aşamasında ziyaret edecektir.

Çıktı 2: Proje ülkelerindeki ormancılık kuruluşları ve diğer ilgili kurumlarda çalışan karar vericiler ve seçilmiş uzmanların (en az 100 kişi) entegre ve katılımcı yaklaşımla dağlık havzaların rehabilitasyonu ve sürdürülebilir yönetiminin planlanması ve uygulanması konusunda farkındalık, bilgi, deneyim, kapasite ve kararlılıklarının artırılmasıdır. Bu çıktıya yönelik olarak karar vericiler ve uzmanlar için Türkiye'de eğitimler yapılacak ve uzman desteği sağlanacaktır.

Çıktı 3: Belirlenecek bir ülkede (ÇEM, FAO ve TİKA birlikte belirleyecek) pilot uygulama yoluyla entegre ve katılımcı havza rehabilitasyonu planının hazırlanması ve uygulanmasıdır. Belirlenecek bir ülkede mikro havza bazında TİKA tarafından pilot uygulama yapılacaktır.

Çıktı 4: Farkındalık yaratma, kapasite geliştirme ve eğitim malzemelerinin hazırlanmasıdır. Görsel ve işitsel malzeme ile havza yönetimi rehber ve standartları hazırlanacaktır.

Proje ortaklarının yükümlükleri ÇEM, TİKA ve FAO'dan oluşmaktadır. **ÇEM** Genel Müdürlüğü, bölgesel proje koordinatörü atayacak ve projenin genel koordinasyonu, Türkiye'deki eğitimlerin organizasyonu ve masraflarından sorumlu olacaktır. **TİKA**, Türkiye'de yapılacak eğitimlere diğer ülkelerden katılacakların yol masrafı ile bu eğitimlerdeki çeviri masraflarını karşılayacaktır. Ayrıca bir proje ülkesinde yapılacak pilot uygulama çalışmasının masraflarını karşılayacaktır. **FAO**, uzmanların masrafları, belli seyahat ve toplantıların masrafları, eğitimlere katılacakların cep harçlıkları, yayın ve eğitim malzemeleri ve diğer masrafları karşılayacaktır [Ref 28].

3.1.4 AB Ortak Araştırma Merkezi Çevre ve Sürdürülebilirlik Enstitüsü (JRC-EIS)

Çevre ve Sürdürülebilirlik Enstitüsü'nün misyonu Avrupa ve küresel çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınması için Avrupa Birliği politikalarına bilimsel ve teknik destek sağlamaktır. Enstitüde yürütülen ilgili faaliyetler ve eylemler hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir [Ref 182].

- **Stratejik Kaynakların Sürdürülebilirliği:** Su, toprak, orman, hava, kara ve biyolojik çeşitlilik
- **Sürdürülebilir Tarım ve Kırsal Kalkınma:** Bitkisel üretim, gıda güvenliği
- **İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği:** Sera gazları emisyonunu azaltmak
- **Çevresel Riskler ve Doğal Afetler:** Yangın, kuraklık, seller, çölleşme
- **Kalkınma İşbirliğinin Çevresel Boyutu:** Afrika'ya odaklanmak
- **Çevresel İzleme ve Bilgi Sistemleri:** GMES ve INSPIRE
- **Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi:** Entegre sosyo-ekonomik ve çevresel değerlendirme için göstergeler geliştirmek

Eylem 42001 – Gelişim İçin Doğal Kaynakların İzlenmesi (Monde)

Binyıl Kalkınma Hedeflerine ulaşma yolundaki ortak çaba olarak sürdürülebilir kalkınma, AB'nin kalkınma politikasının temel amacı oluşturmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik hedefini karşılamak amacıyla, gelişmekte olan ülkelerin doğal kaynakların geliştirilmesi ve sürdürülebilir yönetimi sorununun gidermek ve genel çevre sorunlarının çözümüne yardımcı olmak büyük önem taşımaktadır.

Bu eylem kapsamında yapılacak faaliyetler, yer gözlem uyduları verilerine dayanacaktır ancak, AB ve yararlanıcı ülkelerin karar vericilerine kapsamlı bilgi sağlamak amacıyla, uydu verileri sosyo-ekonomik ve yerel bilgilerin entegre analizi ile tamamlanacaktır.

Eylemin Amaçları:

- Kıtadaki arazi örtüsü/kullanımının ve ulusal düzeyde özellikle tarımsal alanda arazi değişikliğinin karakterizasyonunun yapılması ve geliştirilmesi,
- Afrika'daki orman kaynaklarındaki değişikliklerin ölçülmesi ve Afrika Orman İzleme ile bağlantısının kurulması,
- Bölgedeki biyolojik çeşitliliğin kalitesinin belgelenmesi ve insan aktiviteleri kaynaklı tehditlerin seviyelerin değerlendirilmesi,
- Afrika'daki kurak alanlardan yarı nemli alanlara kapsayan bölgelerin yüzey sularının izlenmesi ve iklim, arazi örtüsü değişikliği ve su bulunabilirliği gibi konularla bağlantısını ve insan aktiviteleri üzerine etkileri anlamak,
- Gelişmekte olan ülkelerdeki su sektörünü geliştirmek amacıyla bilgi yönetimi, çevresel ve sosyo-ekonomik değişkenleri geliştirmek,
- Afrika alt sahra bölgesinde şehir alanları ve genişlemenin belgelenmesi,
- Afrika deniz ve kıyısulardaki ekosistem fonksiyonları ve su kalitesinde orta ve uzun vadeli değişimlerin izlenmesidir.

Eylem 22008 – Çölleşme, Arazi Bozulması ve Kuraklık (İzleme, Azaltma ve Erken Uyarı)

Çölleşme, arazi bozulması ve kuraklık insan refahı üzerinde ciddi etkileri olan önemli çevresel tehditlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri felaket olabilir iken, son kuraklıklar Avrupa ekonomileri üzerinde de önemli bir etkiye sahip olduğu gerçeğini göstermiştir. Kuraklığın etkileri büyük ölçüde yağış açığının süresi, şiddeti ve mekânsal kapsamına ve etkilenen bölgelerin çevresel ve sosyo-ekonomik hassaslığına bağlıdır. Bu nedenle, yeterli izleme ve mücadele stratejilerinin geliştirilmesi, kuraklığın etkilerinin azaltılması için son derece önemlidir.

Eylemin Amaçları:

- Avrupa Kuraklık İzleme Merkezinin küresel kuraklık izlemeye katkısının geliştirilmesi,
- Kuraklık ve Çölleşme süreçlerinin ve etkilerinin değerlendirilebilmesi için göstergelerin geliştirilmesi,
- Çölleşme için küresel Erken Uyarı Sistemi geliştirilmesine katkıda bulunmak,
- Yeni Dünya Çölleşme Atlasının geliştirilmesine katkıda bulunmak,
- Kuraklık ve çölleşmeden etkilenen ülkelerdeki çalışanlara ve bilim insanlarına değerlendirme, izleme ve mücadele stratejileri konusunda eğitim sağlamaktır.

Eylem 22004 - Toprak Verisi ve Bilgi Sistemleri

Toprak verisi ve bilgiler, tarım, toprak koruma, su koruma, doğa koruma, kalkınma politikası, sağlık ve sürdürülebilir kalkınma gibi konularda AB politikalarında önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve çölleşme, toprak bozulması ile doğrudan ilgilidir ve küresel ölçekte sorun olmaktadır.

Eylemin Amaçları:

- Avrupa'daki tüm toprak verisi ve bilgileri için tek bir odak noktası olarak, Avrupa Toprak Veri Merkezi'nin (ESDAC) kurulması,
- AB ve dış kullanıcılara INSPIRE kuralları ile uyumlu veri altyapısı sağlamak için data toplama, kalite değerlendirmesi ve kontrol, veri yönetimi ve depolama, dağıtım için prosedürler ve metodlar geliştirmek,
- Toprağa yönelik tehditler ile ilgili (erozyon, organik madde, sıkıştırma, tuzlanma, toprak kaymaları, kirlenme ve toprağın biyolojik çeşitlilik kaybı) ileri modelleme teknikleri, göstergeler ve senaryo analizlerini araştırma ve geliştirmek,
- Toprak Koruma için Tematik Strateji müzakerelerinde bilimsel ve teknik yardım sağlamak,
- Çok taraflı anlaşmaların uygulanmasına yönelik veriler sağlayarak Avrupa Toprak Bilgi Sistemini geliştirmektir.

Eylem 22003 – Avrupa Ormanlarının İzlenmesi (FORESTMOD)

1980 yılında beri birçok AB yönetmeliği Avrupa ormanların ve çevre ile etkileşimlerinin izlenmesine hizmet etmektedir. FOREST grubu bu çalışmalarını bilimsel koordinatör olarak desteklemektedir. Yapılan çalışmalar kapsamlı ve atmosferik kirlilikten etkilenen ormanların bilgilerinin tutulduğu Avrupa Orman Bilgi Sisteminin ve orman yangınları hakkında detaylı bilgiler sağlayan Avrupa Orman Yangınları Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır.

Eylemin Amaçları:

- Avrupa'da orman veri ve bilgi için odak noktası olarak Çevre Orman Veri Merkezi (EFDAC) kurulması,
- Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi çalıştırılması ve geliştirilmesi,
- Orman ve orman biokütlesi haritalama, biyolojik çeşitlilik ve iklim değişikliği ile ilgili olarak ileri modelleme teknikleri, göstergeleri ve senaryo analizleri konularında araştırma ve geliştirme çalışmaları yapmak,
- CORINE ve FAO Orman Değerlendirme Raporu'nu da kapsayacak şekilde Avrupa orman varlığının değerlendirilmesi,
- LIFE + programı kapsamında ormanların gelecekte izlenmesi için destek sağlamak,
- Avrupa Orman Bilgi ve İletişim Platformu'nun sonuçlandırılması,
- AB Genişleme ve Entegrasyon Programı ve Avrupa Komşuluk Politikası için destek sağlamaktır.

3.1.5 Orman Avrupa Komitesi (FOREST EUROPE)

Orman Avrupa Komitesi (Avrupa Ormanlarının Korunması için Bakanlar Konferansı) kıtanın ormanların sürdürülebilir yönetimi için politik süreçlerdir. Orman Avrupa Komitesi ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda, 46 üye ülke ve Avrupa Birliği için ortak stratejiler geliştirir [Ref 183].

Orman Avrupa Komitesi'nin öncelikleri iklim değişikliği ile mücadele de ormanların rolünün güçlendirilmesi, iyi kalitede tatlı su sağlanması, orman biyolojik çeşitliliğinin korunması ve geliştirilmesi ve orman ürünleri sağlanmasıdır. Diğer önemli bir konu ise gelecekte orman işbirliği için bir çerçeve geliştirmek ve Avrupa'daki ormanlar üzerinde yasal olarak bağlayıcı bir anlaşma için imkânlarını araştırmaktır.

Orman Avrupa Komitesi'nin faaliyetleri aşağıdaki gibidir:

- Sürdürülebilir orman yönetimi
- İklim değişikliği ve enerji
- Sürdürülebilir ağaç kullanımı
- Ormanlar ve su
- Biyolojik çeşitlilik
- Uluslararası işbirliği
- Yasal bağlayıcı sözleşmeler

3.1.6 Dünya Doğayı Koruma Vakfı (World Wild Fund for Nature - WWF)

Dünya Doğayı Koruma Vakfı doğanın zarar görmesini durdurmayı ve verilen zararları onarmayı amaçlayan uluslararası bir sivil toplum kuruluşudur. WWF, dünya çapında desteklediği 2000 koruma projesi ve 4000'e yakın çalışanıyla dünyanın en büyük çevre kuruluşu konumundadır. WWF, projelerini 5 milyon kişi tarafından desteklenen, beş kıtada 100'ü aşkın ülkede, iklim değişikliği, ormanlar, tatlı sular, denizler, türler ve sürdürülebilirlik ana başlıkları altında gerçekleştirmektedir [Ref 9].

WWF dünya genelinde entegre nehir havzaları projeleri yürütmektedir. Yürüttüğü entegre havza çalışmalarında yedi rehber ilkeyi temel almaktadır. Bu ilkeler vizyon, entegrasyon, ölçek, zamanlama, katılımçılık, kapasite, bilgi birikimi olarak sıralanmaktadır.

WWF-Türkiye bugüne kadar Türkiye’de Doğu Karadeniz Havzası, Konya Kapalı Havzası, Büyük Menderes Havzası, Küre Dağları, Akyatan, Çıralı, Kaş, İçneada ve Susurluk Havzaları’nda çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası

Türkiye’deki 25 su havzasından biri olan Doğu Karadeniz Havzası; Melet, Pazar, Harşit çayları ile İkizdere, Fırtına gibi Karadeniz’e dökülen akarsuları ve alt havzalarını içermektedir. Bu sistem içerisindeki en önemli unsurlardan biri olan Fırtına Deresi havzası, bölgeye özgü bütün ana habitatlara sahiptir. Eşsiz bir botanik çeşitlilik sergileyen alan çok sayıda nadir türe sahiptir. Bunlardan bazıları, kızılbaş galerileri, kestane, gürgen ve kayın ormanları, doğu ladini ormanları, sub-alpin çalı toplulukları, çayır-meralar, alpin kayalıklar ve buzul gölleridir.

“Entegre Havza Yönetimi” yaklaşımı ile Fırtına Havzası’nda Doğu Karadeniz için bir model oluşturmayı amaçlayan proje CEPF tarafından desteklenmiştir. Proje kapsamında, ilgi gruplarının katılımıyla “Entegre Havza Yönetim Planı” hazırlanmıştır. Planın uygulaması, Rize Valiliği başkanlığı yerel ilgi gruplarının temsil edildiği bir yerel kurul tarafından izlenmektedir. Rize’deki bölge ofisiyle, bu sürecin sağlıklı bir şekilde işlemesine yardımcı olan WWF-Türkiye, entegre havza yönetiminin diğer alanlarda da uygulanmasını teşvik etmektedir.

Konya Kapalı Havzası

Konya Kapalı Havzası, zengin biyolojik çeşitliliğiyle WWF tarafından dünya çapında belirlenmiş 200 önemli bölgeden biridir. Havzada, Avrupa’da üreyen ve nesli tüm dünyada tehlike altında olan 13 kuş türünden 8’ine üreme alanı sağlayan 15 Önemli Kuş Alanı ve yüz binlerce hektarlık alanı kaplayan 6 Önemli Bitki Alanı bulunmaktadır. Havza tarımsal anlamda Türkiye’nin önemli üretim bölgelerinden biridir ve tahıl, bakliyat ve şekerpancarı üretiminde önemli bir paya sahiptir. Konya Kapalı Havzası, küresel iklim değişikliğinden ve dolayısıyla kuraklıktan en fazla etkilenecek bölgelerden birisi konumundadır.

WWF-Türkiye, Konya Havzası’nda su kaynaklarının akılcı kullanımı ve sulak alanların korunması için bir çalışma sürdürmektedir ve uyguladığı pilot projeler ve eğitimler sayesinde havzada salma sulamadan, damla ve yağmurlama sulama gibi su tasarrufu sağlayan modern sulama sistemlerine geçilmesini teşvik etmektedir.

Büyük Menderes Havzası

Büyük Menderes Nehri, Afyon’un Dinar ilçesinden doğmaktadır. Uşak, Denizli ve Aydın illerinden geçerek Ege Denizi’ne dökülmektedir. Ülkemizdeki 25 akarsu havzasından biri olan Büyük Menderes Havzası, bölge için önemli bir su kaynağıdır. Havzanın temel geçim kaynağını öncelikli olarak tarım, hayvancılık ve sanayi oluşturur. Büyük Menderes Nehri öncelikle tarım olmak üzere sanayi ve turizm sektörlerinin su ihtiyaçlarını karşılamakta, aynı

zamanda bölgedeki doğal yaşamın devamlılığını sağlamaktadır. Büyük Menderes Havzası'ndaki mevcut baskıların en aza indirilmesi ve havzada su kaynaklarının miktar ve kalite olarak insanların ve ekosistemlerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla bir proje başlatılmıştır.

3.1.7 Avrupa Birliği (AB)

Avrupa Birliği (AB), yirmi yedi üye ülkeden oluşan ve toprakları büyük ölçüde Avrupa kıtasında bulunan siyasi ve ekonomik bir örgütlenmedir. 1992 yılında, Avrupa Birliği Antlaşması olarak da bilinen Maastricht Antlaşması'nın yürürlüğe girmesi sonucu, var olan Avrupa Ekonomik Topluluğu'na yeni görev ve sorumluluk alanları yüklenmesiyle kurulmuştur. Yaklaşık 500 milyonluk nüfusuyla Avrupa Birliği, dünya ülkelerinin Gayrisafi yurtiçi hasılaya (GSYH) göre sıralanışında gayrisafi yurtiçi hasılasının %30'luk bölümünü oluşturmaktadır [Ref 12].

Avrupa Birliği 2007'den beri Türkiye'de nehir havza yönetiminin tesis edilmesine yönelik mali destek sağlamaktadır. 2007'den 2010'a uzanan süreçte Türkiye'nin ilk entegre havza yönetim planı (Büyük Menderes Havzası), kapasitenin geliştirilmesini amaçlayan bir AB Eşleştirme Projesi kapsamında hazırlanmıştır. Büyük Menderes'e yönelik olarak hazırlanan plan, AB su mevzuatında ortaya konan iddialı yükümlülüklerle de uyumludur [Ref 13].

2000 yılında yürürlüğe giren AB Su Çerçeve Direktifi ile havza yönetimi yaklaşımı uygulamalarının yaygınlaştırılması ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği için ortak politikaların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Türkiye'nin Avrupa Birliğine katılımı ve uyumu sürecinde yerine getirmesi gereken yükümlülüklerden biri de “su kaynaklarının sadece miktar olarak değil, kalite olarak da korunmasını ve kontrol edilmesi”ni hedeflemekte olan Su Çerçeve Direktifi'nin adaptasyonu ve uygulamaya konulmasıdır. “Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi” yaklaşımı sonucunda havza yönetimi yaklaşımı ile içmesuyu kaynağı olan göl ve nehirlerimiz için “Bütünleşik Yönetim Sistemi”nin hazırlanması bir zorunluluk olarak getirilmektedir. Bu kapsamda hazırlanması gereken stratejik arazi kullanımı kararlarının politik ve pratik uygulamaları içermesi, su kaynakları üzerinde yapılacak her müdahalenin sürdürülebilir olması ve koruma-kullanma ilkeleri doğrultusunda akılcı politikalar içermesi önemli bir gerekliliktir.

Bu kapsamda, “Havza Koruma Eylem Planları Hazırlanması” çalışmaları başlatılmış olup ilk önce havzadaki su kalitesi, kirlenici kaynaklar, korunan alanlar ve içme suyu kaynakları göz önüne alınarak ülkemiz coğrafyasındaki 25 adet hidrolojik havza belirlenmiş ve önceliklendirilmiştir. Yapılan bu önceliklendirme doğrultusunda, 11 havzanın koruma eylem planlarının hazırlanması işi, gerek farklı disiplinlerin bir araya gelmesi, gerek ilgili birçok projeyi gerçekleştirmiş olması sebebi ile yeterli yetkinliğe ve deneyime sahip olan TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü'ne verilmiştir. Söz konusu proje, Ağustos 2009 - Aralık 2010 tarihleri arasında gerçekleştirilerek başarıyla tamamlanmıştır. Bu çalışmalar ile beraber Türkiye'nin 4. büyük tatlı su kaynağı Eğirdir Gölü ve Atatürk Baraj Gölü içmesuyu havzaları için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 16. maddesinde sözü edilen "Havza Koruma Planı ve Özel Hükümlerin Belirlenmesi" çalışmaları TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü tarafından tamamlanmıştır. Tüm havza ve alt havzaların değerlendirilmesi Su Çerçeve Direktifi'nin gerekliliklerini içeren “Nehir Havzası Yönetim Planları”nın oluşturulması ve uygulanabilmesi sürecinin altlığını oluşturmaktadır. Bu projeler Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde önemli bir başlangıç noktası olmuştur [Ref 14].



Şekil 8. Proje I ve Proje II Çalışma Havzaları

3.2 TÜRKİYE’NİN TARAF OLDUĞU ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER

3.2.1 Akdeniz’in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi

12 Şubat 1978 tarihinde yürürlüğe giren Akdeniz’in Kirlenmeye Karşı Korunması (Barselona) Sözleşmesi’nin amacı, Akdeniz Bölgesinde deniz çevresinin korunmasını ve daha iyi duruma getirilmesini sağlamak üzere kirlilikten korunma, kirliliği hafifletme ve kirlilikle mücadele için bütün tedbirleri almaktır.

12 Haziran 1981 tarihinde yürürlüğe giren sözleşme ile Akdeniz Bölgesi’nin kirlenmeye maruz kalması, kirlenme dolayısıyla deniz çevresini, denizin ekolojik dengesini, kaynaklarına ve meşru kullanma şekillerine yönelmiş tehditleri ortadan kaldırmak, bölge ölçeğinde birbiriyle ilişkilendirilmiş geniş bir tedbirler bütünü içinde Akdeniz Bölgesi’nin korunması ve geliştirilmesi için devletlerin ve ilgili uluslararası kuruluşların yakın işbirliği içinde bulunması amaçlanmaktadır.

Bu Sözleşme ile Akdeniz Bölgesi’nin kirlenmeye maruz kalması, kirlenme dolayısıyla deniz çevresini, denizin ekolojik dengesini, kaynaklarına ve meşru kullanma şekillerine yönelmiş tehditleri ortadan kaldırmak, bölge ölçeğinde birbiriyle ilişkilendirilmiş geniş bir tedbirler bütünü içinde Akdeniz Bölgesi’nin korunması ve geliştirilmesi için devletlerin ve ilgili uluslararası kuruluşların yakın işbirliği içinde bulunması amaçlanmaktadır [Ref 126].

Bu sözleşmenin amaçlarına ulaşabilmek için sözleşmenin tarafları;

- Akdeniz Bölgesi’nde deniz çevresinin korunmasını ve daha iyi duruma getirilmesini sağlamak üzere, kirlilikten korunma, kirliliği hafifletme ve kirlilikle mücadele için bütün gerekli tedbirleri alırlar.
- Akdeniz’de gemilerden ve uçaklardan vâki olan boşaltmaları önlemek ve azaltmak amacıyla bütün gerekli tedbirleri alırlar.
- Akdeniz Bölgesi’nde kıta sahanlığının, deniz yatağının ve deniz dibinin araştırılması ve işletilmesi sırasında meydana gelen kirlenmenin önlenmesi, azaltılması ve kirlenmeyle mücadele hususunda bütün uygun tedbirleri alırlar.

- Akdeniz sahasında kendi sınırları içinde bulunan alanlardan ırmaklar aracılığıyla dökülen, kıyılarda bulunan kuruluşlar veya mahreçler yoluyla veya karada bulunan herhangi bir kaynaktan dışarıya akan kirliliği önleme, azaltma ve kirlenmeyle mücadele etme konularında bütün uygun tedbirleri alırlar.
- Akdeniz sahası içinde kirlenme sonucu meydana gelebilecek fevkalâde hâllerde, tehlikenin sebebi ne olursa olsun, gerekli tedbirlerin alınması ve bu durum sonucu ortaya çıkan zararın hafifletilmesi ve ortadan kaldırılması için işbirliği yaparlar [Ref 127].

Sözleşmenin uygulanması için gerekli görülen aşağıdaki protokoller hazırlanmıştır:

- Akdeniz’de Gemi ve Uçaklardan Yapılan Boşaltmalardan ya da Denizde Yakmadan Kaynaklanan Kirlenmenin Önlenmesi ve Ortadan Kaldırılmasına İlişkin Protokol,
- Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğinin Önlenmesi ve Acil Durumlarda Akdeniz’in Kirlenmesine Karşı Mücadelede İşbirliği Hakkında Protokol” (2002 Protokolü) (Türkiye-2003),
- Akdeniz’in Kara Kökenli Kirleticilerden Kaynaklanan Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü (18.03.1987 tarih ve 19404 sayılı Resmi Gazete),
- Akdeniz’de Özel Koruma Alanlarına İlişkin Protokol (12.10.1988 tarih ve 19968 sayılı Resmi Gazete),
- Akdeniz’de Kıta Sahaneliği ve Deniz Dibi Keşfi ve İşletilmesinden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Protokolü,
- Akdeniz’in Tehlikeli Atıkların Sınır ötesi Taşınması ve Bertaraf Edilmesinden Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Korunması Protokolü (Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi’ne ilişkin Türkiye’nin görüşlerini yansıtan bir bildirim yapılarak taraf olunmuştur).

Akdeniz’de bölgesel işbirliğine yönelik Akdeniz’in Tehlikeli Atıkların Sınır ötesi Taşınması ve Bertaraf Edilmesinden Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Korunması Protokolü, “Basel Sözleşmesi”nin de ilerisinde uygulama ve kısıtlamalar içermekte, Basel Sözleşmesi’nin bölgesel uygulamasına bu yönüyle katkılar sağlamaktadır. Protokolün yürürlüğe girmesi ile evsel, tehlikeli ve radyoaktif atıkların ithalatı ve transit geçişi kontrol altına alınarak, bu tür atıkların ülkemize kanunsuz girişinin önlenmesine yasal dayanak oluşturacaktır.

Barselona Sözleşmesi ve eki Akdeniz’in Kara Kökenli Kirleticilerden Kaynaklanan Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü çerçevesinde kabul edilen “Stratejik Eylem Programı” gereğince, “Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı” 2005 yılında hazırlanmıştır.

Türkiye’nin Akdeniz kıyısında bulunan havzalarında meydana gelen olaylar suyolları aracılığı ile doğrudan Akdeniz’i etkileyebileceğinden, bu havzaların yönetilmesi ve izlenmesinde Akdeniz’in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi’nin dikkate alınması ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

3.2.2 Karadeniz’in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi

Yaklaşık 160 milyon kişiyi barındıran Karadeniz havzasında çevre sorunları ile deniz ve kıyı kirliliği önemli boyutlara ulaşmış ve uluslararası işbirliğini gerekli hale getirmiştir. Bu kapsamda, kıyıdaş ülkeler tarafından hazırlanan Bükreş

Sözleşmesi 21 Nisan 1992 tarihinde imzalanmış ve 15 Ocak 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu sözleşmeye, Bulgaristan, Gürcistan, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna ve Türkiye taraf olmuştur. 15 Ocak 1994 tarihinde yürürlüğe giren Sözleşmenin amacı; Karadeniz'in ekosistemini iyi bir ekolojik halde ve peyzajını uygun şartlarda muhafaza etmek, ve biyolojik kaynakları zenginleştirmek için Karadeniz'in biyolojik ve peyzaj çeşitliliğini korumak, muhafaza etmek ve sürdürülebilir şekilde yönetmektir.

Bu sözleşme ile Karadeniz çevresinin ve canlı kaynaklarının korunması, kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesi; Karadeniz'in kaynaklarının yoğun kullanımından dolayı su kalitesinin bozulmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına engel olunması; Karadeniz su kalitesini, deniz ve kıyı ekosistemini iyileştirilmesi; bölgede sürdürülebilir bir kalkınma sağlanması ve Karadeniz deniz çevresini ve canlı kaynaklarını Karadeniz ülkeleri tarafından ortak bir çaba ile korunması amaçlanmaktadır [Ref 129].

Bu sözleşmenin amaçlarına ulaşabilmek için sözleşmenin tarafları,

- Kendi iç suları dâhilindeki kirlenmenin Karadeniz'in deniz çevresine olan olumsuz etkilerini dikkate alacaklar,
- Karadeniz'in deniz çevresinin korunması amacıyla kirliliğin önlenmesi, mevcut kirliliğin azaltılması ve meydana gelen kirliliğin kontrolü için koşullara göre tek tek veya birlikte bu sözleşmenin hükümlerine ve uluslararası hukuka uygun her tedbiri alacaklar,
- Kendileri tarafından uzmanlığı kabul edilen uluslararası kuruluşlar bünyesinde Karadeniz deniz çevresinin korunmasına katkıda bulunulacak tedbirler üzerine çalışılmasını temin için işbirliği yapacaklar,
- Karadeniz deniz çevresinde zararlı maddelerin yol açtığı kirlenmeleri önleyecekler,
- Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynakların Yol açtığı Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol uyarınca, Karadeniz deniz çevresinin kara kökenli kaynaklardan kirlenmesini önleyecek, azaltacak ve kontrol edecekler,
- Karadeniz'in deniz çevresinin gemiler tarafından kirletilmesinin önlenmesi, azaltılması ve kontrolü için gereken tüm tedbirleri alacaklar,
- Karadeniz'in Acil Durumlarda Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesiyle Mücadelede Yapılacak İşbirliğine Dair Protokol uyarınca Karadeniz'in deniz çevresinin acil durumlardan kaynaklanan kirlenmesinin önlenmesi, azaltılması ve kirlilikle mücadele edilebilmesi için işbirliği yapacaklar,
- Karadeniz Deniz Çevresinin Boşaltmalardan Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Korunmasına dair Protokol uyarınca boşaltmalardan kaynaklanan kirlenmenin önlenmesi, azaltılması ve kontrolü için gerekli tüm tedbirleri alacaklar ve işbirliği yapacaklar,
- Karadeniz deniz çevresinin sınırlar aşırı taşımadaki tehlikeli atıklarla kirletilmesinin önlenmesi ve bunlara ilişkin yasadışı trafikle mücadele edilmesi konusunda kendileri tarafından kabul edilecek protokol uyarınca uluslararası hukuka uygun tüm tedbirleri alacak ve işbirliği yapacaklardır.

Sözleşmenin uygulanması için gerekli görülen aşağıdaki protokoller hazırlanmıştır:

- Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol (1992)

- Karadeniz Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesine Karşı Acil Durumlarda Yapılacak İşbirliğine Dair Protokol (1992). Bu protokol kapsamında Karadeniz Acil Müdahale Planı kabul edilmiştir. (2003)
- Karadeniz Deniz Çevresinin Boşaltmalar Nedeniyle Kirlenmesinin Önlenmesine Dair Protokol (1992)
- Karadeniz Bölgesi'nde Biyoçeşitlilik ve Peyzajın Korunması Protokolü (2002)
- Karadeniz'de Biyolojik Çeşitliliğin ve Peyzajın Korunması Protokolü (2004) [Ref 130]

Akdeniz'de olduğu gibi Karadeniz'de de Türkiye'nin Karadeniz'e kıyısı bulunan havzalarında meydana gelebilecek olayların suyolları aracılığı ile doğrudan Karadeniz'i ihtimalinden yola çıkarak, bu havzaların yönetilmesi ve izlenmesinde Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi'nin de dikkate alınması önem arz etmektedir.

3.2.3 RAMSAR Sözleşmesi

1971 yılında kabul edilen RAMSAR Sözleşmesi'nin ana amacı "sulak alanların ekonomik, kültürel, bilimsel ve rekreasyonel olarak büyük bir kaynak teşkil ettiği ve kaybedilmeleri halinde bir daha geri getirilmeyeceği" olarak belirtilmektedir. RAMSAR Sözleşmesi'ne Türkiye 1994 yılında taraf olmuştur.

RAMSA Sözleşmesi'ne bugüne kadar 100'den fazla ülke taraf olmuş ve dünyada bugüne kadar yaklaşık 900 sulak alan sözleşme kapsamına alınmıştır. Sözleşme, su kuşları açısından uluslararası öneme sahip sulak alanların korunmasını, akılcı kullanılmalarını, doğal süreçlerin bozulmadan sürdürülebilir kullanımı sağlayacak yönetim plânlarının yapılmasını ve uygulamasını desteklemektedir.

Sözleşme, özellikle su kuşlarının yaşama ve üreme alanları için büyük öneme sahip olan sulak alanların korunmasını öngörmektedir. Temel amacı sulak alanların korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek olan sözleşme kapsamında taraf ülkelerin önemli sulak alanlarını koruma altına almakla yükümlü oldukları bir "Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Listesi" oluşturulmuştur. Bunun yanında taraf ülkeler listede yer almayan sulak alanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda gerekli önlemleri almak durumundadırlar.

Sözleşme ile belirlenen kriterlere göre ülkelerin, listeye dahil olan sulak alanların ekolojik karakterlerinin, teknolojik gelişme, kirlenme veya insan müdahalesi ile değiştiğini, değişmekte olduğunu veya değişme olasılığı bulunduğunu en kısa zamanda haber alacak bir düzenleme yapması ve bu değişimin durdurulması için gereken çabaları göstermesi gerekmektedir.

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği RAMSAR Sözleşmesi kapsamında Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşmesi'nin uygulanmasına yönelik, uluslararası öneme sahip olsun veya olmasın tüm sulak alanların korunması, geliştirilmesi ve bu konuda görevli kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon esaslarını belirlemek amacıyla yayınlanmıştır [Ref 132].

Ulusal Eylem Programları

Taraflar, genel yükümlülüklerini yerine getirirken, çölleşme ile mücadele ve kuraklığın etkilerini hafifletme stratejisinin merkezi unsuru olarak konuyla ilgili mevcut başarılı plan ve programlar ile alt-bölgesel ve bölgesel eylem programlarını mümkün olduğunca kullanarak ve bunları esas alarak ulusal eylem programlarını hazırlayacak, açıklayacak ve uygulayacaklardır. Bu nevi programlar, saha faaliyetlerinden çıkarılan derslere ve araştırma sonuçlarına dayanarak sürekli bir katılımcı süreç içerisinde güncelleştirilecektir. Ulusal eylem programlarının hazırlanması, sürdürülebilir kalkınmaya yönelik ulusal politikaların formülasyonu için gösterilen diğer çabalarla karşılıklı olarak yakından ilişkilendirilecektir [Ref 135].

Taraflar, eylem programlarının detaylandırılmalarının, uygulanmalarının ve izlenmelerinin Birleşmiş Milletler sistemindeki organ, fon ve programlar ile kendi yetki ve imkânları dâhilinde diğer ilgili hükümetler arası örgütler, akademik kurumlar, bilimsel çevreler ve sivil toplum kuruluşları tarafından desteklenmesini teşvik edeceklerdir.

3.2.4 CITES Sözleşmesi

Yaban hayatın ticareti çok büyük bir sektör haline gelmiş olup pek çok hayvan ve bitki türünün yok olmasında veya sayılarının azalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bitki ve hayvanların ticareti doğal hayatın korunmasına katkı sağlayabileceği gibi eğer sürdürülebilir yapılmaz ise nesli tehlike altında olan türlerin yok olmasına neden olabilmektedir. Bu kapsamda, yaban bitki ve hayvan ticaretinin endişe verici boyutlara ulaşması nedeniyle, sınırlar arası bir düzenleme olan “Nesli Tehlike Altındaki Türlerin Ticaretine İlişkin CITES Sözleşmesi”ne, Türkiye 22 Aralık 1996 tarihinde taraf olmuştur.

Havzalarda nesli tehdit altında olan türlerin ticaretinin yapılmasını engellenmesi havza planlama aşamasında dikkate alınmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır [Ref 136].

3.2.5 BERN Sözleşmesi

Avrupa’da yaban hayatın, flora ve faunanın korunmasını hedef alan ve Avrupa Konseyi tarafından hazırlanan BERN Sözleşmesi, 17 Kasım 1979’dan itibaren imzaya açılmıştır. Türkiye 9 Ocak 1984 tarihinde sözleşmeyi onaylamıştır. Sözleşme, taraf devletlere, ülkelerinde bulunan ve risk altında olan yabani bitki ve hayvan nüfusunun korunması ve korunması birden çok taraf devletin işbirliğini gerektiren durumlarda gerekli tedbirlerin uyum içinde alınması görevini yüklemektedir.

Bu sözleşmenin amacı, yabani flora ve faunayı ve bunların yaşama ortamlarını muhafaza etmek, özellikle birden fazla devletin işbirliğini gerektirenlerin muhafazasını sağlamak ve bu işbirliğini geliştirmektir. Nesli tehlikeye düşmüş ve düşebilecek türlere, özellikle göçmen olanlarına özel önem verilir. Taraflar, ekonomik ve rekreasyonel gereksinimleri ve yerel olarak risk altında bulunan alt türler, varyeteler veya formların isteklerini dikkate alırken, yabani flora ve faunanın, özellikle ekolojik, bilimsel ve kültürel gereksinimlerini de karşılayacak düzeyde, popülasyonlarının devamı veya bu düzeye ulaştırılması için gerekli önlemleri alacaktır [Ref 137].

3.2.6 Avrupa Peyzaj Sözleşmesi

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, 20 Ekim 2000 tarihinde imzaya açılmıştır. 29 ülke tarafından imzalanarak onaylanmıştır. Sözleşme, 1 Mart 2004 tarihinde uluslararası platformda yürürlüğe girmiştir. Türkiye sözleşmeyi 20 Ekim 2000 tarihinde imzalamış ve 2003 yılında yürürlüğe koymuştur.

Bu sözleşme tarafların ülkelerinin tamamında uygulanmaktadır. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi doğal, kırsal, kentsel alanları ve banliyöleri kapsamaktadır. Karayı, kıta içi suları ve deniz alanlarını içermektedir. Özellikleriyle öne çıktıkları düşünülebilecek peyzajları ve aynı zamanda her günkü ya da bozulmuş peyzajları ilgilendirmektedir.

Bu sözleşmenin amacı peyzaj korunmasını, yönetimini ve planlamasını geliştirmek ve peyzaj konularında Avrupa işbirliğini düzenlemektir. Sözleşmenin tarafları:

- Peyzajları, yasayla, insanların çevrelerinin önemli bir bileşeni, onların paylaştıkları kültürel ve doğal mirasın çeşitliliğinin bir ifadesi ve kimliklerinin bir temeli olarak tanımayı,
- Sözleşme kapsamındaki özel önlemlerin kabulü yoluyla, peyzaj korunması, yönetimi ve planlamasını amaçlayan peyzaj politikaları oluşturmayı ve uygulamayı,
- Genel kamuoyunun, yerel ve bölgesel makamların ve peyzaj politikalarının tanımlanmasına ve uygulanmasına ilgi duyan diğer tarafların katılımını sağlamak için usul oluşturmayı,
- Peyzajı, bölgesel ve şehir planlama politikalarına ve kültürel, çevresel, tarımsal, sosyal ve ekonomik politikalarına ve aynı zamanda peyzaj üzerinde doğrudan veya dolaylı etkisi olabilecek diğer politikalarına katmayı yükümlenir.

İlgili tarafların etkin katılımıyla ve peyzajlarıyla ilgili bilgiyi geliştirme anlayışıyla, her bir taraf:

- Ülkesinin her yanındaki kendine ait peyzajları belirlemeyi,
- Bunların tipik özelliklerini bunları dönüştüren güçleri ve baskıları çözümlenmeyi,
- Değişiklikleri kaydetmeyi,
- Böylece belirlenmiş olan peyzajları, bu peyzajlarla ilgilenen tarafların ve ilgili nüfusun bunlara atfettiği özel değerleri dikkate alarak değerlendirmeyi yükümlenir [Ref 138].

3.2.7 İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü

İnsan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu küresel ısınmanın iklim üzerindeki etkilerine karşı uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adım 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Sözleşmeye halen, aralarında ülkemizin de bulunduğu 193 ülkenin yanı sıra, Avrupa Birliği de taraftır. Türkiye sözleşmeye 24 Mayıs 2004 tarihinde katılmıştır [Ref 139], [Ref 140].

Japonya'nın Kyoto kentinde 11 Aralık 1997 yılında yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda (COP 3), dünya çapında sera gazlarının azaltılması için bağlayıcı hedefler içeren "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi"ne ilişkin Kyoto Protokolü" imzalanmıştır. Kyoto Protokolü ise sözleşmenin nihai amacına ulaşması için kurgulanan ilk somut

adım olarak 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu protokolde, Ek-1'de yer alan taraflar 2008-2012 yıllarını kapsayan taahhüt döneminde Ek-A'da sıralanan insan faaliyetlerinin neden olduğu CO₂ eşdeğeri sera gazlarının salınımları toplamını, 1990 yılı seviyelerinin en az % 5 aşığına indirmek için Ek-B'de kayıtlı sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım taahhütlerine uygun olarak ve hesaplanarak tayin edilmiş olan miktarları aşmamasını sağlayacakları ve bu tarafların, 2005 yılına kadar bu protokoldeki taahhütlerini gerçekleştirme konusunda kanıtlanabilir bir ilerleme kaydetmiş olacakları belirtilmektedir.

Sözleşmenin nihai amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmaktır. Böyle bir düzeye, ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretiminin zarar görmeyeceği ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek bir zaman dâhilinde ulaşılmalıdır.

Sözleşme, taraf ülkeleri, sera gazı salınımlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik etmektedir. Sözleşme, sera gazı salınımlarının azaltılması için, ülkelerin kalkınma önceliklerini ve özel koşullarını göz önüne alarak "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar" yüklemiştir.

Taraflara sözleşmenin amacına ulaşmak ve hükümlerini yerine getirmek için yapacakları eylemlerinde, diğer hususlar beyanında, aşağıdakiler yol gösterecektir:

- Taraflar, iklim sistemini, eşitlik temelinde ve ortak fakat farklı sorumluluklarına ve güçlerine uygun olarak, insanoğlunun günümüz ve gelecek kuşakların yararı için korumalıdır. Dolayısıyla, taraflardan gelişmiş ülkeler iklim değişikliği ve onun zararlı etkileri ile savaşmada öncülük etmelidir.
- Sözleşmeye taraf olan gelişme yolundaki ülkelerin, özellikle iklim değişikliğinin zararlı etkilerine karşı savunmasız olanların ve gelişme yolundaki ülkelere sözleşme uyarınca gereğinden fazla veya anormal yük altında kalanların ihtiyaç ve özel koşulları tümüyle dikkate alınmalıdır.
- Taraflar, iklim değişikliği nedenlerini önceden tahmin etmek, önlemek veya en aza indirmek ve zararlı etkilerini azaltmak için önleyici önlemler almalıdır. Ciddi veya önlenemez hasar tehlikesi olan durumlarda, tam bilimsel kesinliğin yokluğu, iklim değişikliğine ilişkin politikalar ve önlemlerin mümkün olduğu kadar etkin maliyetli ve en az harcamayla küresel yarar sağlayacak şekilde olmaları gerektiği de dikkate alınarak, bu önlemlerin ertelenmesine neden olarak kullanılmamalıdır. Bunu başarmak için bu tür politikalar ve önlemler değişik sosyo-ekonomik bağlamları dikkate almalı, kapsamlı olmalı, ilgili tüm sera gazı kaynaklarını, yutaklarını, haznelerini ve uygulamayı kapsamalı ve bütün ekonomik sektörleri ihtiva etmelidir. İklim değişikliğine cevap verme çabaları ilgili taraflarca işbirliğiyle yerine getirilebilir.
- Taraflar sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkına sahiptir ve de desteklemelidirler.
- İklim sistemini insanların neden olduğu değişikliğe karşı koruma politika ve önlemleri, tarafların her birinin özel koşullarına uygun olmalı ve iklim değişikliğine cevap verecek önlemleri almak için ekonomik gelişmenin gerekli olduğu dikkate alınarak, bu politika ve önlemler ulusal kalkınma programlarına entegre edilmelidir.

- Taraflar, özellikle gelişme yolundaki taraf ülkelerde sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmaya yol açacak açık ve destekleyici bir uluslararası ekonomik sistemi teşvik etmek ve böylece iklim değişikliği sorunlarıyla daha iyi ilgilenebilmelerini sağlamak için işbirliği yapmalıdır. İklim değişikliğine karşı alınan önlemler, tek taraflı olanlar dâhil, keyfi, haksız ayırıcı veya uluslararası ticarete gizli bir kısıtlama oluşturmak açılarından bir araç oluşturur nitelikte olmamalıdır.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change)

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliğinin değerlendirilmesi çalışmalarında öncülük eden uluslararası kuruluştur.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Birleşmiş Milletler'in iki örgütü Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization - WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme - UNEP) tarafından 1988 yılında insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek üzere kurulmuştur. IPCC iklim değişikliği ve iklim değişikliğinin çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri konularındaki mevcut bilgileri dünyaya bilimsel açıdan sunmaktadır. IPCC iklim değişikliğinin anlaşılması ile ilgili en son bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgileri gözden geçiren ve değerlendiren bilimsel kuruluştur. IPCC iklimle ilgili veri ve parametreleri izleme ve araştırma yapma görevi bulunmamaktadır.

Dünyanın her tarafından binlerce bilim adamı IPCC'nin çalışmalarına katkıda bulunmaktadır. Belirli bir hedefe ulaşmak ve mevcut bilgilerin eksiksiz olarak değerlendirilmesini yapmak amacıyla gözden geçirme IPCC faaliyetlerinin esas kısmını oluşturur. IPCC hükümetler arası bir kuruluştur. 195 ülke IPCC'ye üyedir. Hükümetler gözden geçirme işlemlerine ve IPCC çalışma programlarının kararlaştırıldığı ve raporların görüşüldüğü ve onaylandığı genel oturumlara katılırlar. Bilimsel ve hükümetler arası yapısından dolayı IPCC karar vericilere kesin ve dengeli bilimsel bilgi sağlayan yegâne kurumdur. Hükümetler IPCC raporlarını desteklemekle bilimsel içeriğin otoritesini kabul etmektedir.

Panelin başlıca faaliyetlerinden biri Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Konvansiyonu'nun (BMİDÇK) uygulanmasına ilişkin konularda özel raporlar yayımlamaktır.

IPCC'nin çalışmaları organizasyonun tüm faaliyetleri için belirli prensiplere ve tanımlanmış yöntemlere göre yönlendirilir. IPCC'nin işlemleri ve yöntemleri güçlü, açık ve güvenli olacak şekilde devamlı gözden geçirilmekte ve güncellenmektedir [Ref 180].

IPCC'nin Çalışma Prensipleri [Ref 181]:

- IPCC faaliyetlerini WMO İcra Komyonu ve UNEP Yönetim Komisyonu tarafından verilen görevlere ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçevesini destekleyecek faaliyetlere yoğunlaştıracaktır.
- IPCC'nin görevi insan kaynaklı iklim değişikliklerinin potansiyel etkilerini ve uyumlaştırılması ve etkilerinin azaltılması seçeneklerini bilimsel açıdan anlamak için bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgileri kapsamlı,

tarafsız, açık ve şeffaf bir şekilde değerlendirmektir. IPCC raporları belirli politikaların uygulanması ile ilgili bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik faktörlerle objektif bir şekilde ilgilenmesi gerekli olsa bile politikalardan bağımsız olmalıdır.

- Gözden geçirme IPCC'nin faaliyetlerinin ana kısmını oluşturur. IPCC hükümetler arası kuruluş olduğundan dolayı, IPCC dokümanları hem uzmanların kapsamlı gözden geçirmelerini hem de hükümetleri gözden geçirmelerini içermelidir.
- IPCC'nin ana kararları genel kurul toplantılarında yapılan panellerde alınır.
- IPCC'nin çalışmalarına katılım tüm Birleşmiş Milletler ve Dünya Meteoroloji Örgütü üyelerine açıktır.
- WMO ve BM üye ülkelerden uzmanlar, hükümetler arası ve resmi olmayan organizasyonlar IPCC çalışma gruplarına katılmak için davet edilebilirler.
- Kararların alınmasında ve raporların kabul edilip onaylanmasında Pane ve çalışma grupları ortak karara varmak için en iyi çabayı gösterecektir.
- IPCC tarafından ulaşılan sonuçlar genel oturumda Panel tarafından kabul edilene kadar IPCC'nin resmi kararı değildir.
- Bu prensipler beş yılda bir gözden geçirilmelidir ve gerekirse değiştirilmelidir.

3.2.8 Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi

Dünyadaki tüm ülkelerde ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda büyük bir sorun olarak karşımıza çıkan çölleşme konusunda, 1977 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Çölleşme Konferansı'nda, "Çölleşme ile Mücadele Eylem Planı" kabul edilmiştir.

1994 yılında Paris'te kabul edilen ve özellikle Afrika'da Ciddi Kuraklık ve/veya Çölleşmeye Maruz Ülkelerde Çölleşme ile Mücadele için Birleşmiş Milletler Sözleşmesi'nin amacı, etkilenen bölgelerde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkıda bulunmak üzere, çölleşme ile mücadele etmek ve kuraklığın etkilerini hafifletmektir. Sözleşmede yer alan amaca, uluslararası işbirliği ile desteklenen ve her düzeyde yürütülecek etkin eylemlerle ulaşılması hedeflenmektedir. Söz konusu sözleşmeye 193 ülke ve Avrupa Birliği taraf olmuştur [Ref 133].

Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda kabul edilen Gündem 21 ile sürdürülebilir kalkınmanın yoksulluk ve çevresel bozulmayı azaltacağı yaklaşımından hareketle toprak, hava ve su bozulması ile mücadele ve ormanların ve yaban türlerinin çeşitliliğinin korunması için kriter ve hedefler belirlenmiştir. Gündem 21, ülkelere çevre ve kalkınma konularıyla ilgili olarak hedefler, amaçlar, öncelikler, sorumluluklar ve kaynak ayrılmasına ilişkin kararların alınmasında rehberlik edecek temel çerçeve ve hedefleri sağlamaktadır.

Bu sözleşmenin amacı, etkilenen ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkıda bulunmak üzere Gündem 21 ile uyumlu entegre bir yaklaşım çerçevesinde uluslararası işbirliği ve ortaklık düzenlemeleri ile desteklenen her düzeyde etkin eylemler yoluyla, özellikle Afrika'da olmak üzere ciddi kuraklık ve/veya çölleşmeye maruz ülkelerde, çölleşmeyle mücadele etmek ve kuraklığın etkilerini hafifletmektir.

Bu amaca ulaşmak için, etkilenen alanlarda aynı anda hem arazinin verimliliğini iyileştirerek hem de arazi ve su kaynaklarının rehabilitasyonunu, korunmasını ve sürdürülebilir yönetimini sağlayarak özellikle yerel topluluklar düzeyinde hayat şartlarının iyileştirilmesi üzerinde odaklanan uzun dönemli stratejilerin uygulanması gerekecektir [Ref 134].

Bu sözleşmenin amacının gerçekleştirilmesi ve hükümlerinin uygulanmasında tarafları, diğer hususların yanı sıra, aşağıdaki ilkeler yönlendirecektir:

- Taraflar, çölleşmeyle mücadele ve/veya kuraklığın etkilerini hafifletme programlarının tasarlanmasında ve uygulanmasında kararlara halkın ve yerel toplulukların katılımını sağlamalı, ulusal ve yerel düzeylerdeki eylemleri kolaylaştırmak üzere daha üst düzeylerde yapabilir kılan bir ortamın yaratılmasına çalışmalıdırlar,
- Taraflar, uluslararası bir dayanışma ve ortaklık ruhu içinde alt-bölge ve bölge düzeylerinde ve uluslararası düzeyde işbirliği ve koordinasyonu iyileştirmeli, mali, beşeri, örgütsel ve teknik kaynakları ihtiyaç duyulan yerlere daha iyi yönlendirmelidirler,
- Taraflar, her düzeyde hükümet, topluluk, sivil toplum kuruluşu ve arazi sahipleri arasındaki işbirliğini bir ortaklık ruhu içerisinde geliştirerek, etkilenen bölgelerde arazinin ve kıt su kaynaklarının niteliğinin ve değerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamalı ve bunların sürdürülebilir kullanımı için çalışmalıdırlar,
- Taraflar, başta en az gelişmiş ülkeler olmak üzere, etkilenen gelişmekte olan ülke, tarafların özel gereksinim ve şartlarını göz önüne almalıdırlar [Ref 135].

3.2.9 Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi

1992 yılında imzalanan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilir kullanımı ile genetik kaynakların kullanımından doğacak faydanın adil şekilde paylaşımı konularında atılan önemli bir adımı teşkil etmektedir. Sözleşme, biyolojik çeşitliliğin ve biyolojik kaynakların, etik, ekonomik yarar ve insanların geleceği açısından korunması gerektiğini kabul etmektedir. Türkiye, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ne 1996 yılında taraf olmuştur. Sözleşmeye 2011 yılı itibarıyla toplam 193 ülke taraftır.

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi biyolojik çeşitliliğin yerinde ve doğal ortamı dışında korunması, bu kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve gelişimi gibi konular bakımından önem taşımaktadır. Sözleşme, taraflara, biyolojik çeşitliliğin korunması konusunun ulusal biyolojik çeşitlilik stratejileri yoluyla karar verme mekanizmalarına dâhil edilmesi yükümlülüğünü getirmektedir. Ayrıca, tarafların kamu bilincinin artırılması amacıyla araştırma ve eğitim programları yürütmesini, bilgi değişimini desteklemesini, teşvik önlemleri almasını ve biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkileri olabilecek projeler için çevresel etki değerlendirme yapmasını gerektirmektedir.

Bu sözleşmenin amaçları, biyolojik çeşitliliğin korunması; bu çeşitliliğinin unsurlarının sürdürülebilir kullanımı; genetik kaynaklar ve teknoloji üzerinde sahip olunan bütün hakları dikkate almak kaydıyla bu kaynaklara gereğince erişimin ve ilgili teknolojilerin transferinin sağlanması ve uygun finansmanın tedariki de dâhil olmak üzere, genetik kaynakların kullanımından doğan yararların adil ve hakkaniyete uygun paylaşımıdır.

Sözleşme tarafların her biri, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı için, ulusal yargı yetkisinin dışındaki alanlar ve karşılıklı menfaate dayalı diğer konularda öbür sözleşme taraflarına doğrudan veya uygun olduğunda yetkili uluslararası örgütler aracılığıyla, mümkün olduğu ölçüde ve uygun biçimde işbirliği yapacaktır.

Sözleşme taraflarının her biri, kendi özel koşullarına ve imkânlarına göre biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı için, diğer hususların yanı sıra bu sözleşmede yer alan ve ilgili akit taraf için uygun olan tedbirleri yansıtacak ulusal stratejiler, planlar veya programlar geliştirecek veya mevcut strateji, plan veya programları bu amaçla uyarlayacaktır. Bunun yanında, biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını, mümkün ve uygun olduğu ölçüde ilgili sektörel veya sektörler arası planlar, programlar ve politikalarla bütünleştirecektir.

Sözleşmenin 6. maddesi gereğince, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin diğer yükümlülüklerle uyum içinde uygulanabilmesinde ve biyolojik çeşitlilik kaybının yol açtığı problemlerin çözümünde yararlanılabilecek bir rehber olması amacıyla, Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) 2001 yılında hazırlanmış ve ilgili paydaşların katılımı ile 2008'de güncelleştirilmiştir. İlgili kurumlar arasında sağlanan anlaşma sonucunda, Strateji Mülga T.C. Çevre ve Orman Bakanı tarafından onaylanmıştır. Güncellenmiş UBSEP ile ülkemizin biyolojik çeşitliliğine ilişkin veriler ile kurumsal ve yasal altyapıya ilişkin bilgiler güncelleştirilmiş; biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımına yönelik hedefler öncelik sırasına konularak, stratejik hedefler ve yol haritası belirlenmiştir. Ayrıca, öncelikli bulunan hedeflere ulaşılmasının önündeki engeller ve boşluklar, uygulamalardaki çelişkiler, hedeflerin gerçekleştirilmesi için karşılanması gereken ihtiyaçlar tanımlanmıştır.

UBSEP'de ülkemiz için belirlenen öncelikli konular doğrultusunda ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin temel amaçları olan koruma, sürdürülebilir kullanım ve genetik kaynaklardan elde edilen faydaların paylaşımı çerçevesinde 10 temel amaç tanımlanmıştır. Bu amaçlardan ilk üç tanesi biyolojik çeşitliliğin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir kullanımı ve genetik çeşitliliğin belirlenmesi ve korunması konuları kapsamında ülke önceliklerine dayanan genel hedefleri ve faaliyet alanlarını içermektedir. Orman, dağ, tarım, step, iç su ve kıyı-deniz biyolojik çeşitliliği ile ilgili öncelikli konular diğer 6 amaç altında ele alınmıştır. Tanımlanan 10. amaç ise, UBSEP'in uygulanmasında koordinasyon ve işbirliğinin sağlanmasına yöneliktir. Boşluk analizinde tespit edilen ve UBSEP'in uygulanmasında kilit rol oynayacak kapasite ihtiyaçları da 10. amaç altındaki eylemlere yansıtılmıştır [Ref 131].

3.2.10 Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı'na Katılımı Anlaşması

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), çevre ile ilgili sağlıklı, bağımsız bilgiler vermekle görevli AB kurumudur. AÇA'nın kuruluş düzenlemeleri 1990 yılında Avrupa Birliği tarafından kabul edilmiştir. AÇA çalışmalarına 1994 yılı başlarında başlamıştır. Çevre politikalarını geliştirme, benimseme, uygulama ve değerlendirme alanlarında çalışanlar kadar kamu için de önemli bir bilgi kaynağıdır [Ref 35].

AÇA'da şu anda Avrupa Birliği'ne üye 27 devletin yanı sıra İzlanda, Liechtenstein, Norveç, İsviçre ve Türkiye ile birlikte 32 üye ülke ve işbirliği yapan altı ülke bulunmaktadır. İşbirliği yapan ülkeler altı Batı Balkan ülkesi olup bu

ülkeler Arnavutluk, Bosna Hersek, Hırvatistan, eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti, Karadağ ve Sırbistan'dır. Üyelik Avrupa Birliği üye devleti olmayan ülkelere de açıktır [Ref 141].

AÇA'nın amacı, AB'ye ve üye ülkelere çevreyi iyileştirme, çevreyle ilgili hususları ekonomik politikalara entegre etme ve sürdürülebilirliğe doğru ilerleme konularında bilgilendirilmiş kararlar vermelerinde yardımcı olmaktır. Karar vericilerin ve toplumun genelinin çevre konularının durumu ve görünümü hakkında bilgilendirilmesini sağlamaktır. AÇA bunu yapmak için geniş bir bilgi ve değerlendirme yelpazesi sunmaktadır. AÇA'nın vizyonu dünyanın önde gelen yapılarından biri olarak güncel, ilgili ve ulaşılabilir çevresel veri, bilimsel bilgi ve değerlendirmelerinin öngörüsü için farkındalık yaratmaktır.

2000 yılında Brüksel'de gerçekleştirilen "AB'ye Aday Ülkeler Çevre Bakanları Toplantısı"nda "Türkiye Cumhuriyeti ile Avrupa Topluluğu Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı'na Katılımı Anlaşması" imzalanmıştır. Söz konusu anlaşma 2003 yılında yürürlüğe girmiştir.

AB Komisyonu'nca çıkarılan özel AÇA Direktifi'ne göre görevi:

- Avrupa'da çevre üzerine veri, bilgi ve raporlar üreterek AB Komisyonu'na (Brüksel) sunması,
- Karar vericileri, kamuoyunu aydınlatması ve bu kapsamda çevresel politikaların geliştirilmesi,
- Avrupa'da enerji, tarım, ekonomi, ulaşım vb. sektörlere içselleştirilmesidir.

Ajans dört büyük tematik alanda çalışmaktadır:

- İklim değişikliğiyle mücadele,
- Biyolojik çeşitliliğin kaybıyla mücadele ve mekânsal değişimi (şehirlerdeki nüfus artışının nedenini ve çevresel etkilerini) anlama,
- İnsan sağlığı ve yaşam kalitesinin korunması,
- Doğal kaynaklar ve atık kullanımı ve yönetimi [Ref 35].

AÇA'nın temel hedefi, AB ve üye ülkelerdeki ve Avrupa Komşuluk Politikası (European Neighbourhood Policy) kapsamında aday ve potansiyel aday olan ülkelerle işbirliği için çevresel politikalara ikinci bir karar dayanağı sağlamak amacıyla Avrupa, pan-Avrupa ve bölgesel bütünleşik çevresel veri ve gösterge dizileri, değerlendirmeleri ve konu analizleri üretmektir. AÇA, çevresel göstergeler, veri akışları ve bilginin düzenlenmesi hakkında tavsiye ve girdi sağlayan Avrupa Çevre Bilgi ve Gözlem Ağını (EIONET) koordine etmektedir. AÇA, üye ülkelerinden AB ortaklarından ve uluslararası örgütlerden çevresel bilgi toplar ve bunları analiz eder. Paylaşılan bir Çevresel Bilgi Sistemi (SEIS, Shared Information System) geliştirilmesi AÇA'nın gelecek 2009 - 2013 stratejisinin odağında yer almaktadır.

AÇA 2009 - 2013 stratejisi 5 yıllık planlarının altını çizmektedir. Toplanmış olan çevresel bilginin daha geniş kullanımının genel önemi ile bugünün ve yarının bilgi ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmiştir.

Strateji üç ana faaliyet üzerine inşa edilmiştir:

- AB’de belirlenmiş olan bilgi ihtiyaçlarını ve uluslararası çevresel mevzuatları ve özellikle 6. Çevresel Eylem Programını (Sixth Environment Action Programme) desteklemeye devam etme,
- Çevrenin nasıl ve niçin değiştiği ve 6. Çevre Faaliyet Programı’nı da kapsamakla birlikte AB Sürdürülebilir Gelişme Stratejisi (EU Sustainable Development Strategy) gibi çevresel politikaları ve bunların ilişkili alanlarının etkin olup olmadığını daha güncel değerlendirmelerle sağlama,
- Avrupa çapında çevresel veri ve bilginin koordinasyonunu ve yayılımını geliştirme.

Strateji belgesi AÇA’nın faaliyetlerini dört ana alanda tanımlamaktadır:

- Çevresel konular,
- Önde gelen kesişen konular,
- Bütünleşik çevresel değerlendirme,
- Bilgi hizmetleri ve iletişim.

Avrupa Çevre Bilgi ve Gözlem Ağı (EIONET)

AÇA’nın sağladığı bilgiler geniş bir kaynak yelpazesinden gelir. Önemli bir kaynak Avrupa Çevre Bilgi ve Gözlem Ağı’dır (EIONET). AÇA, ağı geliştirmek ve faaliyetlerinin koordinasyonundan sorumludur. Bunu yapmak için genellikle ulusal odak noktaları, ulusal çevre ajansları veya çevre bakanlıkları ile yakın ilişki halinde birlikte çalışır. Bu ulusal odak noktaları, pek çok kurum (toplam 300 civarında) içeren ulusal ağların koordinasyonundan sorumludur. Ulusal odak noktalarının belli başlı görevleri arasında, bilgi ihtiyaçlarının belirlenmesine yardımcı olmak, üye ülkelerdeki izleme ve diğer faaliyetlerden gelen veri ve bilgileri toplamak ve bunları AÇA’ya aktarmak, AÇA’ya bilgilerin analizi ve kullanımında destek olmak ve AÇA bilgilerinin üye ülkelerdeki son kullanıcılara iletilmesine yardımcı olmak bulunmaktadır.

AÇA veri toplama, yönetim ve analizini desteklemek amacıyla su, hava ve iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, atık ve malzeme yönetimi ve toprakla ilgili çevre konularında beş Avrupa konu merkezi kurmuş olup bunlarla yakın bir birlikte çalışma yürütmektedir [Ref 142].

Türkiye Cumhuriyeti’nin Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağı’na Katılımı Anlaşması gereği:

- Türkiye, AÇA ile Avrupa Çevresel Bilgi ve Gözlem Ağı’na bütünüyle katılacaktır.
- Türkiye, katıldığı faaliyetlere mali katkı sağlayacaktır.
- Türkiye, oy hakkı olmaksızın, AÇA Yönetim Kurulu’na bütünüyle iştirak edecek ve AÇA’nın bilimsel komitesinin çalışmalarına katılacaktır.
- Türkiye, AÇA’ya ve EIONET’in parçası olan kuruluş ve birimlere ulusal düzeyde verilecek bilginin iletilmesini ve/veya eşgüdüm sağlayacak bir “ulusal odak noktası” belirleyecektir.
- Türkiye AÇA çalışmaları kapsamında oluşturulmuş bulunan yükümlülüklerle ve uygulamalara göre veri sağlamakla yükümlüdür.

- Taraflar bu anlaşma çerçevesinde yükümlülüklerini yerine getirmek için gerekli olan genel veya özel her türlü tedbiri alacaklardır. Taraflar, anlaşmada yer alan hedeflere ulaşılmasını gözeticekledir.

3.3 AVRUPA BİRLİĞİ DİREKTİFLERİ

3.3.1 Su Çerçeve Direktifi

Ekim 2000 tarih ve 2000/60/EC sayılı AB Su Çerçeve Direktifi, 22 Aralık 2000 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Direktif, farklı birçok uzman, paydaş ve politika saptayıcıları arasında süren beş yılı aşkın tartışmalar ve görüşmeler sonucunda oluşturulmuştur. Su Çerçeve Direktifi aracılığı ile temel olarak, tüm suların 2015 yılı itibariyle kalite bakımından iyi su durumuna ulaştırılması hedeflenmektedir. Su Çerçeve Direktifi, kurumsal, mevzuat ve yönetim açısından önemli hükümler getirmektedir. Türkiye'nin ulusal çıkarlarını dikkate alarak birliğe uyum sürecinde birtakım çalışmalar yapması gerekmektedir [Ref 179].

Türkiye'de yer üstü ve yer altı tüm sular devlet eliyle yönetilmektedir. Su kaynaklarının sektörel paylaşımı devlet kurumları tarafından yürütülmektedir. Su kaynaklarının içme-kullanma, tarım, endüstri, enerji üretimi, su ürünleri üretimi, turizm ve rekreasyon faaliyetleri amacıyla tüm kullanıcıların hizmetine sunulması ve korunması kamu hizmeti olarak yapılmaktadır. Tüm dünyada kabul edildiği üzere suyun üretimi ve tüketimi havza bazında olmaktadır. Ancak Türkiye'de idari sınırlar (il, ilçe, köy), arazi kullanım türleri (tarım, orman, mera), enerji, rekreasyon, turizm ve sanayi yönetimde belirleyici unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu kullanım ihtiyaçlarına göre sorumlu kuruluşlar ve mevzuat açısından karmaşık bir yapı ortaya çıkmaktadır.

Kurumlar, iki grupta incelenmektedir [Ref 173], [Ref 174]:

- 1- İzleyici-denetleyici kurumlar: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. Sağlık Bakanlığı, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, T.C. Kalkınma Bakanlığı'dır.
- 2-Uygulamacı-yatırımcı kurumlar: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'dır.

Türkiye'de su kaynakları yönetiminin kurumsal yapısı birçok ülkede olduğu gibi geçmişte saptanan kalkınma hedeflerine uygun olmaya ve büyük ölçüde talep faktörüne cevap vermeye çalışılarak tedricen oluşturulmuştur. Pek çok kurum ve kuruluşun yer aldığı bu yapı içerisinde en önemli rol, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne düşmektedir.

Türkiye'de su yönetimi konusunda idari yapılanmaya bakıldığında iki yönlü düşünce oluşabilir. Birinci anlayışta birçok kurumun konuya sahip çıktığı ve su kaynaklarımızın büyük bir koruma ağına sahip olduğudur. İkinci düşünce anlayışında ise su yönetiminin çok başlı bir yapıda olduğudur. İdari yapılanma ve mevzuat birlikte ele alındığında karmaşanın ne kadar büyük olduğu rahatlıkla anlaşılmaktadır. Oysa bütünsel havza yönetimi anlayışına göre havzanın membasından mansabına kadar tek yetkili kurumun koordinasyonunda alt birimlerce birlikte yönetilmesi öngörülmektedir [Ref 175].

Türkiye’de su hukuku öncelik sırasına göre Anayasa, kanun niteliğinde kabul edilen uluslararası sözleşmeler, kanunlar, kanun hükmünde kararnameler, tüzükler ve yönetmelikler ile düzenlenmiştir.

Türkiye’de su kaynakları ve su ekosistemlerinin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için 70’in üzerinde kanun, yönetmelik ve yönerge bulunmaktadır. Bunlardan beş tanesi olan Çevre Kanunu, Sular Hakkında Kanun, Su Ürünleri Kanunu, Yeraltı Suları Hakkında Kanun ve Kıyı Kanunu, su kaynakları yönetiminin temelini oluşturmaktadır.

SÇD toplam 26 maddeden oluşmaktadır. Mevcut diğer direktiflerin birleştirilmesi ile birlikte SÇD, su yönetimine yeni unsurlar da getirmiştir. En önemli yeni unsur, akarsu havzası yönetimi yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, akarsu havzası yönetimi için ve akarsu alt havzaları bazında alınması gereken önlemleri içeren adım adım uygulanması gereken bir metodolojiyi içermektedir. Buradaki temel düşünce, akarsu havzası sınırlarının genellikle idari sınırlardan farklı olması ve havza yönetiminin farklı bölge, il ve ülkeler arasında işbirliği gerektirmesidir. Esas olarak SÇD, havza yönetiminde bir rehber niteliği taşımakta ve uygulamada yerel durumların dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. SÇD’de akarsu havzalarındaki yüzeysel sular, yer altı suları ve koruma alanları için çevresel hedefler belirlenmiştir.

SÇD, Yüzey Suyu Çekimi Hakkındaki Direktif, Banyo Suları Direktifi, Tehlikeli Maddeler Direktifi, Tatlı Su Balıkları Direktifi, Yeraltı Suyu Direktiflerinin yerini almıştır. Sularla ilgili mevzuat tek bir direktif altında birleştirilmiştir. Bununla birlikte, Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi, Nitrat Direktifi, Entegre Kirlilik Koruma ve Kontrol Direktifi yürürlükte kalmıştır.

İç sular, geçiş suları, sınır aşan sular, kıyı suları ve yer altı suları SÇD kapsamında bir çerçeve içine alınmıştır. Avrupa Birliği’nin su ile ilgili düzenlemelerinde, İçmesuyu Direktifi (98/83/EC), Kullanma Suyu Direktifi (76/160/EC), Yerüstü Sularından İçmesuyu Eldesi Hakkında Direktif (75/440/EC), Yeraltı Suyu Direktifi (80/68/EEC), Kuşların Korunması Direktifi (79/409/EEC), Habitat Direktifi (92/43/EEC), Çevresel Etki Değerlendirme Direktifi (85/337/EEC), Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi (91/271/EEC), Kanalizasyon Atıkları Direktifi, Nitrat Direktifi (91/676/EEC), İnsektisid Direktifi, IPPC Direktifi (91/692/EEC), Seveso Direktifi (82/501/EEC), Tatlı Su Balıkçılığı Direktifi (78/659/EEC), Su Ürünleri Direktifi (79/923/EEC) ve Tehlikeli Maddeler Direktifi (76/464/EEC) olmak üzere toplam 16 adet direktif bulunmaktadır [Ref 176].

SÇD’nin ana amacı, yüzeysel sular ve yer altı suları ile delta ve kıyı bölgelerindeki suların niteliksel yönden, Aralık 2015 tarihinden önce, “iyi duruma” (good status) kavuşturulmasıdır [Ref 176].

SÇD halen birliğe üye ülkeler dışında 2015 yılına kadar üye ülkelere de bazı yükümlülükler getirmektedir. Aşağıda maddeler halinde verilen bu görevler aday ülkeler ve Türkiye tarafından yerine getirilmelidir. Uyum sürecinde bu yükümlülükler yerine getirilmelidir.

Tablo 3. Su Çerçeve Direktifi Uygulama Zaman Çizelgesi

Son Tarih	Direktif Maddesi	Görev
2000	25	Direktif yürürlüğe girdi
2003	23	SÇD'nin Ulusal Mevzuata Aktarımı
2003	3	Nehir Havza Bölgelerinin ve Yetkili Kurumların Belirlenmesi
2004	5	Nehir Havzasının Tanımlanması: Baskılar, Etkiler ve Ekonomik Analiz
2006	8	İzleme Ağının Oluşturulması
2006	14	Halka Danışma Sürecinin Başlatılması (En son tarih)
2008	13	Taslak Nehir Havza Yönetim Planlarının Sunulması
2009	13 & 11	Önlemler Programı da Dahil Olmak Üzere, Taslak Nehir Havza Yönetim Planlarının Tamamlanması
2010	9	Ücretlendirme Politikalarının Uygulanmaya Başlanması
2012	11	Operasyonel Önlemler Programının Yapılması
2015	4	Çevresel Hedeflere Ulaşılması
2021	4 & 13	Birinci Yönetim Döngüsünün Tamamlanması
2027	4 & 13	İkinci Yönetim Döngüsünün Tamamlanması, Hedeflere Ulaşılması için

Yukarı anlatıldığı üzere üye ve üyeliğe aday ülkeler SÇD kapsamında birçok çalışma yapmak ve 2015 hedefine ulaşmak zorundadırlar.

Çalışma gruplarının yaptıkları ortak toplantılar sonucu sundukları rapora göre su ile ilgili uyum sürecinde en büyük eksiklikler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Ülkemizde su yönetiminde farklı kurumların yetki ve sorumluluklarının yasalar açısından uyumsuzluğu,
- Türkiye'de su yönetiminin nicelik ve nitelik olarak birbirinden ayrı olması,
- Bölgesel düzeyde yetki ve sorumlulukların sürdürülebilir su kullanımını sağlayacak şekilde yetkili birimlerce sağlanamaması, (planlama, finans sağlama, izin, yaptırımlar, vb.)
- Etkin bir çevre politikası için çevresel kalitenin ve kirlilik emisyonlarının izlenmesi, standartların oluşturulması, yeterli strateji ve önlemlerin geliştirilmesi ile üretici ve kirleticilerin kontrolünün sağlanamaması,
- Son yıllarda yönetmeliklerin gelişimi oranında yaptırımın yeteri kadar gelişmemesi,
- Yetki ve sorumluluğa sahip personelin yeterli olmaması,
- Kuruluş yasalarında yapılan değişiklikler göz önüne alınarak aynı yetki ve sorumlulukları paylaşan diğer mevcut kurumların kuruluş yasalarında herhangi bir değişiklik, düzenleme veya güncellemeye gidilmemesi, (bu durum farklı kurumların benzer ve örtüşen yetkileri sahip olmalarına neden olmaktadır.)
- Kamu kuruluşları arasında etkin bir işbirliği ve koordinasyon eksikliği olarak belirtilebileceğidir.

AB Su Politikaları çerçevesinde, Türkiye için önemli olan uluslararası üç sözleşme (Aarhus Sözleşmesi, Espoo Sözleşmesi, Helsinki Sözleşmesi) ve bir direktif (Su Çerçeve Direktifi) bulunmaktadır.

Türkiye'nin genel yapısı, jeopolitik durumu, Anayasası, diğer mevzuatı, geleneksel yapısı, toprak mülkiyeti ve benzeri başka ölçütler dikkate alınarak taranmıştır. İncelenen bütün mevzuatın ortak faydalarını özetlemek ve sıralamak gerekirse [Ref 177]:

- Hemen her ülkede kamuya ait suların devletin hüküm ve tasarrufunda olduğu,
- Nehir Havzası bazında yönetime kullanıcıları katıldığı bazı ülkeler dışında (ki bunlarda da denetim yine devletin yetkisindedir) su yönetiminin devlet tarafından yürütüldüğü,
- İncelenen yabancı mevzuatın hemen hepsinde, su kaynaklarının kamu yararına en uygun düzeyde en uygun kullanımı ve faydalanılmasının esas olduğu, bireylerin kullanılabilir kalite ve kantitede su haklarının bulunduğu, su kalitesini koruma ve sürdürme koşulu ile aşağıdaki önceliğe göre kullanılması gerektiği konusunda yaklaşım birliği olduğu gözlenmiştir.
- Birçok ülkenin mevcut yasalarına su kaynaklarını kullanım bedeli eklenmiştir,
- Su kaynaklarının geliştirilmesinde ve kullanımında optimum faydanın sağlanması için su kaynakları bilgi sisteminin kurulmasına özen göstermektedir,
- Su kaynaklarının korunmasında “kirleten öder” ilkesini yasalarına koymuşlar,
- Su hakları sicilini oluşturmuş ve tahsislerin sicilini tutmaktadır.

AB üye ülkelerin büyük kısmı toprak ve su kaynaklarını geliştirmiş durumdadır. Diğer taraftan birlik ülkelerinin su kaynakları zengin; nüfus artışları ise çok az veya yoktur.

Türkiye'nin sosyo-ekonomik yapısı, topoğrafik, ekolojik ve yağış özellikleri büyük farklılıklara neden olmaktadır. SÇD su kaynaklarının yönetiminde oldukça önemli gelişmeler sunmaktadır. Ancak bu noktada direktifin bazı temel şartlarının ülkemize uygun olmaması uyum sürecinde ciddi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak daha dikkatli davranılması gerekmektedir. Birliğe üyelik, uyum süreci ve SÇD özellikle sınır aşan sular konusunda ulusal çıkarları zorlayıcı bir takım yükümlülükler getirebilecektir. Bu konuda küresel iklim değişikliği, suya olan talep, sektörel paylaşım ve sosyo-ekonomik yapı da dikkate alındığında ulusal çıkarların korunmasını gerekli kılmaktadır [Ref 178].

Türkiye, SÇD uyum çalışmalarında kendi su politikasını geliştirmelidir. Su üretim havzaları belirlenmeli, havza yönetim birimleri oluşturulmalı, üst kurullar oluşturulmalıdır. Su kaynakları yönetiminde kurumların yetki ve sorumlulukları mevzuatla belirlenmelidir [Ref 178].

Bütünsel havza yönetimine uygun şekilde yatay örgütlenmiş, yerinden yönetime uygun kurumsal bir yapı gereklidir. Su, havzada damlanın düştüğü ilk noktadan havzayı terk ettiği yere kadar bütün olarak değerlendirilmelidir. Ekolojik havza yönetimi anlayışı mutlaka benimsenmelidir.

3.3.2 İçme Suyu Direktifi

Kasım 1998 tarihinde yürürlüğe giren İçme Suyu Direktifi'nin amacı, insanların tüketimi için hedeflenen suların sağlıklı ve temiz olmasını sağlayarak, insan sağlığının, bu sulardaki kirleticilerin olumsuz etkilerinden korunması için bütün tedbirleri almaktır.

İçme suyu direktifi, şebekeler, şişeler, tanklar vs. yolu ile insan tüketimi için sunulan tüm suları (içme, yemek pişirme, üretilen gıda malzemelerinde kullanılan sular, vd.) kapsar. İçme Suyu Direktifi, doğal maden suları, tıbbi ürün olan sular için uygulanmaz [Ref 21].

İnsani tüketim amaçlı suların kalitesi ile ilgili olan bu direktif, tüketim amaçlı suların "sağlıklı ve temiz" olduklarının güvence altına alınması böylelikle insan sağlığının söz konusu sularda oluşabilecek kirliliklerden korunabilmesidir. İçme Suyu Direktifi kamu su dağıtım şebekelerinden verilmekte olan sular ile şişelenmiş sularda uygulanan bir direktiftir [Ref 22].

Su Sektöründeki Gelişmeler

Su alanında Avrupa mevzuatının oluşumu ilk dalgayla birlikte birliğin erken aşamalarından itibaren başlamış, nehir ve göllerden içme suyu edinme standartları 1975 yılında oluşturulmuş ve 1980 yılında içme suyuna ilişkin bağlayıcı kalite hedeflerinin belirlenmesiyle sonuçlanmıştır. Bu mevzuatı ayrıca balıkların ve kabukluların yaşadığı sular, yüzme suları ve yer altı sularına ilişkin kalite hedeflerini de kapsamaktadır. Bu mevzuatın temel emisyon kontrol ögesi Tehlikeli Maddeler Direktifi olmuştur.

1988 yılında Frankfurt'ta su konusunda düzenlenen bakanlar toplantısında var olan mevzuat gözden geçirilmiş, gelişme sağlanabilecek bir dizi konu ve yasal boşluk belirlenmiştir. Bunun sonucunda su alanında ikinci aşama mevzuat oluşturulmuş, bu aşamanın ilk sonuçları 1991 yılında, ikincil (biyolojik) atık su işleme ve gerektiğinde işlemenin daha sıkı yapılması konusunda hükümler içeren Kentsel Atık Su İşleme Direktifi ile tarımdan gelen nitratlardan kaynaklı su kirliliğine yönelik Nitrat Direktifi ortaya çıkmıştır.

Bu gelişmelerin mevzuata yansıyan diğer sonuçları yeni bir İçme Suyu Direktifi'nin oluşturulması, kalite standartlarının gözden geçirilmesi ve gerekli olduğu durumlarda standartların yükseltilmesi (Kasım 1998'de hayata geçirilmiştir) yönünde komisyondan gelen öneriler ile 1996 yılında benimsenen ve büyük sanayi tesislerinden kaynaklanan kirlenmeyi hedef alan Entegre Kirlenmenin Önlenmesi ve Denetimi Direktifi olmuştur.

Topluluğun su politikasının baştan aşağı yeniden ele alınması konusundaki baskılar 1995 yılı ortalarında doruğa çıkmıştır. Su politikasında daha kapsayıcı bir yaklaşım gereğini zaten değerlendirmekte olan komisyon, Avrupa Parlamentosu Çevre Komitesi ile Çevre Bakanları Konseyi'nden gelen istekleri kabul etmiştir.

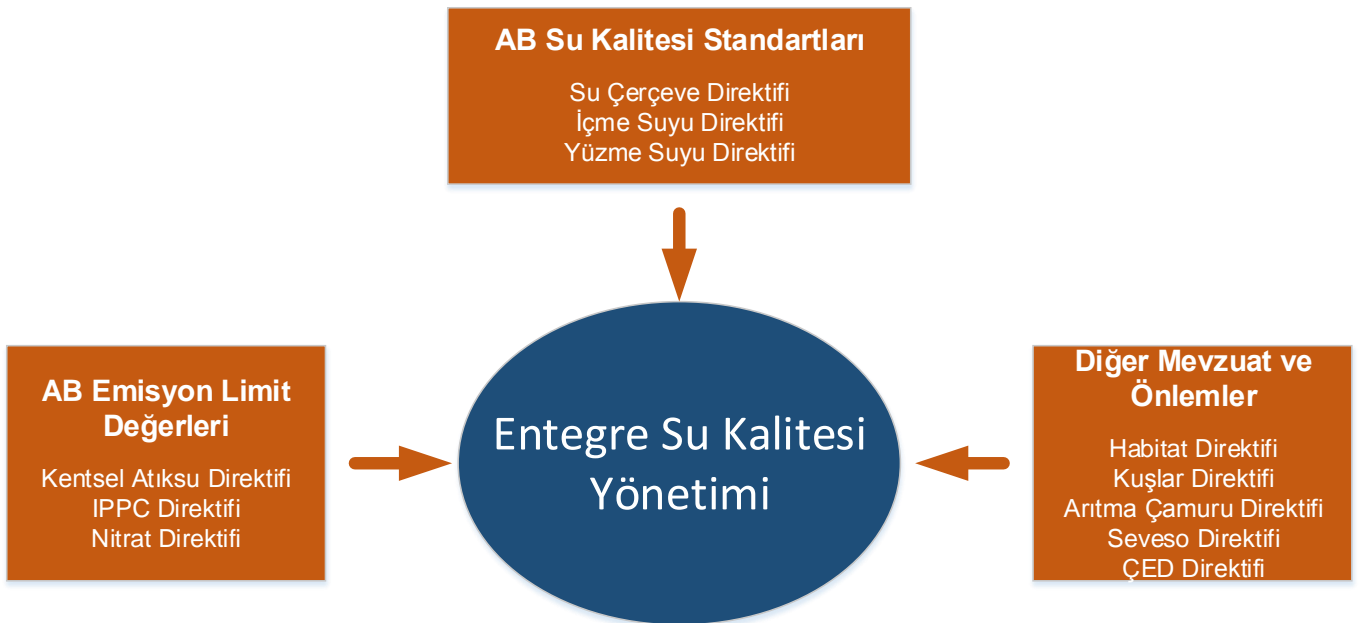
AB'nin İçme Suyu Direktifi ve Kentsel Atık Su Direktifi gibi geçmiş adımları önemli kilometre taşları olarak görülebilirse de, Avrupa Su Politikası'nın yurttaşların ve diğer ilgili tarafların kullandıkları suya ilişkin bilinçlenmeleri sonucu ortaya

çıkan kaygılarına yanıt araması gerekmektedir. Aynı zamanda su politikası ve su idaresinin sorunları bütüncül bir biçimde ele almasında yarar vardır. Bu nedenle yeni Avrupa Su Politikası ilgili tüm tarafları kapsayan bir açık istişare süreciyle oluşturulmuştur.

Komasyon tarafından yayınlanan bir bildiri konseyde ve Avrupa Parlamentosu'nda resmi olarak ele alınmış, ancak aynı zamanda yerel ve bölgesel yetkililer, su kullanıcıları ve sivil toplum kuruluşları gibi ilgili tüm tarafların yorumlarına açılmıştır. Çok sayıda örgüt ve birey yazılı olarak yanıt vermiş, yorumların çoğunluğu komasyon tarafından öngörülen çerçeveyi olumlu bulduklarını bildirmiştir.

Bu açık sürecin sonucunda 1996 Mayıs ayında iki günlük bir Su Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansa, üye ülkeler, bölgesel ve yerel yetkililer, uygulama ajansları, su sağlayıcılar, sanayi, tarım, kullanıcılar ve çevrecileri temsilen 250 delege katılmıştır.

Bu istişare sürecinin sonucunda, tekil konuların ele alınış biçimlerinde gelişme sağlanmış olmakla birlikte, var olan su politikasının gerek hedefler gerekse yöntemler bakımından bütüncül olmaktan uzak olduğuna ilişkin bir konsensüs ortaya çıkmıştır. Söz konusu tüm taraflar, bu sorunların çözümü için tek bir çerçeve mevzuatın oluşturulması gerektiği konusunda uzlaşmışlardır. Buna yanıt olarak 2000 yılı Ekim ayında Avrupa Komasyonu, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin de ortak kararıyla (Ortak Karar Prosedürü uyarınca) Su Çerçeve Direktifi'ni benimsemiştir [Ref 23].



Şekil 9. Avrupa Birliği Su Mevzuatı [Ref 24]

3.3.3 Taşkın Direktifi

2000 yılının sonunda yürürlüğe giren AB Su Çerçeve Direktifi, su kalitesine odaklanırken, taşkın risk yönetimi ve taşkınlardan korunma konusuna detaylı bir şekilde yer vermemiş, sadece belirlediği hedefler arasında taşkınların olumsuz etkilerinin azaltılmasını vurgulamıştır. Özellikle, 1998-2004 yıllarında Avrupa’da yaşanan taşkınlar artmış, can kaybına ve ekonomik zararlara sebep olmuştur. Taşkınların şiddeti ve sıklığının artması üzerine 18 Ocak 2006 tarihinde AB Komisyonu taşkın direktifi hazırlanmasını teklif etmiştir. 23 Ekim 2007 tarihinde “Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi” başlıklı Taşkın Direktifi kabul edilmiş ve 26 Kasım 2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Taşkın Riskinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Hakkında AB Konseyi ve Avrupa Parlamentosu Direktifi, taşkın risklerinin değerlendirilmesi, yönetilmesi ve taşkınların, insan sağlığı, çevre, kültürel miras ve ekonomik faaliyetler üzerindeki yan etkilerin azaltılmasını hedeflemiştir [Ref 25]. Taşkın Direktifi’nin temel amacı, direktifin 1. Maddesi’nde, “taşkın risklerinin değerlendirilmesi ve yönetimi için bir çerçeve hazırlanması ve taşkınların, insan sağlığı, çevre, kültürel miraslar ve ekonomik faaliyetler üzerinde yarattığı olumsuz etkileri azaltmaktır” cümlesi ile ifade edilmektedir. Taşkın direktifi, Su Çerçeve Direktifi’nin bir devamı ve taşkınlar eki olarak tasarlanmıştır. Bu durum AB Komisyonu tarafından da, “Önerilen Direktif ve onun uygulanması için alınacak önlemler Su Çerçeve Direktifi’nin uygulanmasıyla yakından ilgilidir” ifadesiyle resmi olarak teyit edilmiştir.

Bu direktife göre üye ülkeler nehir havzaları veya taşkına maruz kalacak bölgeler için direktifin 6. maddesi gereğince taşkın zararı haritaları hazırlayacaktır. Bu haritalar hazırlanırken çok nadiren meydana gelebilecek taşkınlar, zaman zaman yaşanabilecek taşkınlar ve çok yüksek ihtimalle gerçekleşecek taşkın senaryoları temel alınacaktır. Taşkın yönetiminde de Su Çerçeve Direktifi’nde olduğu gibi temel yaklaşım havza bazında yönetimdir. Bu nedenle, Taşkın Direktifi’ne göre üye devletler 2015 yılına kadar üç aşamalı olarak uygulanacak plan ile taşkın riskini yönetecektir. Bu planın zaman çizelgesine göre, 2011 yılı sonuna kadar taşkın riski değerlendirmeleri tamamlanmalıdır, 2013 yılı sonunda 6. maddede belirtilen “Taşkın Tehlike Haritaları” ve “Taşkın Risk Haritaları” hazırlanmış olacaktır. 2015 yılı sonunda tüm üye devletler “Taşkın Riski Yönetim Planlarını” tamamlayacaklardır. Bu direktif üye devletlere sel riskini arttıracak eylemlerde diğer devletlerle koordinasyon içinde olması gerektiğini, bu şartı yerine getiremezlerse taşkın zararına sebep olacak eylemlerden kaçınması gerektiğini belirtmiştir.

Taşkın Direktifi’nin “Taşkın Risk Yönetim Planları” başlıklı 4. bölümün 8. maddesinde 2. paragrafında, Meriç Nehri Havzası gibi birlik sınırlarını aşan uluslararası nehir havzalarında, üye devletler bir tek uluslararası taşkın risk yönetim planı veya uluslararası nehir havzası düzeyinde koordineli taşkın risk planları oluşturması öngörülmektedir. Meriç Nehri Havzası’nın kıyıdaş ülkeleri Bulgaristan ve Yunanistan henüz taşkın direktifine ilişkin yükümlülüklerini yerine getirmemiştir. Diğer kıyıdaş ülke Türkiye ise havzada meydana gelen taşkınlardan hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük zarar görmektedir. Yukarı kıyıdaş Bulgaristan EVROS 2010 projesi çerçevesinde Meriç Nehri Havzası’nda uyarı sistemi kurma çalışmalarına başlamıştır. Bulgaristan’ın, direktifi uygulamaya başlaması ve gereklerini yerine getirmesi Türkiye’nin Meriç Havzası’nda maruz kaldığı taşkınlarla mücadelesinde önemli bir destek olacaktır [Ref 26].

3.3.4 Türkiye’de Taşkın Direktifinin Uygulanması için Kapasitenin Geliştirilmesi Projesi

Avrupa Birliği tarafından 26 Kasım 2007 tarihinde yürürlüğe konulan 2007/60/EC sayılı “Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi” ile Türkiye mevzuatının uyumlaştırılması çalışması kapsamında, “Türkiye-AB Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı (IPA)”nın 2010 yılı programına “Capacity Building to Implement the Flood Directive – Türkiye’de Taşkın Direktifinin Uygulanması için Kapasitenin Geliştirilmesi” başlıklı bir proje 11 Mayıs 2011 tarihinde önerilmiş olup Fransa ve Romanya’dan oluşan konsorsiyum ile birlikte çalışmalara başlanmıştır. Söz konusu proje kapsamında 3 ana bileşen bulunmaktadır:

- Taşkın Direktifi’nin Türkiye mevzuatına aktarılmasına ilişkin alternatiflerin belirlenmesi,
- Bir pilot havzada (Batı Karadeniz Havzası) direktif esaslarının (Taşkın riski ön değerlendirmesi, taşkın zarar ve risk haritalarının hazırlanması, taşkın risk yönetim planlarının hazırlanması) uygulanması,
- Direktifin Türkiye genelinde tüm nehir havzalarına uygulanabilmesi için gerekli yol haritasını gösteren ve belli bir takvimi içeren Ulusal Uygulama Planı’nın hazırlanmasıdır.

Projenin toplam bütçesi 1.800.000 Avro’dur. Bu miktarın %5’lik kısmı ulusal katkı payı olarak Türkiye tarafından finanse edilecektir. 2012 yılı başında başlaması planlanan projenin süresi 2 yıldır. Proje kontratı taslak aşamasında olup imza için hazırlıklar devam etmektedir [Ref 27].

3.3.5 Yüzme Suyu Direktifi

Yüzme Suyu Direktifi’ni (76/160/EEC) 1976 yılında Avrupa Birliği Konseyi yayınlamıştır. Bu direktifin yerini 2006 yılında yayınlanan Yüzme Suyu Kalitesi Direktifi (2006/7/EC) almıştır. Direktifin amacı, Su Çerçeve Direktifi’ni (2000/60/EC) tamamlamak üzere çevre kalitesini korumak, sürdürmek ve geliştirmek ve insan sağlığını korumaktır.

Direktif aşağıdaki konular ile ilgili aşağıdaki hükümleri içermektedir:

- Yüzme suyu kalitesinin izlenmesi ve sınıflandırılması,
- Yüzme suyu kalitesinin yönetimi,
- Yüzme suyu kalitesi ile ilgili halka bilgi sağlanması,

Taraflar, izleme amacıyla:

- Yıllık olarak tüm yüzme sularını belirleyecek ve yüzme sezonlarını tanımlayacaktır.
- Direktifteki parametrelere göre izleme yapacaktır.
- İzleme noktaları yüzmenin yoğun olduğu ve kirlenme riskinin yüksek olduğu bölgelerde seçilecektir.
- Her yüzme sezonu öncesinde yüzme suları için izleme takvimi hazırlanacaktır.

Her yıl Avrupa Birliği Komisyonu tarafından yüzme suyu ile ilgili raporda üye ülkeler tarafından bildirilen bölgelerindeki yüzme suyu kalitesi ile harita ve tabloları da içeren bilgiler yayınlanmaktadır. Bu kapsamda Türkiye’de Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, insan sağlığını ve çevreyi korumak üzere, yüzme ve

rekreasyon amaçlı kullanılan suların kalitesini belirlemek ve bu suların başta mikrobiyolojik olmak üzere her türlü kirlenmesiyle engellenmesini sağlamaktır [Ref 143].

Havza içerisinde meydana gelen olaylar bilindiği üzere hem kendi sınırları içerisinde etkiler doğurmakta hem de çevresinde bulunduğu diğer öğeleri etkilemektedir. Özellikle havza içerisinde yer alan su kaynakları vasıtasıyla kirlilik yaratan maddelerin nehirlerin döktüğü yerlere taşınması da havza yönetimi ve izlenmesi açısından takip edilmesi gereken bir husustur. Nehirlerde meydana gelebilecek kirlilikler doğrudan deniz bölgelerini etkilemektedir. Denizlere taşınan kirlenmeler hem bölgedeki sucul yaşamı olumsuz etkilemekte hem de denizi yüzmeye ve rekreatif amaçlı olarak kullanan insanlar açısından tehlike arz etmektedir. Bu bağlamda Yüzme Suyu Direktifi'nin değindiği yüzme sularında oluşabilecek kirlilik doğrudan havzalarda meydana gelebilecek kirlilik ile ilişkili olarak değerlendirilmelidir.

3.3.6 Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi

1991 Yılında Avrupa Birliği Konseyi tarafından yayınlanan Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi (91-271-EEC) kentsel atık suların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli sanayi sektöründen kaynaklanan atık suların arıtılması ve deşarjı ile ilgilendirilmiştir [Ref 144].

Taraflar,

- Kentsel atık suların toplama sistemlerinin kurulmasını sağlanmalıdır.
- Toplama sistemlerine giren kentsel atık suların ikincil arıtmalarının yapılmasını sağlayacaktır.
- Hassas bölgelere deşarjı yapılan kentsel atık suların daha sıkı şekilde arıtılmalarını sağlayacaktır.
- Kentsel atık su arıtma tesislerinden su deşarjları ilgili gereksinimleri sağlayacaktır.
- Havza alanlarında bulunan kentsel atık su arıtma tesislerinde hassas bölgelerdeki kurallar uygulanacaktır.

Havzalar sadece doğal öğelerin yer aldığı bölgeler olmayıp aynı zamanda yerleşimlerin yer aldığı ve bu yerleşimlerin doğrudan ya da dolaylı olarak etkilediği alanlar olarak nitelendirilebilir. Havza içerisinde yer alan yerleşimlerin ürettiği kentsel atık sular doğrudan havzaları etkilemektedir. Bu konuda politika geliştirmeyen ülkeler atık sularını doğrudan yüzey sularına deşarj etmekte, yerleşim yerlerinden kaynaklanan kirlilik yer altı sularını etkileyerek içme suyunu tehdit ederken yüzey sularıyla havzanın diğer kısımlarına taşınmaktadır. Proje örneklerinde yer alan Tuna örneğinde bu kapsamda çalışmalar yapılmış ve kentsel atık suların arıtılmasının izlenmesi ve arıtma sistemlerinin geliştirilmesi planlanmıştır. Bu bağlamda Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi'nin havza yönetimi ve izlenmesi açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir.

3.3.7 Nitrat Direktifi

Avrupa, 1980'li yıllarda su ve topraklarında artan kirlilik sorunu ile karşı karşıya kalması sonucu, yeni düzenleyici politikalar oluşturma ihtiyacı içerisinde girmiştir. Tarımsal aktiviteler nedeniyle sularda oluşan kirliliğin önlenmesini amaçlayan düzenleyici politika seçeneği olarak Avrupa Birliği, Nitrat Direktifi'ni çıkarmıştır. Avrupa Birliği'nin Nitrat Direktifi'ni ortaya çıkarmasında ve uygulamasında çevreye olan kaygıların yanı sıra Avrupa Birliği'nde diğer alanlarda olan gelişmeler sonucunda oluşan politika seçenekleri etkili olmuştur. Bu alanda yer alan mevzuatlara göz

atıldığında, bir takım mevzuatların doğrudan nitrat direktifini etkilediği bir kısmının ise dolaylı olarak Nitrat Direktifi'nin amaç ve hedeflerine etkisi olduğu görülmektedir.

Avrupa Birliği, Nitrat Direktifi'ni çevre kirliliğine ilişkin endişeleri sonucu kabul etmiştir. Nitrat Direktifi'nin kabul edilmesi ve uygulanması çevre ve tarım alanında önemli bir konudur. Nitrat Direktifi toprak ve suyun korunması için yeni politikaları gerekli kılmaktadır. Bu direktifin temel amacı tarımsal kaynaklı su kirliliğini azaltmaktır. Direktifin uygulanması, Türkiye için son derece önemli olan, iyi tarım uygulamaları, duyarlı alanların belirlenmesi, gübre yönetimi, sulama ve arazi yönetimini içermektedir. Türkiye'nin farklı iklim koşulları ve toprak tipi olduğundan, Nitrat Direktifi'nin uygulanmasına başlanmadan önce Türkiye'nin kaynakları göz önünde bulundurularak uygulanabilir eylem planı hazırlanmalıdır [Ref 15].

Nitrat Direktifi, hava, toprak, yer altı ve yer üstü sularında azot kirliliğini önlemek amacıyla düzenlenmiştir [Ref 16]. Tarımsal aktiviteler nedeniyle oluşan su kirliliğinin kontrolü, yağış, arazi koşulları, toprak özelliklerinin yanı sıra çiftçilerin üretim teknikleri ve tercihleri ile son derece yakın ilişki içerisindedir [Ref 17].

İklim değişikliği, nitrat direktifinin uygulanmasının olumlu etkileri iklim değişikliğinde etken bir role sahiptir. Sera gazlarının oluşumunda nitrat kirliliği rol oynadığından nitrat kirliliğinin önlenmesi iklim değişikliği ile ilgili politikaların oluşturulmasında rol oynamaktadır. Kırsal kalkınma/devlet yardımları, gübre depoları inşaatına destekler gibi Nitrat Direktifi'nin uygulanmasında maddi yardımların kullanılmasına araç olarak kullanılabilir en önemli mekanizmadır.

Tarımsal üretimin yoğun yapıldığı bölgelerde, Avrupa Birliği, yüzey ve yer altı sularındaki artan nitrat konsantrasyonları nedeniyle çevre ve sağlık açısından endişe duymaya başlamıştır. 1991 yılında Avrupa Birliği Komisyonu, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğine karşı suların korunmasıyla ilgili bir direktif kabul etmiştir [Ref 18].

Tarımsal kaynaklardan gelen nitratın sebep olduğu kirliliğe karşı suların korunmasına ilişkin 2 Aralık 1991 tarih ve 91/676/AET sayılı Konsey Direktifi, genel tanımı ile "Nitrat Direktifi" olarak bilinmektedir. Nitrat direktifinin temel amacı, tarımsal kaynaklardan gelen nitratlar nedeniyle oluşan su kirliliğinin azaltılması ve gelecekte söz konusu kirliliğin önlenmesidir [Ref 18].

Nitrat direktifi, üç çeşit izlemeyi öngörmektedir:

1. Nitrat konsantrasyonlarının belirlenmesi için suların izlenmesi,
2. Duyarlı alanların belirlenmesi için su izleme,
3. Eylem programlarının etkinliğinin değerlendirilmesi için izleme.

Nitrat direktifi üye ülkelerin aşağıda belirtilenleri yapmalarını gerekli kılmaktadır:

- Suların izlenmesi ve tarımdan gelen nitrat nedeniyle kirlenmiş veya kirlenme ihtimali olan suların belirlenmesi,
- Söz konusu kirlilikten suların korunması için iyi tarım uygulamaları kodunun belirlenmesi,

- Çiftçilerin iyi tarım uygulamaları kodunu uygulamasının teşvik edilmesi,
- Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinden suların korunması için eylem programlarının uygulanması gereken alan/alanların belirlenmesi,
- Belirlenen alanda söz konusu kirliliğin önlenmesi veya azaltılması için eylem,
- Programlarının geliştirilmesi ve uygulanması; dört yıllık süreçlerde eylem,
- Programlarının uygulanması ve güncellenmesi,
- Eylem programlarının etkililiğinin izlenmesi,
- Avrupa Birliği komisyonuna rapor sunulması [Ref 19].

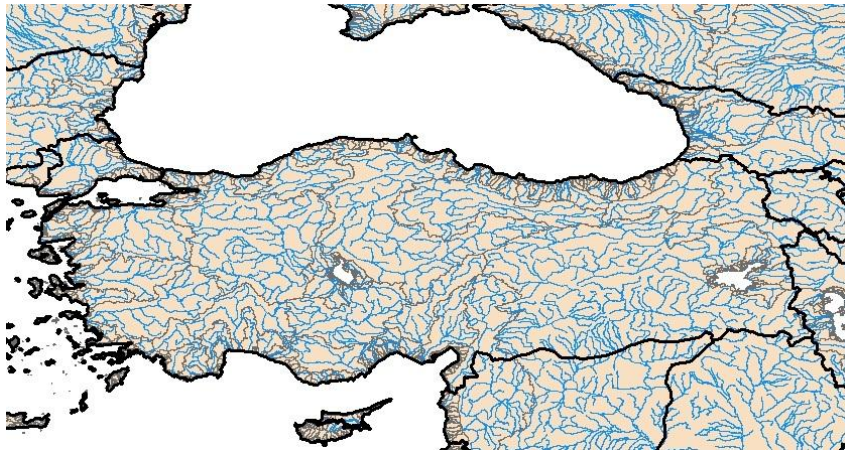
Havza bazında izleme ve yönetim planlarının oluşturulması direktifin en önemli özelliklerindedir. Su Çerçeve Direktifi, tüm sularda “iyi durumu” hedeflemektedir. Su Çerçeve Direktifi, su havza yönetiminin yerleşmesi, katılımın artması, ekolojik dengenin korunması, kirliliğin önlenmesi, sürdürülebilirliği ve suların fiyatlandırılması konularını kapsamaktadır. Tarımdan gelen N ve P de dahil olmak üzere yüzey suların ekolojik durumunu etkileyen bileşikleri belirlemektedir. Su Çerçeve Direktifi, Su Kalitesi Yönetimi üzerine Entegre Program için bir çerçeve belirlemektedir. Bu program, su kalite standartlarını, emisyon limitlerini, mevzuat ve önlemleri içermektedir [Ref 20].

4 ULUSLARARASI İZLEME SİSTEMLERİ VE VERİTABANLARI

Doğal kaynakların ve doğal süreçlerin izlenmesi ile ilgili dünyada ve Avrupa'da birçok izleme sistemi ve bu amaca hizmet eden veritabanı kurulmuştur. Bu izleme sistemleri ulaşılmak istenen amaç doğrultusunda birçok farklı süreci ve sonucu izlemektedir. Bu sistemlerin her biri farklı modellerle, farklı veri temalarına odaklanmış olsa da ortak noktaları çok paydaşlı sistemler olmaları ve kıtasal ya da dünya ölçeğinde büyük alanları izlemeleridir. Bu da idari sınır tanımayan doğal süreçlerin izlenmesinin ne denli önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu modeller ülkesel bazda hayata geçirilmek istenen izleme sistemleri için de fikir verebilir ve yol gösterebilir niteliktedir. Örneğin FAO'nun Küresel Orman İzleme Sistemi yaklaşım açısından bir örnek model teşkil etmektedir. Dünya üzerindeki paralel ve meridyen dairelerinin kesişim noktalarından örneklem toplayarak dünya çapında bir genellemeye giderek sonuca ulaşması doğruluk bakımından olmasa bile yöntem bakımından değerlendirilebilecek bir çalışma olarak göze çarpmaktadır. İzleme çalışmalarında farklı metotların geliştirilebileceğini göstermektedir. Dikkat çeken bir diğer nokta izleme çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemlerinin yoğun olarak kullanılıyor olmasıdır. İzlenen birçok parametre coğrafi olarak ifade edildiğinde ve tematik olarak yansıtıldığında büyük resmin görülebilmesini, ileriye dönük tahminlerin ve analizlerin yapılabilmesini sağlamaktadır. Aşağıda yer alan sistemlerin hemen hepsinde uydu görüntülerinin kullanılmış olması, özellikle geniş bölgelerin izlenmesinde ve değişiklik analizlerinde uzaktan algılama tekniklerinin kullanılmasının son derece önemli bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır.

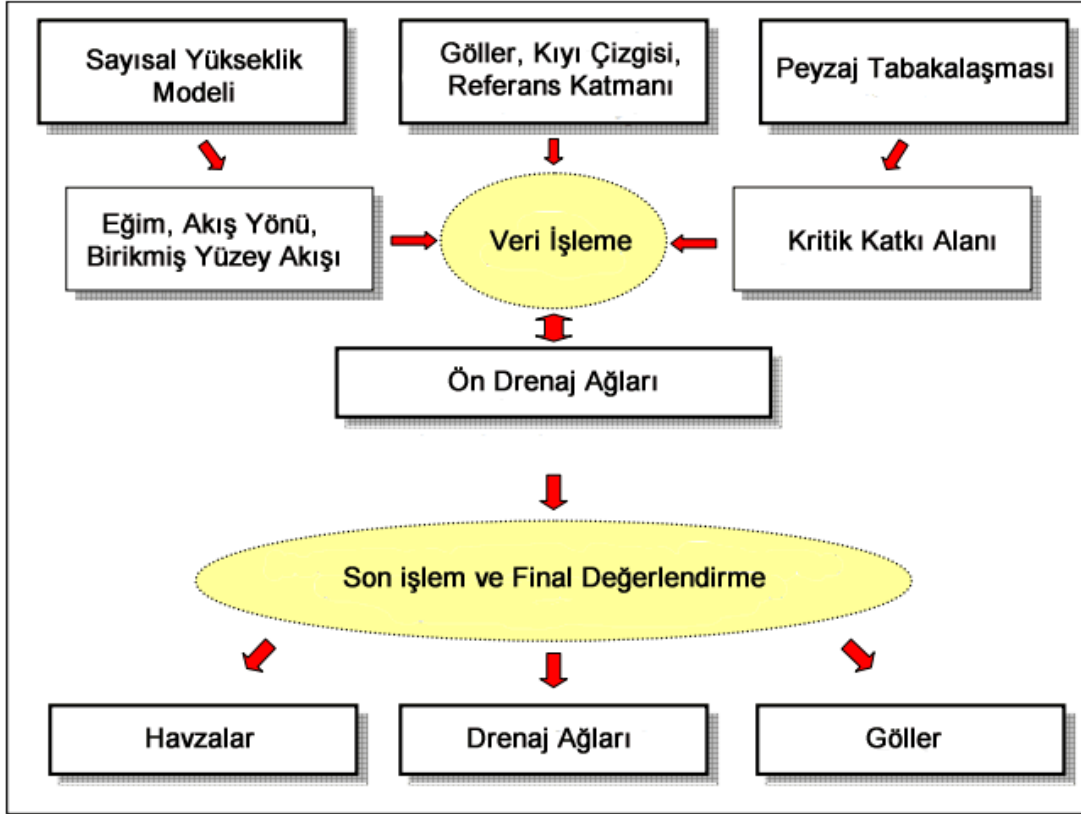
4.1 Nehir ve Havza Veritabanı (Catchment Characterisation and Modelling (CCM) River and Catchment Database, Version 2.1) (CCM2)

CCM2 veritabanı Atlantik adaları, İzlanda ve Türkiye dâhil tüm Avrupa kıtasını kapsamaktadır. Veritabanı Strahler düzenine göre nehir segmentlerini ve havzaların hiyerarşik bir kümesini ve Pfafstetter sistemine göre göl katmanı ve hidrolojik özellikleri barındırmaktadır [Ref 167], [Ref 168], [Ref 169].



Şekil 10. CCM2 Veritabanı Türkiye

Nehir ağları, göller ve drenaj havzalarının dijital verileri hidrolojik modellemeler için önemli veri setleridir. Ancak bu veriler istenilen kalite, kapsama alanı ve detayda bulunamamaktadır ve bununla birlikte farklı ülkelerin verilerinin ölçek, projeksiyon ve sınırlar ile uyumsuzluğu gibi sorunlar vardır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek amacıyla Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi bir metodoloji geliştirerek veritabanını oluşturmuştur. Bu çalışmalarda Su Çerçeve Direktifi temel alınmıştır. Oluşturulan veritabanı ülkelerin bölgesel ve ulusal veri setlerine ek bir kaynak olarak kullanılabilir.



Şekil 11. Havza Veritabanı Oluşturulması İş Akışı

Veritabanında nehir ağı ve havza sınırlarının yanı sıra iklim parametreleri, arazi örtüsü/kullanım verisi ve toprak verisi bulunmaktadır. Nehir ağları matematiksel algoritmalar kullanılarak 100 m çözünürlüklü SRTM Sayısal Yükseklik Modeli verisinden üretilmiştir. Havza sınırları Strahler metodu ve nehir kodları Pfafstetter yöntemi ile yapılmıştır. İklim verisi WORLDCLIM ve arazi örtüsü/kullanım verisi CORINE veritabanlarından alınmıştır.

4.2 MOLAND (Monitoring Land Use / Cover Dynamics)

MOLAND (Monitoring Land Use / Cover Dynamics) amacı sürdürülebilir bir yapı içerisinde kentsel ve bölgesel gelişimlerin modellenmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılan, mekânsal planlama araçları sunan bir projedir. Bu projenin en önemli özelliği üretilen politikalar sonucunda arazi değişimlerinin üst ölçekte niteliksel ve niceliksel olarak karşılaştırılmasıdır. Bunun yanında yapılan çalışmalarda AB yaklaşımı ve bölgesel veya yerel çalışmalar da göz önüne alınmaktadır [Ref 158], [Ref 159].

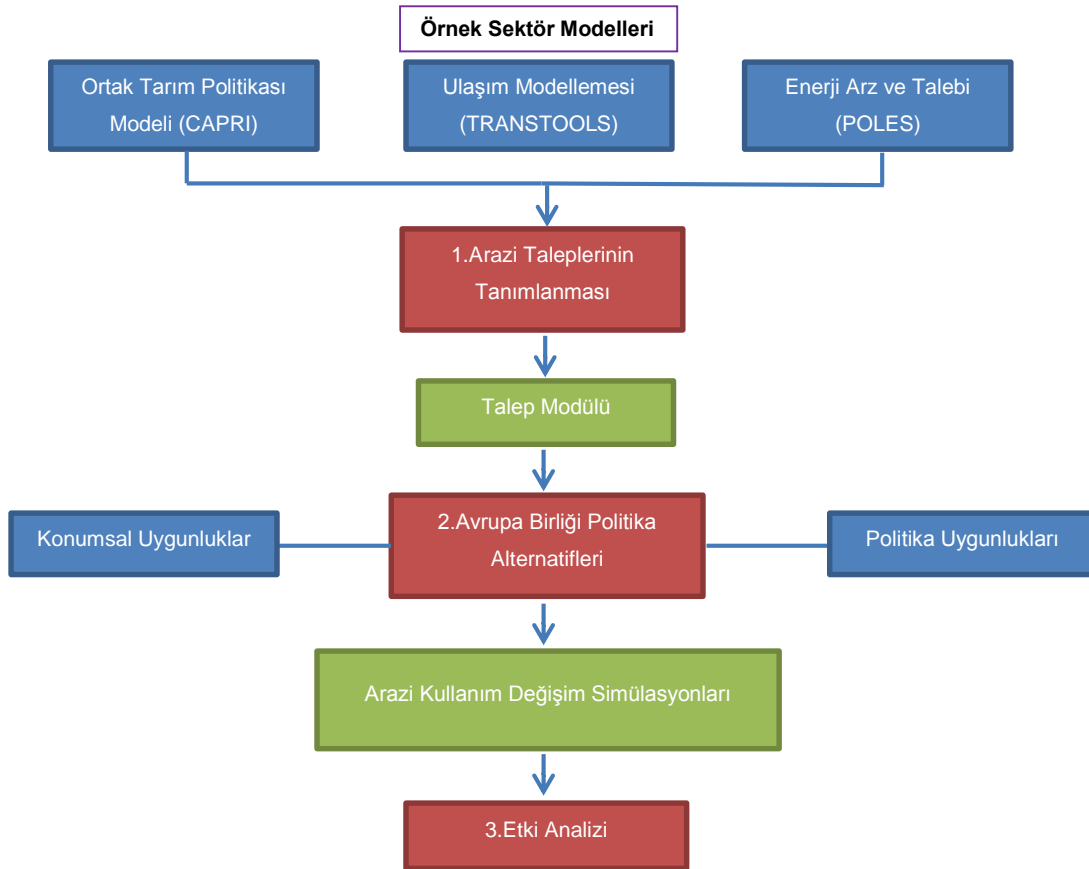
MOLAND'da kullanılan yöntem şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Yerleşimler için veritabanlarının hazırlanması,
- Bölgesel göstergelerin belirlenmesi ve stratejilerin oluşturulması amacıyla mekânsal analiz teknikleri geliştirilmesi,
- Metodolojilerin geliştirilmesi amacıyla farklı senaryoların ve modelleme tekniklerinin geliştirilmesidir.

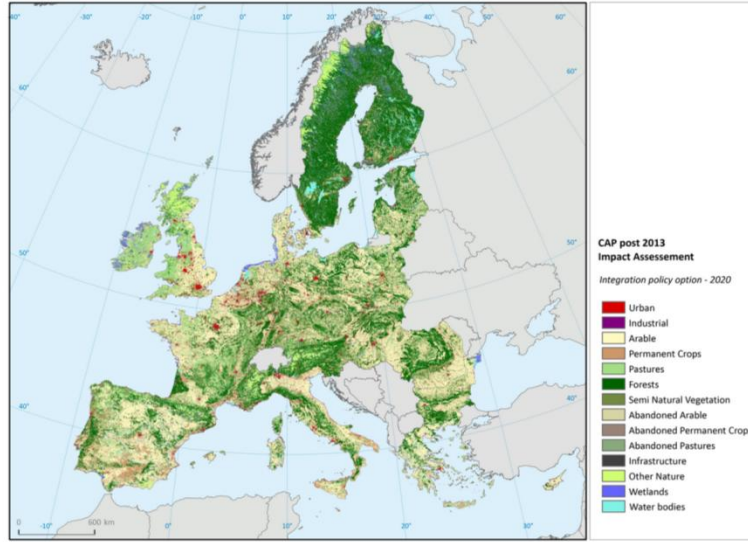
MOLAND Projesi aşağıda belirtilen beş özelleşmiş konu üzerine yoğunlaşmaktadır. Bunlar:

- Mekânsal planlama ve tehlike sınıflamaları,
- Sürdürülebilir kentsel ve bölgesel kalkınma göstergeleri,
- Avrupa'nın mekânsal gelişim perspektifi ve sektörel politikalar,
- Stratejik çevresel değerlendirmeler,
- Kentsel ve bölgesel ağların yaratılmasıdır.

MOLAND projesi Avrupa Komisyonu tarafından sürdürülen Arazi Kullanım Modellemesi Platformu'na katkı sağlayan bir yapıda tasarlanmıştır. Arazi Kullanım Modelleme Platformu'nun genel yaklaşımı Avrupa kıtasında meydana gelen doğal süreçlerin yanında ekonomik, kültürel, politik etkilerin izlenmesidir.



Şekil 12. Arazi Kullanım Modellerinde Genel Çerçeve



Şekil 13. Arazi Kullanım Modellerine Göre 2020 Yılı Arazi Kullanımı ve Örtüsü Tahminleri

4.3 GEOLAND2- Değişen Çevre Koşullarının İzlenmesi Servisleri (Operational Monitoring Services For Our Changing Environment)

GeoLand2 projesi, 2008 yılında başlamış olup 4 yıllık bir süreçte çalışmalar yürütülmüş ve Avrupa kıtasında yer alan 51 adet kamu ve özel sektör kullanıcılarının yer aldığı, 80'in üzerinde uluslararası organizasyonun yer aldığı ve Avrupa Komisyonu'nun desteği ve 7. Çerçeve Programı kapsamında gerçekleştirilen bir izleme servis ağını tanımlamaktadır [Ref 160], [Ref 161].

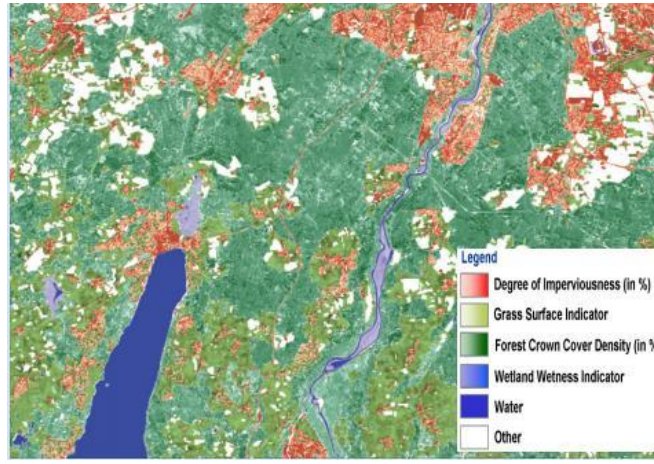
Geoland2 iklim değişiklikleri sonucunda doğa, bitkisel çeşitlilik ve yaşama alanlarında meydana gelen baskıların kontrol edilmesi amacıyla oluşturulmuş bir izleme servis ağıdır. Bu servis aracılığıyla uydu görüntüleri veya mekânsal veriler ile birlikte arazi kullanımı veya arazi örtüsü, biyofiziksel parametreler ve mevsimsel değişim belirlemeleri yapılabilmektedir. Bunun yanında mekânsal planlama, tarımsal servisler, orman servisleri, karbon salınımının izlenmesi ve tarımsal üretimin izlenmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bu amaçlarla birlikte Geoland2 nitelikli üretim ağının kullanıcı odaklı olarak kurulmasına yönelik verileri ve politikaları bir bütün halinde ele almaktadır.

Geoland2 sistem mimarisi iki ana katman yapısından oluşmaktadır. Bunlar Ana Harita Servisleri ve Ana Bilgi Servisleridir. Ana Harita Servisleri uzaktan algılama metotlarıyla elde edilen arazi kullanımı ve arazi örtüsünün yıllık ve mevsimsel olarak değişmesi, kıtasal bitki durumları ve radyasyon kapasitelerinin ölçülmesi amacıyla coğrafi bilgiler üretmektedir. Bunun yanında harita çalışmalarında tematik olarak su kalitesi, orman yönetimi, mekânsal planlama, tarımsal çalışmalar, karbon döngüsü ve gıda güvenliği üzerine bilgiler üretmektedir. Bu çerçevede bu hizmetleri vermesi amacıyla, Avrupa Arazi İzlemesi (European Land Monitoring - EUROLAND), Biojeofizik Parametreleri (Biogeophysical Parameters - BioPar) ve Mevsimsel ve Yıllık Değişim İzlemesi (Seasonal and Annual Change Monitoring - SATCHMO) harita servislerinden oluşmaktadır.

Avrupa Arazi İzleme Servisi (European Land Monitoring Service - EUROLAND)

Sistemin sağladığı özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- Kentsel genişleme ve yayılmanın izlenmesi,
- Arazi örtüsü katmanlarının niceliksel yöntemlerle izlenmesi, ekolojik ve niceliksel eğilimlerin daha iyi anlaşılması,
- Küresel ısınmanın etkilerinin izlenmesi,
- Üst ölçekli çevresel sistem için göstergelerin belirlenmesi,
- Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin ulusal haritalarının hazırlanmasında katkılar sağlanması.

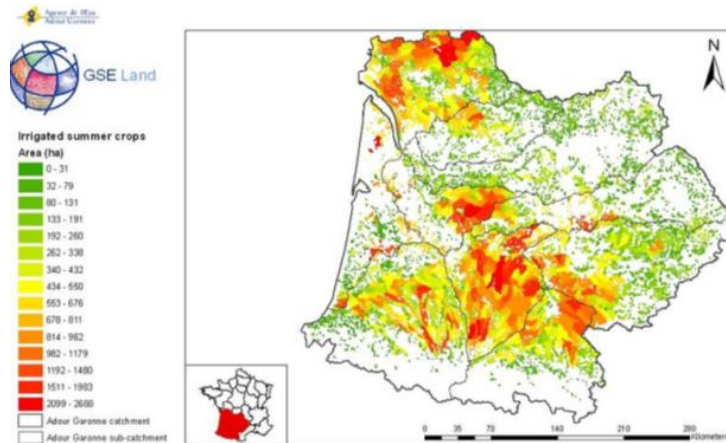


Şekil 14. Munich-Verona Bölgesi Yüksek Çözünürlüklü Arazi Örtüsü Katmanları

Mevsimsel ve Yıllık Değişim İzleme Servisi (Seasonal and Annual Change Monitoring Service - SATCHMO)

Sistemin sağladığı özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- Farklı zamansal ve mekânsal ölçeklerde tematik kapsamda tarımsal ve çevresel bilgi sunmak,
- Kullanıcıların isteklerine bağlı olarak güncellemelerin yapılması ve yeni özelliklerin eklenmesi,
- Tarımda yaşanabilecek anomilerin erken tespit edilmesi.



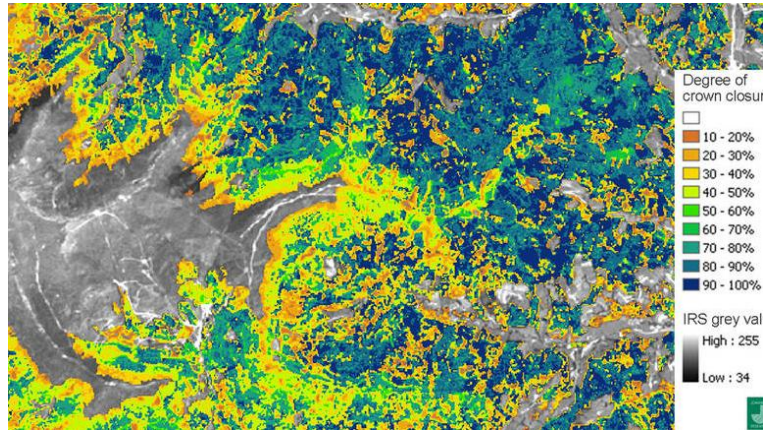
Şekil 15. 2005 Yılı Fransa, Adour Garonne Havzası Sulanan Yaz Bitkileri Haritası

Ana Bilgi Servisleri ise Ana Harita Servisleri'nden elde edilen tematik bilgilerin yer aldığı veya arazide yapılan ölçümler sonucunda elde edilen servislerden oluşmaktadır. Ana amaç iklimsel değişimler, gıda güvenliği ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasıdır. Bu servisler şu şekilde sıralanabilir: Mekânsal Planlama Servisi, Tarım ve Çevresel İzemeler Servisi, Su İzleme Servisi, Orman İzleme Servisi, Arazi Karbon İzlemesi Servisi, Karbon İzlem Servisi, Doğal Kaynak İzlemesi Servisi ve Küresel Ürün İzleme Servisi.

Orman İzleme Servisi (Forest Monitoring Service)

Sistemin sağladığı özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- 1 ha'lık yüksek çözünürlüklü harita birimlerinin sağlanması,
- Güncel ve tutarlı Avrupa orman üretimi hakkında bilgiler elde edilmesi,
- Tematik kapsamda yüksek doğrulama gereksinimlerinin karşılanması.

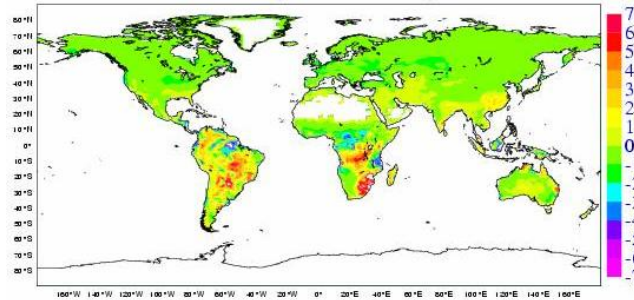


Şekil 16. Orman İzleme Servisinden bir Görüntü

Karasal Karbon İzleme Servisi (Land Carbon Service)

Sistemin sağladığı özellikler şu şekilde özetlenebilir:

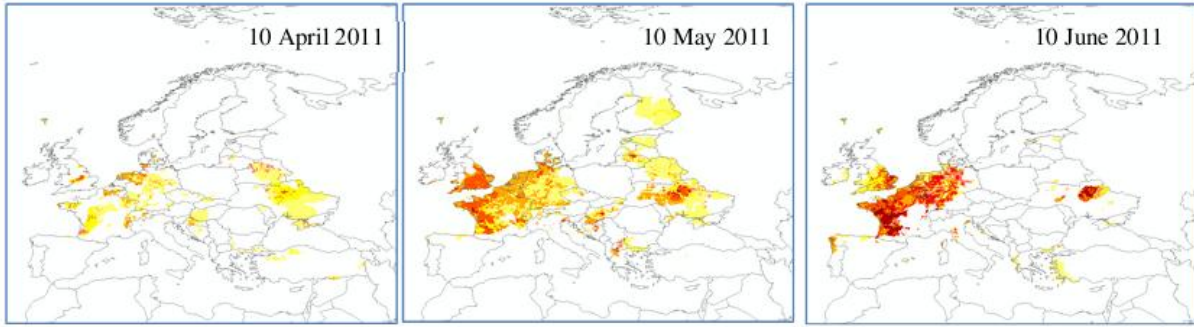
- Dünya ölçeğinde karbon akımlarının izlenmesi,
- Arazi üzerinde gerçekleşen izinsiz kullanımların tespit edilmesi,
- Atmosferik servislere destek sağlanması.



Şekil 17. 2002 yılı Dünya Ekosistem Değişimi

4.4 Avrupa Kuraklık İzleme Merkezi – Kombine Kuraklık Göstergeleri İzleme

Avrupa Kuraklık İzleme Merkezi önceden belirlenmiş parametreler ve metotlarla kuraklığı izlemektedir. Kuraklık izleme çeşitli indekslerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Standart Yağış İndeksi (SPI - Standardized Precipitation Index) ortalama yağıştan sapmaları gösterir ve bu nedenle kuraklık riski ile ilişkilidir. Buna ek olarak toprak nemi, vejetasyon, yer altı suyu seviyeleri, vb. verilerin durumlarının izlenmesi, kuraklığın etkilerini göstermektedir. Meteoroloji istasyonlarının yağış ölçümlerinden vejetasyon durumunun uzaktan algılama görüntülerine kadar çeşitli indeksler farklı yollardan toplanmaktadır. Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (JRC) kuraklık indekslerini kıtasal düzeyde toplamaktadır ve bu veriler ülkelerin ulusal, bölgesel veya kurumsal düzeyde topladıkları verileri desteklemektedir. Avrupa'daki kuraklığın devamlı izlenmesi kuraklığın başlangıcını, süresini ve dönemini tespit edilebilmesini sağlamaktadır [Ref 172].



Şekil 18. 2011 Bahar ve Yaz Dönemi İçin Kuraklık Göstergesi Örneği

Kombine indeks kullanımı meteorolojik ve uzaktan algılama indikatörlerinden kaynaklanabilecek yanlış alarmları engellemeye yöneliktir. Vejetasyon indeksi açısından bakacak olursak su stresinden başka bir nedenden dolayı biokütle azalması buna örnek teşkil edebilir. Kombine indeks üç ana indeks üzerinde kurgulanmıştır. Bu indeksler:

- **Standart Yağış İndeksi (SPI- n)**, belirli bir konumun " n " sayıda ayda aldığı toplam yağışın uzun vadeli yağış miktarı ile karşılaştırılmasına dayanan istatistiksel bir indekstir. Bu indeks 2010 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından meteoroloji servisleri tarafından üretilen anahtar meteorolojik kuraklık göstergesi olarak kabul edilmektedir.
- **Toprak nemi**, atmosfer ve arazi yüzeyi arasındaki etkileşimde önemli bir rol oynaması sebebi ile hidrolojik, klimatolojik, biyolojik ve ekolojik süreçlerde önemli bir değişkendir.
- **Bitki tarafından emilmiş güneş enerjisi miktarı (The Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (FAPAR))**, vejetasyon stresine hassaslığı gösterebilmesi nedeniyle kuraklık göstergesi olarak kullanılmaktadır. Kuraklık bitki büyüme hızını düşürebilir ve bu bitkinin güneş alamama veya ışık kullanım etkinliğinin azalması ile de etkilenmektedir.

Göstergeler üç farklı etki düzeyine sahiptir. Bu düzeyler yağış miktarının azalması durumunda "İzleme", yağış miktarının azalması ile birlikte toprak nemi anomalisi varsa "Uyarı" ve bu iki durum ile birlikte vejetasyonda değişim varsa "Alarm" olarak nitelendirilir. Her düzey ayrıca göstergenin şiddetini gösteren izleme için 1 ile 3 arası, uyarı ve

alarm için 1 ile 4 arası gibi farklı seviyelere sahiptir. Göstergenin ana bileşeni toprak nemi ve FAPAR anomalileri ile ilişkili olan SPI - 3 indeksidir ve göstergede SPI - 1 ve SPI - 3 indeksleri de önemlidir. SPI - 1 kısa vadeli, SPI - 2 ise uzun vadeli yağış eksikliğini belirtmektedir.

Tablo 4. Kombine Kuraklık Göstergeleri

Düzy	Seviye	Özellikler
İzleme: yağış eksikliği		
	1	SPI-1 < -2
	2	SPI-3 < -1
	3	SPI-3 < -1 + SPI-12 < -1
Uyarı: toprak nemi eksikliği		
	1	Anomaly pF> 1 + SPI-1 < -2
	2	Anomaly pF> 1 + SPI3 < -1
	3	Anomaly pF> 1 + SPI3 < -1 + SPI12 < -1
Alarm: yağış sonrası vejetasyon stresi / toprak nemi eksikliği		
	1	Anomaly FAPAR<-1 + SPI1< -2
	2	Anomaly FAPAR<-1 + SPI3< -1
	3	Anomaly FAPAR<-1 + SP3< -1 + Anomaly pF> 1
	4	Anomaly FAPAR<-1 + SP3< -1 + SPI12<-1 + Anomaly pF> 1

Göstergeler 10 günlük dönemler ile hesaplanmaktadır ve tüm Avrupa ölçeğinde 0,83 ondalık derece çözünürlüğüne sahiptir. Aşağıdaki tabloda Ocak ayı için kombine kuraklık göstergesi hesaplanırken kullanılan indekslerin ve göstergenin hesaplanma zamanlaması gösterilmektedir.

Tablo 5. Göstergelerin Uygulama Zamanlaması

Kombine gösterge üretme tarihi	Kullanılan SPI Ayı	Toprak nemi anomalisi	FAPAR anomalisi
6 Ocak	Aralık	11-20 Aralık	21-31 Aralık
16 Ocak	Aralık	21-31 Aralık	1-10 Ocak
26 Ocak	Aralık	1-10 Ocak	11-21 Ocak

Göstergeler kuraklığı gösterilmesine ve politika üretenlerin, karar vericilere ve efektif risk yönetimine olanak sağlar. Alarm düzeyindeki göstergeler dikkate alınırken mutlaka bitki yetişme dönemine de bakılmalıdır. Avrupa için ortalama bitki yetişme dönemi Nisandan Ekim ayına kadar olarak kabul edilir ancak Güney Avrupa ülkeleri daha uzun bir yetişme dönemine sahiptir.

4.5 Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) - Küresel Orman İzleme Sistemi

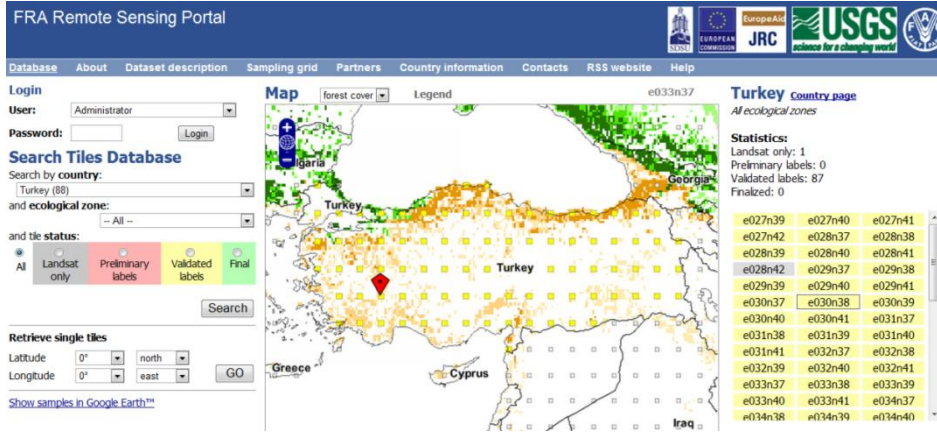
FAO, 1946 yılından bu yana her beş ila on yılda bir küresel orman kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalarda periyodik olarak küresel bir çerçevede mevcut ormanların durumu, yaklaşımlar ve istatistikler ortaya konulmaktadır. Özellikle ormansızlaşma üzerine periyodik raporlar yayınlayarak dünya çapında bir farkındalık yaratılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, FAO'nun Küresel Orman Kaynakları Değerlendirme (Global Forest Resources Assessment - FRA) programı kapsamında ülkeler ormanları hakkında detaylı bilgiler hazırlayarak, ulusal bir istatistik oluşturulmaktadır. Bunların yanı sıra sunulan raporların bağımsız değerlendirilmesi amacıyla FRA 1990 - FRA 2000 kapsamında uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılması ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. FAO uzaktan algılama çalışmalarında kapasitesini artırmak amacıyla FRA 2010 kapsamında Ormanlarda Uzaktan Algılama Çalışmaları (Remote Sensing Survey - RSS) planlanmıştır [Ref 165], [Ref 166].

Tablo 6. Uluslararası Orman İzleme Sistemleri İçin Veri Elde Etme Yöntemleri (Holmgren & Thuresson (1998), Kleinn (2006) ve Andersson (2006) [Ref 162], [Ref 163], [Ref 164]

Veri Toplama Metotları	Değişkenler	Artı Yönler	Eksi Yönler
Arazi Ölçümleri	Biyofiziksel Özellikler	Kesin	Yüksek Maliyetler
Arazi Gözlemleri	Arazi Kullanımı ve Biofiziksel Özellikler	Değişkene Ulaşma Sayısı Fazla	Arazide Çalışan Personel Değerlendirmesine Bağlı
Uzaktan Algılama	Birçok Veri Teması için Alan Ölçümleri	Maliyetler Kabul Edilebilir ve Arazi Çalışmalarının Desteklenmesi	Kesinliği Düşük
Röportajlar	Kaynak Kullanımı, Kullanıcılar, Kiracılar, Anlaşmazlıklar	Bölgesel Sosyo-Ekonomik Veriler	Ön Yargıların Kontrolünün Zorluğu

Uzaktan algılama çalışmaları kapsamında FRA 2010 RSS'e aşağıda bahsedilen yaklaşımlar önerilmiştir:

- Yüksek çözünürlüklü (20-30 metre piksel) optik görüntü (Landsat düzeyinde) ve SAR görüntüleri desteğiyle orman alanlarının belirlenmesi ve alan değişimleri, arazi kullanım değişimlerinin izlenmesi,
- Dünya genelinde ağaç örtüsü ve değişimlerinin izlenmesi amacıyla MODIS 250 m vejetasyon sürekli alanlar (Vegetation Continuous Fields- VCF)

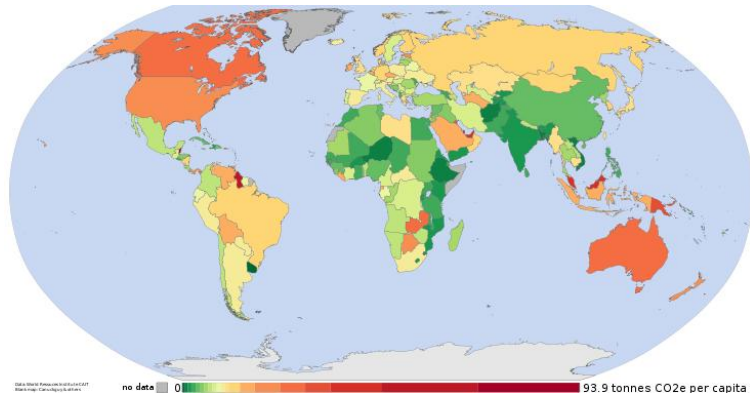


Şekil 19. FRA Uzaktan Algılama Portalı (Sarı tonlardan (%0) yeşil tonlara (%100) doğru kapallık artmaktadır.)

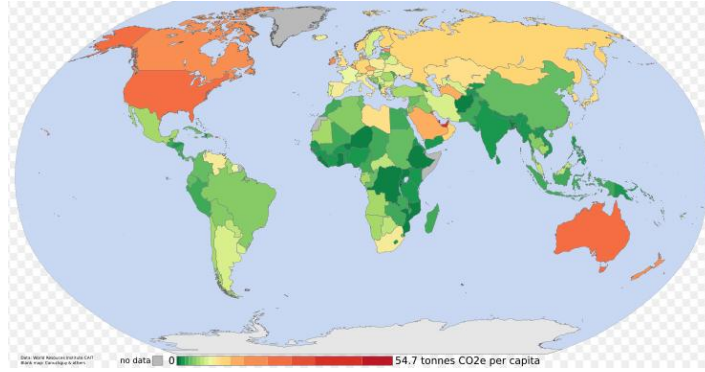
4.6 Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Land Use and Land Use Change and Forestry - LULUCF)

Arazi kullanımı, arazi kullanım değişiklikleri ve ormancılık teması altında düşünülen çalışmalar, insan kaynaklı olarak toprak kullanımı, arazi değişikliği ve ormancılık faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar ve sera gazı salınımları ile ilgilidir. Bu kapsamda, biokütle karbon havuzları, ölen organik maddeler, orman arazileri, mera alanları, sulak alanlar ve kentsel arazi alanları değerlendirilmiştir [Ref 184], [Ref 185], [Ref 186].

LULUCF özelinde arazi kullanımının değişimi ve bunun iklim üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Arazi kullanımı değişimlerinin özellikle karbondioksit miktarlarında meydana getirdiği artışla ilişkilendirilmiştir. Bununla ilişkili olarak Kyoto Protokolü'nde de ülkelerin ormansızlaşması ve orman alanlarındaki değişimlerle ilgili olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bunun yanında arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin biyolojik çeşitliliği üzerindeki doğrudan etkileri ve habitatların olumsuz etkilenmesi veya bölgesel olarak yok olmasının etkileri incelenmiştir.



Şekil 20. Arazi Kullanımına Bağlı Kişi Başına Düşen Sera Gazı Miktarları



Şekil 21. Arazi Kullanımına Bağlı Olmayan Kişi Başına Düşen Sera Gazı Miktarları

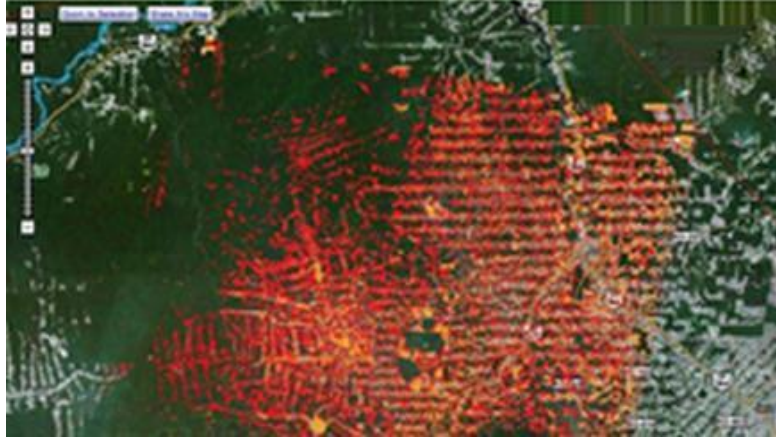
4.7 Ormansızlaşma ve Orman Bozulma Emisyonlarının Azaltılması ile ilgili Birleşmiş Milletler Ortak Girişimi (United Nations Collaborative Initiative on Reducing Emissions From Deforestation and Forest Degradation - UN-REDD)

UN-REDD Programı, gelişmekte olan ülkelerde ormansızlaşma ve ormanların bozulmasından kaynaklı emisyonların azaltılması üzerine bir Birleşmiş Milletler Programıdır. Bu program FAO, UNDP ve UNEP işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Program, hem uluslararası hem de ulusal ölçekte çalışmalar yürütmektedir ve uluslararası kabul görmüş politikaların uygulanması amacıyla çalışmaktadır. Programa dünya genelinde 44 adet ülke katılmaktadır [Ref 170], [Ref 171].



Şekil 22. Ülkeler ve UN Özellikleri

Programın kapasite geliştirme çalışmaları çerçevesinde ormansızlaşma ve orman bozulmalarına karşı kurumlar güçlendirilmekte, emisyonun azaltılması ya da sera gazı salınımına yönelik olarak eğitim çalışmaları desteği sağlamaktadır. Bunların yanında yapılan ölçümleri raporlama ve doğrulama çalışmaları amacıyla izleme sistemleri ve metodolojiler ortaya konulmuştur. Bu amaçla uzaktan algılama yöntemleri ve arazi üzerinden yapılan ölçümler sonucunda ormanlarda karbon salınımı izlenmektedir.



Şekil 23. Karbon İzleme Sisteminden Bir Görüntü

5 ULUSLARARASI PROJE ÖRNEKLERİ

Bu bölümde A.B.D, Avrupa (16 ülke), İspanya, Hindistan, Çin, Yeni Zelanda, Avustralya, Kanada, Tunus, Türkiye, İran ve Senegal'den havza yönetimi, orman ekosistemi, su kalitesi, toprak ve arazi kullanımı, taşkınlar, erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi, havza izlemede uzaktan algılama yöntemleri, arazi örtüsü sınıflandırması, karasal sulak alan bitki örtüsü sınıflandırması, arazi örtüsündeki değişim, havza sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi konularında gerçekleştirilen proje örnekleri incelenmiştir.

Projeler incelenirken, proje hakkında genel bilgiler, proje bileşenleri ve proje temaları, projede kullanılan yöntemler, izlenen parametreler ve veriler, proje sonuçlarının değerlendirilmesi, sonuçların ve modellerin Türkiye'de kullanılabilirliğinin bölgesel şartlar, veri kapsamı, mevzuatlar, vb. açılardan değerlendirmesi, proje çıktıları ve dokümantasyonunun izin verdiği düzeyde yapılmıştır. Proje sonuçları raporun "Sonuçlar" bölümünde toplu olarak değerlendirilmiştir.

5.1 AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ OKLAHOMA EYALETİ SANDSTONE DERE HAVZASI PROJESİ ÖRNEĞİ¹

5.1.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

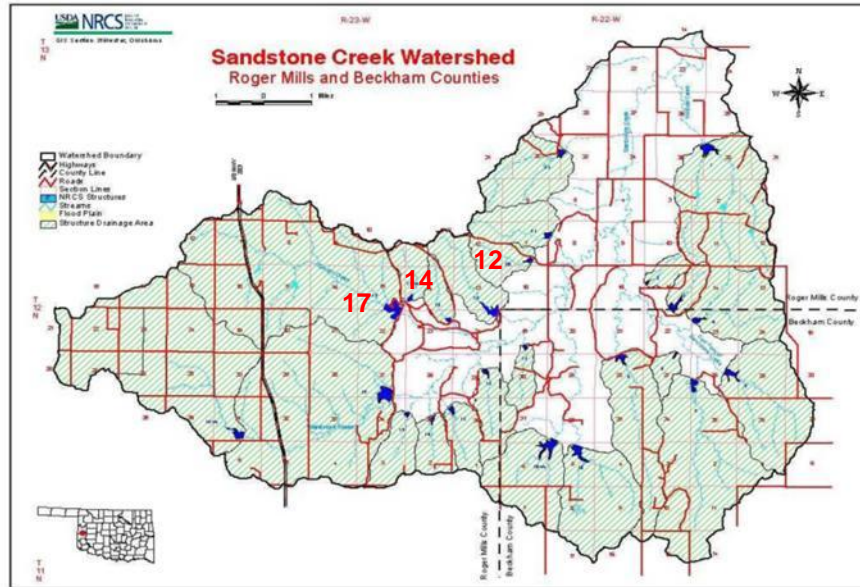
Sandstone Dere Havzası Projesi, Amerika Birleşik Devletleri'nin orta güney kısmında bulunan ve Oklahoma Eyaleti, Roger Mills ve Beckham şehirleri sınırları içerisinde yer alan, üzerinde 42 adet sel kontrol barajının bulunduğu bir bölgenin yönetilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Proje Oklahoma Koruma Komisyonu (Oklahoma Conservation Commission) ve ABD Tarım Bakanlığı Doğal Kaynakları Koruma Servisi (USDA: Natural Resources Conservation Service-NRCS) desteğinde sürdürülmektedir. Ayrıca projede yer alan bölge, eyalet ve federal hükümet birimlerinin birlikte çalışmalarının başarısını ortaya koyan en iyi 129 proje arasından yer almaktadır [Ref 37], [Ref 38], [Ref 39].

¹ Raporda yer alan bu örnek proje Doç. Dr. Ceyhun GÖL, Eren CON ve Özgür MUTLU tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 24. Oklahoma Eyaleti'nin Ülke İçerisindeki Konumu [Ref 34]

Proje, bölgede meydana gelen sel olaylarının önlenmesi ve havzanın korunmasına yönelik doğal yapının korunması, risk ve tehlikelere karşı önlem ve mevcut kaynakların geliştirilmesi faaliyetlerinin yer aldığı, 100 yıl süreli bir çerçevede planlanmıştır. Havzada en çok karşılaşılan problemler ise barajların yaşlanması sonucunda karşılaşılabilecek yaşam kayıpları, erozyon, sedimentasyon ve gübre kullanımı sonucunda göl ve nehirlerde (Foss Gölü ve Wsshita nehirleri) su kalitesini bozan faaliyetler olarak belirlenmiştir. Projenin toplam bütçesi 406.900 Dolar olarak belirlenmiş ve bunların bir bölümünün bu alanda faaliyet gösteren sponsor firmalar yardımıyla bir bölümünün ise bölgenin bütçesinden karşılandığı belirtilmiştir.



Şekil 25. Sandstone Deresi Havzası [Ref 39]

Projenin hedefleri aşağıda açıklanmıştır:

- Seller sonucunda meydana gelebilecek can kayıplarının önlenmesi amacıyla havzanın güneyinde yer alan prefabrik (mobil ev) özellikli yerleşimlerin yeni bir alana taşınması,
- Bölgede yaşayan mevcutta yaşlanmakta olan ve taşkınları önleyen barajların yenilenmesi,

- Bölgedeki yaban hayatı, balık türleri ve sulak alanların geliştirilmesi çalışmaları,
- Gelecekte bu bölgede muhtemel yerleşimlerin önlenmesi amacıyla koruma kuşağının oluşturulmasıdır.

Tüm bunlar bir arada düşünüldüğünde projenin hedefleri doğrultusunda hem can kayıpları önlenmiş olacak hem de her yıl ortalama 50.000 doların üzerinde maddi kaybın da önüne geçileceği tahmin edilmektedir. Bunun yanında bölgede veri envanteri sağlanması, verilerin güncellenmesi ve havzanın izleme sistemine kavuşması da projenin önemli çıktıları arasına girmektedir.

5.1.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Sandstone Dere Havzası, yukarıda belirtilen amaçlar ve hedefler doğrultusunda öncelikle yaşam kaybını engelleyecek faaliyetlerin hayata geçirilmesi, kötüleşen yapısal özelliklerin (baraj, erozyon kontrol yapıları) değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi, taşkın kontrolü, erozyon, sedimentasyon ve su kalitesi konu başlıkları altında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda çözümler üretilmiş, alternatif senaryolar yaratılmış ve bunların muhtemel sonuçlarının etkileyeceği konular da değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte havzada yer alacak temalar genel kapsam içerisinde ve önem dereceleri belirlenerek yapılacak planlama çalışmaları da bu bağlamda sürdürülmüştür. Temalar ve önem dereceleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Havzada Değerlendirilecek Temalar ve Önem Dereceleri

Çevresel, Ekonomik ve Sosyo-Kültürel Temalar	Önem Derecesi
İnsan Sağlığı ve Güvenliği	Yüksek
Taşkın Zararı	Yüksek
Erozyon ve Sedimentasyon	Yüksek
Ekonomik ve Sosyal Öğeler	Yüksek
Arkeolojik ve Tarihi Öğeler	Yüksek
Tehlike altındaki Türler	Yüksek
Dere Göl ve Sulak Alanlar	Yüksek
Balık ve Yaban Hayatı Kaynakları	Yüksek
Su Kalitesi	Yüksek
Ulaşım	Orta
Arazi Kullanımı ve Yönetimi	Orta
Ana Tarım Alanları	Orta

5.1.3 Belirlenen Temaların Değerlendirilmesi

İnsan Sağlığı ve Güvenliği ve Taşkın Zararı teması altında, havzada öncelikle mevcutta ömrünü doldurmuş veya yıpranan barajların yapısal özellikleri değerlendirilmiştir. Barajların önceki amaçları ve güncel durumda yaratacağı riskler belirlenmiş ve buna bağlı bir **tehlike sınıflaması yapılmıştır**. Havzanın batısında yer alan iki (17 ve 14

numaralı) (Şekil 25) barajın 50 yıllık ömürlerini doldurduğu ve bunlar üzerinde yapısal bozulmaların incelenip değerlendirildiği ve buna bağlı yenileme çalışmaları yapılması gerekliliği ortaya konulmuştur. Bunun yanında bu bölgede yer alan barajların yapıma amaçlarının tarımsal sulama olduğu belirtilmiştir. Ancak zaman içerisinde bu alanların 30 m yakınlarında yerleşimler oluşmuş ve can kaybına neden olabilecek tehlikeler ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak özellikle bu bölgelerin alt bölgelerinde ve prefabrik yapılarda yaşamlarını sürdüren insanların can kaybını önlemek amacıyla tekrar bir tehlike sınıflandırılması yapılmıştır. Bu bölgeler önceden “A” düşük tehlike sınıfında iken proje çerçevesinde “C” kategorisine alınmış ve bu yapılarda güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Buna bağlı olarak alan için yeniden bir tehlike sınıflaması yapılmış ve alanların 100 yıllık kapasiteleri çerçevesinde koruma kuşakları oluşturulmuştur.

Erozyon ve Sedimentasyon teması altında, barajlarda meydana gelen sedimentasyon birikim miktarları ölçülmüştür. 12 numaralı alanda meydana gelen sedimentasyon birikimi yıllık ortalama 3.000 ton olarak ölçülmüş ve bu alanın ömrünün 100 yıllık olduğu vurgulanmıştır. Diğer bir alan olan 17 numaralı alanda ise sedimentasyon birikiminin yıllık ortalama 3.155 ton olduğu ve ömrünün 23 yıl olduğu belirtilmiştir. Erozyona maruz kalan bölgelerde sert zemin üzerinde bulunan alanların erozyon yaratma potansiyelinin düşük olduğu belirtilmiş ve bunun yanında diğer bölgeler için yapısal unsurlar yardımıyla erozyon önleme çalışmaları yapılmıştır. Özellikle geçmişe ait verileri yetersiz olan alanlardaki beklenmeyen toprak taşınım faaliyetlerinin buralardaki barajların ömürlerini beklenenden kısa sürede tamamlayacağı ihtimali de göz önünde bulundurulmuştur.

Ekonomik ve Sosyal Öğeler teması altında, havzada yer alan bölgelerde yaşam alanlarının oluşması süreci buralarda yapılan taşkın kontrolü çalışmaları sonucunda sağlanmıştır. Bölgede yaşayan insanlar genel olarak bölgenin yerli halkından oluşmakta ve bunun yanında bölgede Asya ülkelerinden gelen Amerika vatandaşları da yer almaktadır. Bu durum bölgenin sosyal yapısı açısından dezavantajlı toplum olarak nitelendirilmektedir. Bunun yanında bölgede yaşayan insanlar taşkın kontrolü sonucunda 12. bölge için yıllık 28.800 dolar, 17. bölge için 18.100 dolarlık bir gelir sağlamaktadır.

Arkeolojik ve Tarihi Öğeler teması ile ilgili olarak alanda 2001 yılından itibaren çalışmalar yapılmış ve bazı bölgelerde tarihi niteliği bulunan öğeler tespit edilmiş, bu öğeler de ulusal yasalar çerçevesinde koruma altına alınmıştır. Ancak bu alanlarda bulunan kalıntıların tarihi değer açısından çok güçlü olmadığı vurgulanmıştır. Ancak bulunan kalıntıların korunması da yine yüksek öneme sahiptir.

Tehlike Altındaki Türler temasında bölgede yaşayan hayvan ve bitki türleri incelenmiş, Amerika Balık ve Yaban Hayatı Servisi tarafından 2001 yılında tehlike altındaki türler belirlenmiştir. Bunun yanında bölgeye özel olan su kırlangıcı, siyah kuyruklu çayır köpeği gibi yok olma tehdidi altında olan türler yine ulusal çerçevede koruma altına alınmıştır.

Dere, Göl ve Sulak Alanlar teması altında, mevcutta yer alan ve erozyon ölçümlerinin yapıldığı havuzlar ve birkaç küçük gölet yer almaktadır. Bu alanların önemli derecede sulak alan vejetasyonuna sahip olmaması yanında

korunması gerekliliği yine o bölgenin genel dengesinin kurulması amacıyla önemsenmiştir. Bunun yanında bahsi geçen alanların içme suyu temini açısından da izlenmesi ve denetlenmesi bir diğer unsur olarak öne çıkmaktadır.

Balık ve Yaban Hayatı Kaynakları temasında bölgenin genel yapısında yerli otlakların bulunduğu belirlenmiştir. Bunlar içinde küçük çaplı kereste ve bodur çalılıklar benzeri oğeler bulunmaktadır. Bu cinsler özellikle söğüt, karaağaç ve çitlembik benzeri türlerden oluşmaktadır. Bununla birlikte yine o yörede hayvanların otlaması amacıyla belirli mera alanları bulunmaktadır.

Su Kalitesi teması altında ise ülkenin genel olarak kabul ettiği temiz su yasası çerçevesinde çalışmalar yapılmıştır. Dereler üzerinde su kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuş ve özellikle su temini, tarımsal kirlilik, belediye ve sanayi işlemleri sonucu kirlilik benzeri işlemler takip edilmektedir. Bunlar kirlilik kaynakları konum olarak noktasal (point source) ve noktasal olmayan (non-point source) kaynaklar olarak özetlenebilir.

Ulaşım teması orta derecede öneme sahip bir konudur. Yolların bölgelere erişim, alışveriş, sağlık servisleri ve tarım uygulamaları açısından bölgede hayati önem taşıdığı belirtilmiş ve bu yolların taşkın ve sellerden etkilenebildiği belirlenmiştir. Bu amaçla bu yollarda koruyucu önlemlerin alınması diğer bir unsur olarak ele alınmıştır.

Arazi Kullanımı ve Yönetimi orta öneme sahip olan bir diğer unsurdur. Taşkın korunumu açısından en iyi korunuma sahip alanlar yerleşime en uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Bölgede havza seviyesinin üzerinde olan 12 numaralı alan %86 oranında mera, %12 ekili alanlar ve %2 diğer kullanımlar için ayrılmıştır.

Ana Tarım Alanları temasında, alan içerisinde yer alan verimli toprakların korunması ve derecelendirilmesi yapılmış ve bu bağlamda koruma yöntemleri uygulanmadığı takdirde bu alanlarda büyük ölçeklerde toprak kayıplarının yaşanacağı belirtilmiştir. Tarım alanları hem ürün elde etmek amacıyla hem de bölgede büyük baş hayvan yetiştiriciliği açısından öneme sahiptir.

Yukarıda bahsedildiği gibi Sandstone Dere havzasında belirlenen temalar, bölgeyi doğrudan etkileyen ve özellikle mal ve can güvenliğinin sağlanmasına yönelik bir yaklaşımla ve sürdürülebilir bir yapıda geliştirilmesi amacıyla belirlenmiştir. Bu bağlamda temalar özelinde önceliklendirme yapılması ve verilere ulaşılması veya üretilmesi havzanın izlenmesi amacıyla önemli görülmüştür.

Proje kapsamında sorunlar ve alınması gereken önlemler konusunda bir önceliklendirme yapılmıştır. Buna göre sorunun önemine, uygulanacak projenin büyüklüğü ve maliyetine göre bir derecelendirme yapılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre uygulayıcı kurumlarda değişmektedir. Bazı çalışmalar yerel kaynaklar, sponsor firmalar tarafından üstlenilirken büyük kapsamlı çalışmalar kamu yatırımları kapsamında ele alınmıştır.

5.1.4 Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler

Proje kapsamında kullanılan veriler üç genel grup altında; fiziksel veriler, arazi kullanım verileri ve sosyo-ekonomik veriler olarak değerlendirilebilir. Fiziksel veriler; havza ve alt havza sınırları, arazi örtüsü sınıflamaları, arazi eğimi, kanallar, jeolojik özellikler, tarım arazileri, iklim verilerinden oluşmaktadır. Arazi kullanım özellikleri ise mülkiyet özelinde ele alınarak arazi mülkiyeti, yer altı kaynakları, yollar ve mevcut yerleşimler olarak belirlenmiştir. Sosyo-ekonomik göstergelerde ise nüfus çeşitliliği dağılımları, nüfus bilgileri, gelir dağılımları ve değişimleri özelinde çalışmalar yapılmıştır.

Proje kapsamında değerlendirilen veriler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 8. Proje Kapsamında Değerlendirilen Veriler

Veriler	
Sedimentasyon Ölçümleri	Göl
Hidrolojik Kapasite	Sulak Alanları
Sismik Veriler	Yollar
Erozyon Alanı Tespitleri	Arazi Kullanımı
Su Kalitesi	Tarım Alanları ve Türleri
Nüfus ve Nüfus Değişimleri	Baskın Risk Alanları
Kişi Başı Milli Gelir ve Değişimleri	Tarihi Koruma Alanları
Barajlar	Tehlike Altındaki Türler
Su Toplama Havzası	Yaban Hayatı
İrmak	Sucul Türler
Tarım Alanları	

Bununla birlikte proje çerçevesinde belirlenen sorunların çözümü için amaç ve hedeflerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla belirli yöntemler uygulanmıştır. Proje kapsamında havzanın yönetilebilmesi, rehabilite edilebilmesi ve sürdürülebilir bir yapıda izlenebilmesi amacıyla uygulanan yöntemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Öncelikle proje alanı içerisinde havzanın kendine özel mevcut durum tespiti yapılmış,
- Durum tespitinin ardından konular belirlenen temalar altında birleştirilmiş ve önceliklendirilmiş,
- Alan için bir risk sınıflama çalışmasına gidilmiş,
- Ardından bu alanlarla ilgili sorunlar, fırsatlar, kısıtlar ve üstün yönler ortaya konulmuş,
- Çözümler yapısal, yapısal olmayan ve rehabilite çalışmaları kapsamında incelenmiş,
- Sorunların çözümlerinde kullanılacak organizasyon ve ekonomik yapı ortaya konulmuş,
- Havzada yapılacak çalışmalarının uygulanması ve uygulanmaması arasındaki farklar, temalar bazında değerlendirilmiş,
- Havzada çok disiplinli bir yaklaşım çerçevesinde çalışmalar tarım, orman, yaban hayvanları uzmanları, sosyolog, antropolog, tarım ekonomisti, doğa bilimci ve jeologlar denetiminde gerçekleştirilmiştir.

Bu yöntemlerin uygulanması esnasında devlet-özel sektör işbirliğine dayalı bir çalışma yürütülmüş, ön etüt ve diğer incelemeleri devlet ve özel sektör birlikte ele almıştır. Çalışmalar ve önlemler konusunda ilgililerle anlaşmalar imzalanmış ve sorun ile çözüm konusunda proje kapsamında detaylı incelemeler yapılmış, eğitim ve katılım konusunda detaylı çalışmalar yürütülmüştür.

5.1.5 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sandstone Dere Havzası Projesi özellikle taşkın ve sele maruz kalmış veya kalabilecek havzalar için örnek bir proje olarak ele alınmıştır. Ancak projedeki ekoloji, sosyo-ekonomik yapı, vb. öğeler de havzada izlenmesi ve değerlendirilmesi gereken öğeler olarak ele alınmıştır. Proje kapsamında erozyon, sedimentasyon, işgücü, ekonomik sorunlar ve bazı ekolojik sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Proje başlangıcında uygulamaya geçmeden önce ön inceleme ile proje alanındaki sorunlar, fırsatlar, kısıtlar ve üstün yanlar tüm detayları ile ortaya konulduktan sonra saha çalışmalarına başlanmıştır.

Sorunlar başlıklar halinde ele alınmış ve çözüm durumu ve çözümden sorumlu kuruluşlar belirtilmiştir. Özellikle insan sağlığı, sel taşkın, heyelan, erozyon, ekonomik ve sosyal durum, arkeolojik unsurlar, doğal kaynaklar, tehlike altındaki türler, sulak alanlar, sucul yaşamı, yaban hayatı, ulaşım, arazi kullanma, tarım gibi birçok konuda sorunlar ve çözüm yolları araştırılmıştır. Çözümler yapısal ve yapısal olmayan önlemler paketi şeklinde uygulanmıştır. Sorununun çözümü için gerekli yöntemler ve çözümden kimin sorumlu olacağı proje başlangıcında ortaya konulmuştur. Yine sorunun özelliklerine göre devlet veya sponsorlar ayrı ayrı veya birlikte çalışma konusunda anlaşmıştır.

Projenin başarıya ulaşabilmesi için kendi halinde bırakılması gereken veya yeterli sosyal desteğin sağlanamadığı bölgelerde çalışma yapılmamıştır. Ayrıca yeterli yerel destek sağlanmayan veya sosyal baskı oluşan bölgelerde çalışmalar en düşük düzeyde tutulmuştur. Yapılacak çalışmanın tüm başlıkları için fırsatlar ve kısıtlar başlangıçta belirlenerek hareket edilmiştir.

Proje başlangıcında bölgesel olarak temel hedefler ve öncelikli sorunlar sıralaması yapılmıştır. Bu yapılan çalışmalara göre projede değişiklikler, revizyonlar ve alternatif planlar hazırlanmıştır. Proje kapsamında ortaya çıkabilecek sorunlar veya olumsuz durumlar için ayrıca risk analizi yapılmıştır. Risk analizi yapımında projenin içsel ve dışsal riskleri birlikte ele alınmıştır. Halk katılımını sağlayabilmek ve projenin uygulama başarısını artırmak için projeye başlamadan önce ilgi grupları ile birçok toplantı gerçekleştirilmiştir. Böylece yerel ve bölgesel destek sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu kapsamda proje sonuçları olarak taşkın ve selin önlenmesi noktasında şu çıktılarına ulaşılmıştır:

- 358.500 dolar yıllık ortalama fayda,
- 1903,5 hektar taşkın riski alan koruması,
- Köprü ve yollar için taşkın ve sel koruması,
- 60 adet çiftlik alanının korunması,

- Taşkın ve sel koruması sonrası su birikimi sonucunda sucul yaşam ve yaban hayatının gelişmesi,
- Sedimentasyonun yıllık 296.000 ton azalmasıdır.

5.1.6 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Projenin amacı yukarıda da bahsedildiği üzere öncelikli olarak taşkın ve sel sonucunda oluşması muhtemel can ve mal kayıplarının önlenmesidir. Ülkemizde de benzer şekilde iklim şartlarına ve/veya planlama çalışmalarının yetersizliğine bağlı olarak can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Sandstone Dere Havzası projesinin en güçlü yönü havza yönetiminde yönetim ve bölge yönetiminin (bakanlık- belediye) işbirliği ile çalışması, bunun yanında da bölgeye destek olan özel teşebbüslerin de projeleri desteklemesidir. Bunun yanında havzaların taşkın veya sele maruz kalabilecek alanlarında yerleşimlerin varlığı ülkemizde de mevcuttur ve önlem alınması gereken bir husustur. Bu açıdan bölgede uygulanan metotlar ve uygulamalar ülke şartlarına uygun bir şekilde tekrar ele alınmalıdır.

Havzada bileşenlerle ilgili ele alınan temalar açısından ülkemizde bazı alanlarda benzerlikler, bazı alanlarda ise farklılıklar göstermektedir. Bunun yanında proje havzanın doğal, tarihi, ekonomik ve sosyal öğelerinin de korunmasını sağlayan amaçlar doğrultusunda uygulanmıştır. Bölgenin iklim şartları yazın sıcak ve kurak, kışın ise yağışlıdır. Arazi sahipliği büyük toprak grupları halindedir ve ağırlıklı olarak hayvancılık veya tarıma yönelik uygulamalar yer almaktadır. Prefabrik yöntemlerle yapılmış ve yerleşim analizleri yapılmayan bir alanda yerleşimler bulunmaktadır. Bu noktada yanlış arazi kullanımı, yanlış yerleşim ve havzaların sel, taşkın üretme kapasitesi temel sorun olarak dikkat çekmektedir. Ülkemizde de özellikle Doğu ve Batı Karadeniz sel havzalarında benzer sorunlar yaşanmaktadır. Uzun dönemde arazi kullanım türleri ve arazi örtüsünde ortaya çıkan olumsuz değişim, nüfus artışına bağlı dere içi yerleşmeler ve dere sisteminde yapılan yanlış uygulamalar sel ve taşkın riskini ve sayısını artırmıştır. Projenin ülkemiz açısından önemi ise sel ve taşkın tehlikesini önlemede sadece havzanın aşağı ve yerleşim bölgelerinin ele alınmamış olmasıdır. Havza bir bütün olarak ele alınmış, bazı bölgelerde yer değiştirme, bazı bölgelerde mekanik ve bitkisel önlemler, bazı bölgelerde ise karma önlemler ele alınmıştır.

5.1.6.1 Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)

Projede kullanılan model, özellikle bazı havzalarda meydana gelebilecek taşkın ve sellerin buna bağlı can ve mal kayıplarının önlenmesi açısından önemlidir. Proje örneğinde özellikle uygulanan metotlar ve uygulama yöntemleri; özetle havzanın kendine özgü karakteristiğinin ortaya konulması, durum tespiti ve öncelikli konuların belirlenmesi, kapsamlı bir analiz sonucunda artı ve eksi yönlerin ortaya konulması ile planların ve izleme sisteminin gerek idari gerekse de ekonomik yönden nasıl yapılması gerektiği gibi önemli unsurları ortaya koymaktadır. Türkiye’de benzer modellerin uygulanması için özel teşebbüsler, belediyeler, üst karar vericiler, STK’lar ve halkın katılımı yönünde mevcuttan daha da ileride bir yapı oluşturulmalıdır. Kullanılan modelin en önemli yönü ise sorunun sadece görüldüğü yerde çözümlenmeye çalışılmamasıdır. Kısaca sorunun başlangıcından bitiş noktasına kadar yani havzanın en üst noktasından en alt noktasına kadar her aşamasında ele alınarak giderilmeye çalışılmıştır. Özellikle son dönemde sayısı, zararı ve sıklığı artan sel ve taşkın olayları açısından dikkate alınması gerekmektedir.

5.1.7 Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu

Projede kullanılan veriler genel özellikleriyle coğrafi nitelik taşıyan bir yapıya sahiptir. Bölgeden elde edilen bilgiler belirli bir veritabanı içerisinde tutulmakta ve güncellenmektedir. Bölgenin özellikleri toplanan veriler veya veriye yaklaşımlar kimi zaman ülkemizin veriye yaklaşımından farklı kimi zaman da benzer özellikler göstermektedir. Su kalitesi bilgileri yine ülkemize benzer bir şekilde su kaynakları üzerinde yapılan ölçümler sonucunda elde edilmektedir. Havzaların belirlenmesinde sorunun niteliği önem taşımaktadır. Kullanılan model dikkate alındığında havza büyüklüğü ve sorunlarda önceliklendirme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kısa - orta - uzun vadeli planlar ve programlar geliştirilmiştir.

Sulak alan verileri, tarım alanları, tarihi koruma alanları, tehlike altındaki türlerin tespiti ve izlenmesi, yaban hayatı koruma sahaları ve sucul türlerin izlenmesi gibi veriler yine ülkemizde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte kapsam ve izleme sıklığı açısından farklılıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte temelde veri kapsamı açısından herhangi bir uygunsuzluk olmamakla birlikte verilerin detaylandırılması ve yorumlanması süreçlerinde farklılıklar görülmektedir.

5.1.8 Uygulanan Mevzuatlar

Proje kapsamında mevzuatlar incelendiğinde ülkenin idari yapısı özelinde bölgesel ve ülkesel mevzuatlar ele alınmış ve yasal kapsam ülkede yer alan canlı ve cansız varlıkların korunmasına yönelik kapsamda değerlendirilmiştir. Proje çerçevesinde uygulanan yönetmelikler aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir. Havza kapsamında uygulanan mevzuatlar konular bazında verilmiştir [Ref 38].

- Ulusal Çevre Politikası,
- Çevresel Ögelerin Korunması yasa ve/veya yönetmelikler,
- Havza Koruma ve Taşkın Önleme yasa ve/veya yönetmelikler,
- Küçük Havzaların Yönetimi yasa ve/veya yönetmelikler,
- Kültürel ve Tarihi Ögelerin Korunması yasa ve/veya yönetmelikler,
- Arkeolojik Alanların Korunması yasa ve/veya yönetmelikler,
- Arazi Kullanım Kararları ve/veya Rehabilitasyon kapsamında yasa ve yönetmelikler,
- Balık ve Yaban Hayatı koruma yasa ve/veya yönetmelikler,
- Su Kalitesi, Su Temini ve Tarımda Su Kullanım yasa ve/veya yönetmelikler,
- Millî Parklar yasa ve/ya yönetmelikler,
- Tarım Alanlarının Korunması ve Geliştirilmesi yasa ve/veya yönetmelikler,
- Ormanların Korunması ve Geliştirilmesi yasa ve/veya yönetmelikler,
- Bölgesel Koruma ve Geliştirme yasa ve/veya yönetmelikler,
- Turizm ve Rekreasyon Alanlarının yönetimi yasa ve/veya yönetmelikler,
- Ulaşım Planlaması yasa ve/veya yönetmeliklerdir.

**5.1.9 Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk**

Proje kapsamında öncelikle mevcutta bulunan yapıların arazide doğrudan analiz edilmesi sonrasında veri elde etme çalışmaları yapılmıştır. Mevcutta bulunan taşkın önleme baraj ve yapılarının özellikleri mühendislik çalışmaları yardımıyla belirlenmiştir. Bunun yanında erozyonun değerlendirilmesi amacıyla sedimantasyon verileri ise doğrudan belirli zaman dilimleri içerisinde ölçümler yoluyla elde edilmektedir. Dolayısıyla ülkemizde de bu çalışmalar gerçekleştirilmekte ve sedimantasyon ölçümleri yapılabilmektedir. Bunların yanında diğer verilerin elde edilmesi yöntemleri yine arazi tespitleri ve bilgisayar yazılım araçlarıyla yapılabilmekte ve bu bilgiler veritabanında tutularak paylaşılabilir.

5.2 TUNA NEHRİ HAVZASI YÖNETİMİ²

5.2.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Tuna Nehri Havzası 801.463 km²'lik bir alanda yer almakta ve Kıta Avrupası'nın yüzde 10'unu kapsamaktadır. Havza dünyanın uluslararası nitelik taşıyan en önemli nehri ve 19 ülkenin topraklarından geçen bir özelliğe sahiptir ve yaklaşık 83 milyon insan bu alan içerisinde yaşamaktadır. Tuna Nehri özellikle çevresel, ekonomik, tarihi ve sosyal yönlerden özel nitelikler taşımaktadır ancak bu özellikler tarımsal, sanayi ve yerleşimlerden kaynaklanan kirliliklerden dolayı tehdit altındadır. Tuna Nehri özellikle içme ve kullanma suyu, sanayi amaçlı su kullanımı, tarımsal amaçlı su kullanımı, hidroelektrik enerji üretimi, taşımacılık, turizm ve rekreasyon, katı ve sıvı atık depolama ve balıkçılık için önemlidir. Tuna Nehri 3 bölge halinde ele alınmakta ve üst bölümler Almanya ve Slovakya bölgesini, orta bölümler Sırbistan - Romanya bölgesi ve çevresini, alt bölgeler ise Romanya'nın alt bölgeleri ve Bulgaristan bölgesini kapsamaktadır [Ref 40], [Ref 41], [Ref 42], [Ref 43].



Şekil 26. Tuna Havzası Sınırları

Tuna Nehri ve havzasının korunması ve izlenmesi amacıyla havza içerisinde yer alan 14 ülke ve Avrupa Birliği ile birlikte Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu - UTKK (The International Commission for the Protection of the Danube River - ICPDR) kurulmuştur. Bu komisyon nehir havzalarının yönetimi açısından Avrupa'da yer alan en aktif organizasyon olarak kabul edilmektedir. Komisyon sadece nehir özelinde değil havzanın bütününde çalışmalar yapmakta ve havzayı bir bütün olarak ele almaktadır.

² Raporda yer alan bu örnek proje Eren CON ve Özgür MUTLU tarafından hazırlanmıştır.

Tuna Havzası'nın yönetim ve izleme çalışmalarının amacı, su çerçeve direktifleri üst çatısı altında, havzanın sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, suların ortak devletler tarafından eşit kullanılması, içme suyu kaynaklarının korunması, sanayi ve yerleşimlerden gelen kirliliklerin azaltılması, havzada meydana gelebilecek taşkın ve sel olaylarının önüne geçilmesi, bölgede yaşayan bitki ve hayvan türlerinin korunması ve tarihi ve kültürel öğelerin korunması olarak özetlenebilir.

Tuna Havzası Projesi'nin hedefleri ise aşağıda açıklanmıştır:

- Gelecek nesillere de fayda sağlayacak su kaynaklarının korunması,
- Doğal yöntemlerle sudaki kirlilik miktarlarının düşürülmesi,
- Toksik kimyasalların risklerinin azaltılması,
- Sağlıklı ve dengeli nehir sisteminin kurulması,
- Taşkın ve seller sonucunda can ve mal kayıplarının engellenmesi.

Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için havzanın izlenmesi, izlenecek parametrelerin raporlanması ve bu kapsamda da sürekli bir veri akışının sağlanması gerekli görülmüştür. Tüm bu çerçeve UTNKK yönetiminde ve denetiminde sürdürülmektedir.

5.2.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Tuna Nehri Havzası, yukarıda da bahsedildiği üzere birçok ülkeyi etkileyebilecek ve bu ülkelerin yarar sağladığı bir yapıdadır. Havzanın bir bölümünde meydana gelebilecek bir olay havzanın diğer kısımlarını da doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda, bu havzanın yönetilebilmesi amacıyla bölgenin havzayı etkileyebileceği unsurları belirlenerek bunlar üzerine politikalar geliştirilmiştir. Bu değerlendirmeler çerçevesinde birçok tema belirlenmiş ve havzanın mevcut durumunun korunması ve daha iyi bir yapıya kavuşması için sorumluluklar ortaya konulmuştur.

Tuna Nehir Havzası'nda projede yer alacak bileşenler aşağıda verilen temalar altında incelenmiştir.

- Tarım
- Kuraklık
- Taşkınlar
- İnsan Etkisi
- Ekosistem
- Doğa Koruma
- Bitki ve Hayvan Türleri
- Su Kalitesi ve Su Kirliliği
- Sulak Alanlar
- Barajlar ve Yapılar
- Yer Altı Suyu
- Sanayi
- Belediyeler
- Nehir Taşımacılığı

Tarım teması altında, tarım alanlarında gübre ve ilaç kullanımına bağlı olarak nehir suları veya yer altı sularının kirlenmesi değerlendirilmiştir. Bunun yanında hayvan yetiştiriciliği sonucunda hayvansal atıkların sulara karışması ve tarımsal sanayi de kirliliğin oluşmasında diğer etkenler olarak öne çıkmakta ve bu etkenler konumu belirlenebilir (point-source) olarak nitelendirilebilmektedir. Bu sorunların en önemli sebeplerinin yanlış tarım uygulama metotları olduğu tespit edilmiştir. Bunlar, sulak alanların tarımsal alanlara çevrilmesi, gübre çeşit ve kullanım kotasının olmaması ve çiftçilerin yeterli seviyede eğitilmiş olmamasıyla bağdaştırılmaktadır. Bunun yanında erozyonla birlikte kirliliğe neden olan maddelerin taşınması da bir diğer etken olarak sunulmaktadır.

Kuraklık teması altında ise Tuna Havzası'nın ekonomik, ekolojik ve insan sağlığı açısından etkilerinin neler olduğu, bunların nelere bağlı olarak değişeceği belirtilmiştir. Kuraklığın sebeplerinin meteorolojik, fiziksel ve insan faktörleri değerlendirilerek ortaya konulmuştur. Bu sebepler meteorolojik olarak yağış miktarı ve sıklığı, sıcaklıktaki değişimler ve buharlaşma, fiziksel olarak ise arazi kullanımında alınan kararların su kaynaklarını zayıflatması ve en önemlisi de mevcut su taleplerinin (kullanma suyu, tarımsal sulama, vb.) beklenenin üzerinde olmasıdır.

Taşkınlar teması altında, havzanın genellikle alt bölgelerinde meydana gelen, hasar, sağlık sorunları ve can-mal kaybına neden olan olaylar değerlendirilmiştir. Taşkın alanlarında yapılan yerleşimlerin ve mevcut derelerin doğal yataklarının değiştirilmesi bu duruma sebep olmuştur. Tuna Havzası'nda geleceğe yönelik olarak taşkınların artacağı ve bu kapsamda geçmişteki taşkın olaylarının incelenerek geleceğe yönelik tahminlerin yapılması gerekliliği belirtilmiştir. Tuna Havzası'nda 1998 - 2000 yılları arasında 100 ciddi taşkın olmuş ve bunun sonucunda da 700 kişi hayatını kaybetmiş, 25 milyar dolarlık maddi kayıp yaşanmıştır. Bunun yanında taşkın sonucunda 1 milyon kilometrekare toprak kaybı gözlemlenmiştir.

İnsan Etkisi teması altında, insan etkisi sonucunda bölgedeki su kalitesi ve miktarının azalması, bunun sebebinin ağırlıklı olarak sulama, sanayi, balıkçılık ve turizm olduğu belirlenmiştir. Tarımsal kirlilik, toksik ve tehlikeli atıklar havzayı etkileyen diğer unsurlar olarak sunulmuş ve bunların kazalar, taşkınlar, ormansızlaşma ve taşımacılık sebebiyle oluştuğuna değinilmiştir.

Ekosistem teması altında, özellikle sucul ekosistemler üzerinde meydana gelen baskılar ve tehditler ele alınmıştır. Bölgeye ait olmayan türlerin bölgeyi istila etmesi kapsamında değerlendirme yapılmıştır. Uluslararası nitelik taşıması sebebiyle birçok kanal ve su yolu doğrudan Tuna Nehri'ne bağlanmakta ve bu durumda bir bölgede meydana gelen değişimler sonucunda değişen ekosistem yapısı da havzadaki sucul ekosistemi doğrudan etkilemektedir.

Doğa Koruma teması altında, havzadaki ekolojik değerlerin korunması ve gelecek için önlemlerin alınmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla havza içerisinde doğal niteliği korunacak alanlar belirlenmiştir (resmi olarak 250 adet) ve bir ağ üzerinden izleme çalışması yapılmaktadır. Bu bağlamda sistemin sağlıklı işleyebilmesi amacıyla her ülke kendi özellikleri doğrultusunda ve genel kurallara bağlı bir şekilde doğa koruma alanlarında gerekli önlemleri almaktadır.

Bitki ve Hayvan Türleri teması altında, insan etkileriyle sulara meydana gelebilecek nehir profillerindeki değişim, derinlik ve akış hızı değişimlerinin meydana getirdiği zararlar değerlendirilmiştir. Bunun yanında havza kıta Avrupası için önemli bir sığınma alanı olarak nitelendirilmiş ve özellikle doğal balık türlerinin korunması açısından su kalitesinin gerekliliği önemli bir unsur olarak belirlenmiştir.

Su Kalitesi ve Su Kirliliği teması altında, havzanın yukarıda bahsedilen kaynaklar nedeniyle nehir sularının kirlenmesinin önlenmesini amaçlanmaktadır. Su kalitesi özellikle askıda kalan materyaller, organik kirlilik, organik pestisitler, ağır metal yoğunlaşmaları, amonyum ve nitrat yoğunlaşmaları, fosfor, alkalilik ve iletkenlik değerleri kapsamında değerlendirilmiştir. Bunun yanında Tuna Nehri'nin bir önemli özelliği de belirli bölgelere su temini sağlamasıdır; dolayısıyla hem havza hem de insan sağlığı açısından su kalitesi önemli bir unsurdur.

Sulak Alanlar teması altında, bu alanların hem mevcut doğal yapıları hem de diğer canlılar için yaşam alanı sağlaması doğrultusunda değerlendirilmiştir. Değerlendirme çalışmaları sonucunda mevcut sulak alanların %80'inin kaybolduğu tespit edilmiş ve dolayısıyla bu alanların korunması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu korumanın gerçekleştirilmesi amacıyla erozyon, kirlilik, **aşırı ağaçlandırma**, avlanma, aşırı rekreatif alan kullanımları, tarım ve taşımacılık faaliyetlerinin kontrol altında tutulması gerekliliği bulunmaktadır.

Barajlar ve Yapılar teması altında, havza içerisindeki yapıların taşkın önleme, hidroelektrik üretimi ve taşımacılık amacıyla kullanıldığı ve bunların havza içerisindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu yapıların inşası sonrasında ve üzerindeki faaliyetler sonucunda nehirlerin derinlikleri, genişlikler, akış rejimleri, sediman taşınımı ve doğal balık göç rotaları etkilenmektedir. Bölge ülkelerinden Romanya yıllık elektrik gereksiniminin %30'unu, Avusturya da yıllık üretiminin %60'ını Tuna Havzası üzerindeki elektrik santrallerinden sağlamaktadır.

Yer altı suyu teması altında, bölgenin en önemli su teminini sağlayan ögesi olan yer altı suları ve bunlar için alınması gerekli önlemler değerlendirilmiştir. Yer altı sularının kirlenmesine neden olan faktörler; belediye atıklarının depolanması ve bertaraf edilmesinin yetersizliği, sanayi alanlarından kaynaklı kirli su arıtmalarının yetersiz olması, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin kontrol altında tutulmaması olarak özetlenebilmektedir. Bunun yanında İçme Suyu Direktifleri, Bitki Ürünleri Koruma Direktifi, Habitat Direktifi ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifleri bağlamında önlemler alınmıştır.

Sanayi Teması altında ise havzada yer alan sanayi alanları, bunların havzaya karşı etkileri incelenmiştir. Bu sanayi tesisleri özellikle kimyasal, besin ve kâğıt endüstrisi olarak belirlenmiştir. Yukarıda da bahsedildiği üzere bu alanlardan gelen ağır metaller ve organik kirleticiler havzayı ve bölgede yaşayan insanları doğrudan tehdit etmektedir. Bununla birlikte bu alanlarda meydana gelen kirliliğin sebepleri eski teknolojilerin ve zararlı ürünlerin kullanılması ve atık suların arıtılmadan doğrudan kanalizasyon hatlarına bağlanmasıdır.

Belediyeler teması altında, yerleşimlerden kaynaklı atık suların arıtma işlemleri yapmadan Tuna Nehri'ne deşarj edilmesi değerlendirilmiştir. Tuna Havzası'nda belediyeler %60 oranında atık su üretmekte ve bunlar sulardaki ekosistemi bozmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi amacıyla yeni kanalizasyon sistemlerinin kurulması ve/veya

mevcutların yenilenmesi, arıtma tesislerinde kirlilik yaratan maddelerin arıtılması ve bunun yanında yine çiftliklerden kaynaklı kirliliğin azaltılması çalışmaları yapılmaktadır.

Nehir Taşımacılığı teması altında, Tuna Havzası'nın önemli bir taşımacılık ağına sahip olduğu ve bu niteliğinin havza açısından değerlendirmeleri yer almaktadır. Tuna üzerinde taşımacılık 2.411 km boyunca yapılmakta ve nehirde 78 liman bulunmaktadır. Havza için baskılar doğal nehir yapısının değiştirilmesi, nehir akış hızının değiştirilmesi, balık göçlerinin engellenmesi, mühendislik yöntemleriyle kanalların sedimandan temizlenmesi ve balık yetiştiriciliğinden kaynaklı kirlilikler olarak özetlenmektedir.

5.2.3 Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler

Yukarıda belirtilen temalar havza içerisinde meydana gelmiş veya gelecekte oluşması muhtemel sorunlara yönelik yaklaşımlardan oluşmaktadır. Tuna Havzası'nda genel planlama, izleme ve kontrol politikalarının yanı sıra kendine özgü ve önem derecesi yüksek olan veri temaları için de farklı yaklaşımlar sunulmaktadır. Planlama ve izleme çalışmalarında kullanılan veriler, modeller, sistemler belirlenen temalar çerçevesinde değerlendirilmiş ve izleme sistemi çerçevesinde veriler için kabul edilen belirli direktifler doğrultusunda veritabanları oluşturulmuştur.

Tablo 9. Tuna Havza Yönetiminde Kullanılan Sistem, Yöntem ve Model Özellikleri

Sistemler & Yöntemler & Modeller	İşlevi
Acil Kaza Uyarı Sistemi	Su Kirliliğinin Önlenmesi
Taşkın Erken Uyarı Sistemi	Taşkınların Önlenmesi
Taşkın İzleme Ağı	Taşkınların İzlenmesi
Ülkeler Arası İzleme Ağı	Su Kalitesinin İzlenmesi
Kentsel Atık Su İzleme Ağı	Atık Su Verilerinin Takibi
Çevre İzleme Ağı	Çevresel Verilere Erişim
LISFLOOD Modeli	Kuraklık ve Taşkın Simülasyonları
Ortak Tuna Anketi	Saha Ölçümleri
İklim Uyumluluğu Projeleri	İklim Değişikliklerinin İncelenmesi
Taşkın Eylem Planları	Taşkınların Yönetilmesi

Tablo 10. Tuna Havza Yönetiminin Veri Kapsamı

Veriler ve Veritabanları	
Su Kalitesi Veritabanı	Tarım Alanları
Projeler Veritabanı	Madencilik Alanları
Taşkın Veritabanı	Atmosferik Tortular
Nehir Kazaları Veritabanı	Yüzey Suları
Atık Su Arıtma Veritabanı	Hidromorfoloji
Havza Koruma	Sulak Alanlar
Havza Sınırları	Tarihi Koruma Alanları

Veriler ve Veritabanları	
Arazi Kullanımı	Sit Alanları
Corine Arazi Örtüsü	İklim
Natura 2000 Alanları	Topoğrafya
Milli Park Alanları	Taşımacılık İstatistikleri
Sanayi Alanları	Atık Su Verileri ve İstatistikleri

Acil Kaza Uyarı Sistemi, Tuna Nehri'nde tehlikeli maddelerin belirlenen seviyelere gelmesi veya bu seviyeleri geçmesi durumlarına karşı uluslararası bir izleme ağı kurulmasına yönelik çalışmayı kapsamaktadır. Havzanın alt bölgelerinde yer alan yerleşimlere mesaj yoluyla bildirim yapılmakta ve bu sayede gerek çevresel güvenlik gerekse de halkın güvenliği sağlanmış olmaktadır. Bu sistemin aktif çalışabilmesi amacıyla, her ülkeden 24 saat işleyen bir iletişim birimi kurması ve bunları mesajlarla takip etmesi, uzman birimler sayesinde muhtemel tehlikelerin tespit edilmesi ve değerlendirilmesi ve karar veren bir birim ile birlikte bir karar mekanizması oluşturularak acil durumlarda hangi kararların alınacağı ile ilgili birimlerin kurulması istenmektedir. 1997 - 2003 yılları arasında kayıt altına alınan 35 adet kaza tespit edilmiştir. 2006 yılında yaşanan kazalara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

Tablo 11. Tuna Havzasında Meydana Gelen Kaza Örnekleri

Etkilenen Bölge ve Kaza Tarihleri	Kirletici
Avusturya - 14.01.2006	Madeni Yağ
Avusturya - 03.03.2006	Madeni Yağ
Sırbistan - 03.04.2006	Madeni Yağ
Sırbistan - 17.06.2006	Atrazine
Slovakya - 28.06.2006	Madeni Yağ
Sırbistan - 02.10.2006	Madeni Yağ
Bulgaristan - 07.12.2006	Madeni Yağ
Bulgaristan - 22.12.2006	Madeni Yağ

Taşkın Eylem Planları ve Taşkın Erken Uyarı Sistemi, sürdürülebilir taşkın önleme programının ortaya konulması ve izlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiş bir sistemler bütünüdür. Sistem dâhilindeki amaçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Sel tahmini ve taşkın erken uyarı sistemi geliştirilmesi,
- Alt havza özelinde sel eylem planları arasındaki hazırlık ve koordinasyon desteğinin sağlanması,
- Uzman bilgi alışverişi için forumların oluşturulması,
- Sel riskinin ve eğilimlerinin ölçülmesine yönelik ortak bir yaklaşımın benimsenmesi.



Şekil 27. Web Tabanlı Taşkın İzleme Ara Yüzü



Şekil 28. Taşkın Riski Taşıyan Alanlar

Ülkeler Arası İzleme Ağı, Tuna Nehri'nin korunması ve izlenmesi amacıyla kurulmuş bir gözlem ağını tanımlamaktadır. Bu kapsamda kirliliklerin uzun zamanlı olarak izlenmesi, bununla birlikte kirliliğe neden olabilecek kaynaklara karşı politikaların üretilmesi gerekmektedir. İzleme ağı genel amaçları olarak:

- Nehirlerde su kalitesi ile ilgili izleme ve değerlendirme yöntemlerinin bütünleştirilmesi,
- Sabit veya mobil ölçüm cihazları kullanılarak, ortak veri izleme sistemleri ve veri işleme çalışmaları yapılması,
- Su toplama havzalarında akış hızları, su kalitesi, sediman gözlemleri ve nehir ekosistemleri özelinde çalışmaların sürdürülmesi olarak sıralanabilir.

Danube River Basin Water Quality Database

Stations

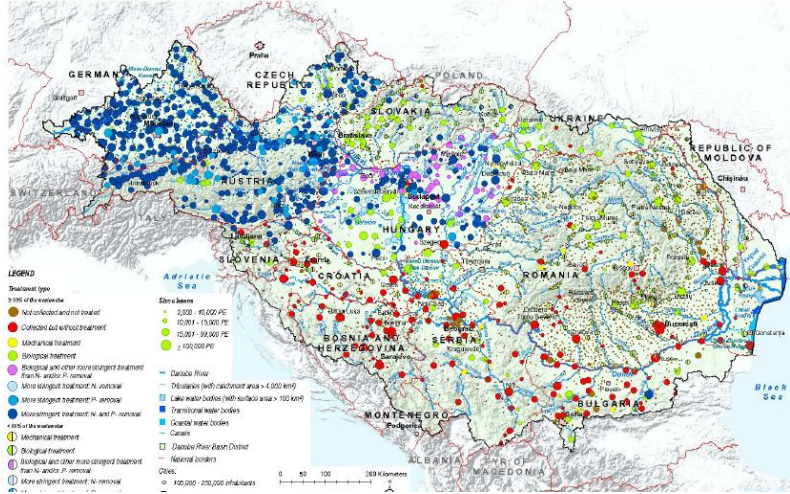
Parameters

	Location	Data source	Code	Points	Countries	River	River-km
1	Titel, Danubian confluence	ITR	ITR01	LM	RS	/Tisa	2.0
2	Bega Navigable Canal	ITR	ITR02	M	RS	/Tisa/Bega	3.0
3	Novi Becej	ITR	ITR03	M	RS	/Tisa	66.0
4	Novi Knezevac	ITR	ITR04	M,R	RS	/Tisa	147.0
5	Szeged, old city bridge	ITR	ITR05	M	HU,RS	/Tisa	174.0
6	Maros, Makó	ITR	ITR06	M	HU	/Tisa/Maros	172.0
7	Mindszent	ITR	ITR07	M	HU	/Tisa	216.0
8	Hármas-Körös, Kunszentmárton	ITR	ITR08	M	HU	/Tisa/Hármas-Körös	234.0
9	Tiszaug, hid	ITR	ITR09	M	HU	/Tisa	266.0
10	Szolnok	ITR	ITR10	M	HU	/Tisa	334.0
11	Zagyva, Újszász	ITR	ITR11	M	HU	/Tisa/Zagyva	335.6
12	Kisköre	ITR	ITR12	M	HU	/Tisa	404.0
13	Aranyszi-sziget (Kisköre Reservoir)	ITR	ITR13	M	HU	/Tisa	419.0
14	Tiszafüred-Poroszló	ITR	ITR14	M	HU	/Tisa	431.0
15	Tiszacsöge	ITR	ITR15	M	HU	/Tisa	453.0
16	Polgár	ITR	ITR16	M	HU	/Tisa	498.0
17	Sajó, Keszytlen	ITR	ITR17	M	HU	/Tisa/Sajó	492.0
18	Rakamaz-Tokaj	ITR	ITR18	M	HU	/Tisa	544.0
19	Bodrog, Bodrogkeresztúr	ITR	ITR19	M	HU	/Tisa/Bodrog	544.0
20	Tiszaherefalva	ITR	ITR20	M	HU	/Tisa	599.0

Şekil 29. Ülkeler Arası İzleme Ağı Ara Yüzü

Ortak Tuna Anketlerinin amacı, izleme ağıyla takip edilemeyen bilgilerin toplanması, havzanın belirli bölgelerinde kendine ait yaşam alanları bulunan türler hakkında bilgiler toplamak, Tuna Nehri'nde su kalitesinin artırılması, koruma ve yenilenme için farkındalığın artırılmasıdır. Bu çalışma sonucunda havza planlarının revize edilmesinin kolaylaşması, biyolojik nitelikler için örnekleme metodlarının birlikteliğinin sağlanması, nehir hidromorfolojisi ile nehir biyoçeşitliliğinin ilişkisinin kurulması, özel türlerin tespit edilmesi (zooplankton, mikrobiyal türler, vb.) sağlanmakta ve mevcut planların testleri yapılmaktadır.

Kentsel Atık Su İzleme Ağı kapsamında havza içerisinde yer alan ülkelerin yerleşimlerden kaynaklı atık su arıtma kapasiteleri belirlenmiştir. Bilgiler sürekli güncel veriler ile beslenerek yaşatılmaktadır. Şekil 30'da kırmızı alanlar atık su toplamının olduğu ancak arıtmanın olmadığı yerleri, mavi noktalar ise hem toplama hem de arıtmanın yapıldığı yerleri belirtmektedir.



Şekil 30. Kentsel Atık Su Ağı Mevcut Durum

Tuna Havzası'nda kuraklığın izlenmesi belirli göstergeler çerçevesinde belirlemiş ve su stresinin mevcut bitki türleri üzerindeki ve tarım alanlarındaki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmalar yürütülürken Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı hidrolojik yağış, akış ve su yönlendirme simülasyonları yapabilen LISFLOOD modeli kullanılmıştır. Kullanılan bu modelde havzalarda meydana gelen taşkın olayları simüle edilmiş ve taşkınların arazi kullanımı üzerindeki etkileri, toprak özelliklerinin mekânsal olarak değişimleri, yağışların mekânsal değişimleri ve iklimsel değişimler birlikte değerlendirilmiştir.

Bu modelle birlikte yağışların bitki örtüsü tarafından toprağa geçişinin önlenmesi, sularda buharlaşma, dentritik drenajları, toplam kar miktarları ve kar erimeleri, toprak yüzeyinden doğrudan buharlaşma miktarları, bitkiler tarafından su alımı, suyun topraktan süzülmesi ve gözeneklerden akışı, yüzey su akışı, yerçekimi güdümlü düşey akım, hızlı ve yavaş yer altı suyu akışı, kinematik dalgaların kullanılması ile kanal yönlendirmeleri simülasyonları yapılabilmektedir.

Sanayi alanlarının ve sanayiden kaynaklı kirliliklerin yönetilmesi amacıyla en iyi tekniklerin uygulanması için bir yol haritası ortaya konulmuştur. Öncelikle Çevresel Yönetim Sistemleri'nin çalışması ve bu kapsamda belirlenen rapor formatları dâhilinde sunulması gerekliliği, atık suların deşarjlarının yönetilebilmesi amacıyla bir kılavuzun hazırlanması, kimyasal madde, besin ve kâğıt üretimi amaçlı sanayi tesislerinden kaynaklı kirlilik ile ilgili yaptırımların etkin şekilde uygulanması benimsenmiştir.

5.2.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tuna Nehir Havzası Yönetimi, birçok ülke katılımıyla gerçekleşen ve bir noktada gerçekleşen olayların veya etkilerin bütün havzayı etkilediği kabulünü temel alan bir düşünce çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Havza temelde üç bölüm halinde ele alınmış ve özellikle havzanın üst bölgelerinde meydana gelebilecek olayların havzanın alt bölgelerini nasıl etkileyeceği değerlendirilmiştir. Özellikle Tuna Nehri'nin kirleticilerden korunmasına yönelik tedbirler alınmış ve bu konularda izleme çalışmaları doğrudan ölçüm yöntemleriyle, teknolojik yöntemlerle ve doğrudan gözlemlerle çalışmalar yürütülmüştür.

Havzanın sürdürülebilir bir çerçevede yönetilmesi amacıyla, öncelikle havzayı etkileyen faktörler belirlenmiş ve bunlara yönelik alınacak önlemlerin çerçevesi ortaya konulmuştur. Belirlenen bu çerçevede izleme değerlendirme çalışmaları yürütülmüş, alınan sonuçlar çerçevesinde de belirli revizyon çalışmaları yapılmıştır. Bunun yanında planlama çalışmalarında özellikle geleceğe yönelik hedefler ortaya konulmuş ve izleme çalışmalarıyla birlikte bu süreçler takip edilmiştir.

Tuna Nehri'nin sağlıklı bir şekilde yönetilmesi ve izlenebilmesi amacıyla, nehri ve havzayı doğrudan etkileyen faktörler belirli temalar altında incelenmiştir. Her bir konunun bir diğerini etkilediği de göz önünde bulundurularak her konu ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bu konularla ilgili politikalar üretilmiştir. Özellikle su kalitesi çalışmaları en önemli unsur olarak ele alınmış ve su kalitesinde yaşanacak değişimlerin tüm havzayı ve havzadaki yerleşimleri etkileyeceği belirtilmiştir. Ayrıca havzanın yükselti bakımından alçak yerlerinde yaşam kaybına neden olabilecek taşkınların riskleri de bir diğer önemli unsur olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte havza içerisinde yer alan ülkeler, kendilerinin daha çok etkilenecekleri konularda daha ayrıntılı çalışmalar yürütmüşlerdir.

Havza genelinde kararların ve politikaların gerçekleşmesi amacıyla en önemli unsurun izleme sistemi olduğu vurgulanmıştır. Bu izleme sistemini belirli raporlama faaliyetleri çerçevesinde bir ağ üzerinden paylaşma imkânı sunulmuş ve komisyonda yer alan devletlerden bir izleme ve raporlama merkezi kurarak veri alışverişini sağlamaları istenmiştir. Ülkelerden belirlenen çerçevelerde veri toplama, topladıkları bu verileri paylaşma ve acil durumlarda kararlar almaları istenmiştir. Bunların hem etkin hem de açık ve şeffaf bir şekilde sağlanabilmesi amacıyla oluşturulan genel izleme ağları ülkelerin erişebileceği bir kapsamda kurgulanmıştır.

Yukarıda bahsedilen çerçevenin gerçekleştirilebilmesi amacıyla üst bir komisyon kurulmuştur (Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu - UTNKK). Havza üzerinde alınan kararlar bu komisyon tarafından yürütülmektedir. Komisyon havza ile ilgili politika üretmenin yanında özellikle havzadaki izleme ve yönetim araçlarının geliştirilmesi çalışmalarını da yürütmektedir. Özellikle, Acil Kaza Uyarı Sistemi ve Ülkeler Arası İzleme Ağı'na çok önem verilmekte ve bu konularda çalışmalar yürütülmektedir.

5.2.5 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Tuna Havzası yönetimi ve izlemesi, Kıta Avrupası'nda yer alan birçok devletin ortak bir çatı altında havzayı yönetmesi stratejisine sahiptir. Havzada yer alan devletlerin havzada yer alan ögelere karşı farklı bakış açıları bulunmaktadır. Bunun yanında her ülkenin sahip olduğu doğal özellikler, iklim veya bitki örtüsü de kimi zaman benzerlik göstermekte kimi zaman da birbirinden farklı özellikler sergilemektedir. Her ülkenin havzadan sağladığı artı değer de farklı olmaktadır. Bir ülke havzayı ağırlıklı tarımsal ve içme suyu temini amaçlı kullanırken bir diğeri enerji üretimi veya atık su deşarjı amaçlı kullanmaktadır.

Bununla birlikte Tuna Havzası'nda taşkınlar sonucunda meydana gelebilecek can, mal kayıpları ve doğal çevrenin zarar görmesi üzerine yaklaşımlar öncelikli olarak ele alınmıştır. Avrupa'da genel kabul gören Taşkınlar Direktifi kapsamında çalışmalar yürütülmüş ve bir uyarı sistemi tasarlanmıştır. Ülkemizde de benzer şekilde taşkın olayları

görülmekte ve can kayıpları yaşanmaktadır. Bu kapsamda Türkiye de Tuna Nehrin’de yapılan taşkın önleme, uyarı sistemleri ve modelleme çalışmalarını gerçekleştirecek altyapıya sahiptir.

Türkiye’de 25 adet ana nehir havzası bulunmaktadır ve bu havzalar farklı özelliklere sahip havzalardır. Bu havzaların bazısında tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu, bazısında ormancılık faaliyetlerinin etkin yapıldığı, bazısında ise elektrik üretimi yapıldığı bilinmektedir. Dolayısıyla havzalarda sektör veya tema bazında ağır basan bir kullanım bulunmaktadır. Tuna Nehri Havzası’nın genel yaklaşım yapısı Türkiye için ülke şartları dikkate alınarak ve yeniden yorumlanarak, üst politika ve strateji üretiminde, sektörlere yaklaşım ve su kalitesinin sağlanması açısından kullanılabilir.

5.2.5.1 Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)

Tuna Havzası’nda kullanılan modellerin temel yaklaşımı tehlike meydana gelmeden önce önlem alma ve tehlike anında da kararların hızlı verilmesine yöneliktir. Tuna Havzası’nda kullanılan izleme ve ağ yapısı da havza izleme için önemli bir model olarak kullanılabilir. Tuna Havzası’nda yer alan ülkelerin bir veri üretme, paylaşma ve değerlendirme merkezleri bulunmaktadır; bu çerçevede de Türkiye’nin teknolojik gereksinimler açısından veri paylaşım ağını kurması mümkündür.

Bunun yanı sıra Tuna Havzası’nda teknolojik ağ üzerinden alınan veriler, havzada yer alan gözlemciler ve anketlerle desteklenmektedir. Özel yapılara sahip (ekolojik, ekonomik, sosyal, vb.) bölgelerde arazi üzerinden takipler yapılmakta ve bu ağ yapısında elde edilen verilerin arazide test edilmesi de sağlanmaktadır.

5.2.5.2 Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu

Tuna Havzası Yönetimi ve İzleme çalışmalarında kullanılan veri yapıları incelendiğinde bu verileri genel itibarıyla mekânsal özellik taşıyan veriler oldukları görülmektedir. Havzada temel olarak Su Çerçeve Direktifi’nin tanımladığı alt havza birimleri kullanılmış, arazi örtüsü verisi olarak CORINE Arazi Örtüsü verisi, biyoçeşitlilik içinse NATURA 2000 kapsamında veriler kullanılmıştır. Bu kapsamda karşılaştırıldığında Türkiye bu verilerin bazılarını sahip durumdadır. Bazılarının ise üretilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Su kalitesi verisi su kütleleri üzerindeki yapılarda, Türkiye’ye benzer bir şekilde ölçümler yoluyla elde edilmektedir.

Bunların dışında kalan veriler, tarım alanları, madencilik alanları, yüzey suları, sulak alanlar, tarihi koruma alanları, sit alanları, iklim, topoğrafya, arazi kullanımı verileri açısından ülkemize benzerlikler göstermekte ancak bazı verilerin zaman serileri kapsamında elde edilmesinde belirli farklılıklar bulunmaktadır.

5.2.5.3 Uygulanan Mevzuatlar

Tuna Havzası’nın yönetilmesi ve izlenmesi çalışmaları kapsamında Su Çerçeve Direktifi temel alınmış ve buna bağlı diğer direktifler de veri üretimi, veri yönetimi ve planlama çalışmalarında kullanılmıştır. Uygulanan mevzuatların bir bölümü aşağıda verilmiştir.

- Su Çerçeve Direktifi
- Taşkınlar Direktifi



- İçme Suyu Direktifi
- Nitrat Direktifi
- Kentsel Atık Su Direktifi
- Katı Atık Depolama Direktifi
- Habitat Direktifi
- Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi
- Bitki Koruma Ürünleri Direktifi

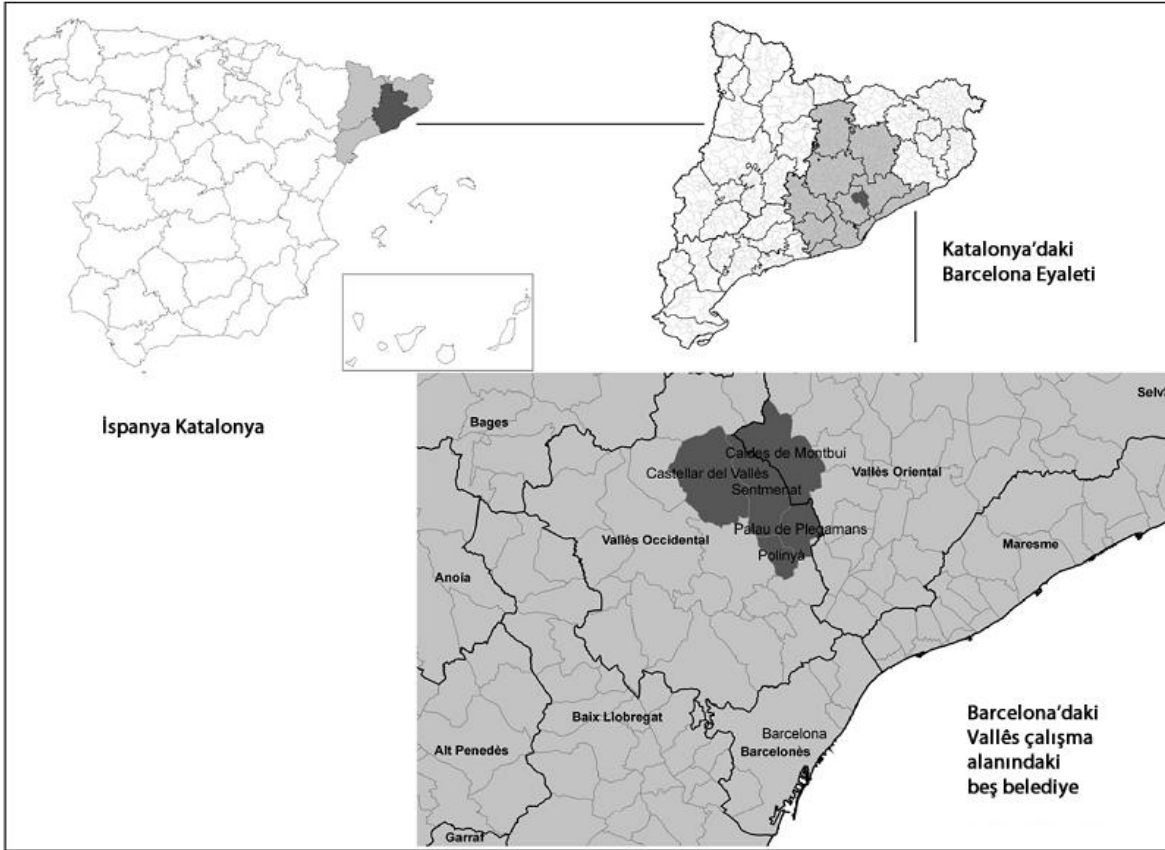
5.2.5.4 Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk

Tuna Havzası Yönetimi ve İzleme çalışmaları teknolojik açıdan yüksek bir seviyede gerçekleştirilmiştir. İzleme sisteminde yer alan acil uyarı sistemi, tehlike anında kısa mesaj tabanlı mesaj uyarı sistemine sahiptir. Bunun yanında üretilen veya toplanan verilerin depolanması, sunulması amacıyla bir veri altyapısı kurulmuştur ve bu verilerin bir bölümü web tabanlı uygulamalar dâhilinde sunulmaktadır. Diğer taraftan, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin özelliklerinden de faydalanılmış ve kuraklık modelleme çalışmalarında ve taşkın alanlarının tespitinde mekânsal özellik taşıyan sonuçlar elde edilmiştir.

5.3 VALLES KIRSALINDAKİ TOPRAKLAR VE ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİKLİKLERİ (1853-2004 CATALUNYA, İSPANYA)³

5.3.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Proje Barcelona şehrinin 25 km kuzeyindeki Valley ilçesindeki Caldes de Montbui, Castellar del Valles belediyelerini içine alan bölgede yürütülmüştür ve çalışma alanı 13.488 hektardır. Bu çalışmada Valley kırsalındaki 1850'den 2004 yılına kadar olan zaman aralığında arazi karakteristikleri ve arazi kullanımı arasındaki ilişki ve gelişim incelenmiştir. 1850 - 2004 yılları arasında nüfus ve arazi kullanım değişim süreci değerlendirilmiştir.



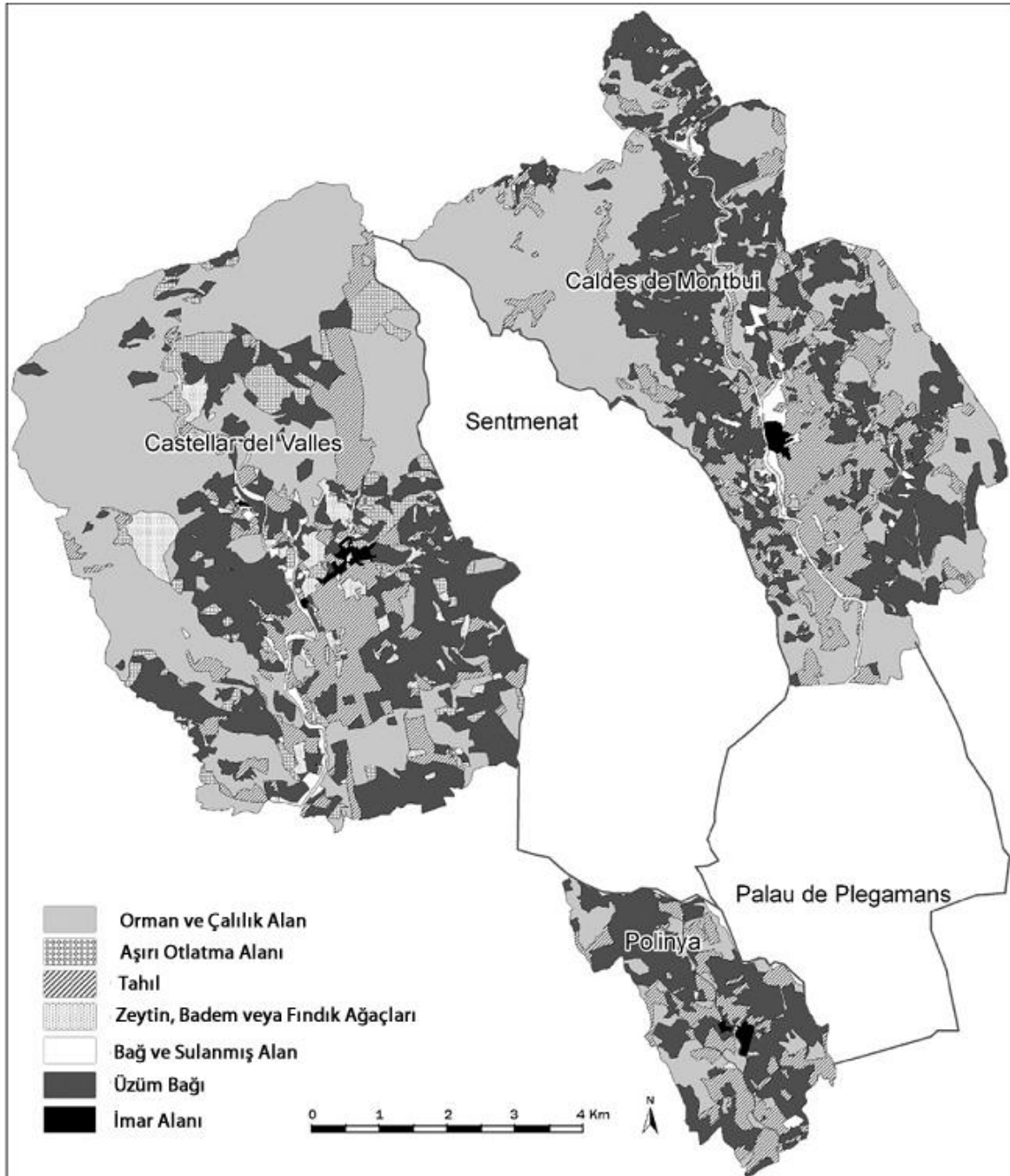
Şekil 31. Valles Çalışma Alanı

Üç köyün ve 1950'de köy olmuş Sentmenat ve Palau-solita'nın 1850'lerdeki kadastr haritaları sayısal ortamda yeniden oluşturulmuştur. 1999 için ise mevcut kadastr ve arazi kullanım haritaları ve çalışma sırasında yöre halkı ile yürütülmüş arazi anketleri ve arazi ölçümleri kullanılmıştır. 1850 ve 1999'ların farklı arazi kullanım sistemlerini

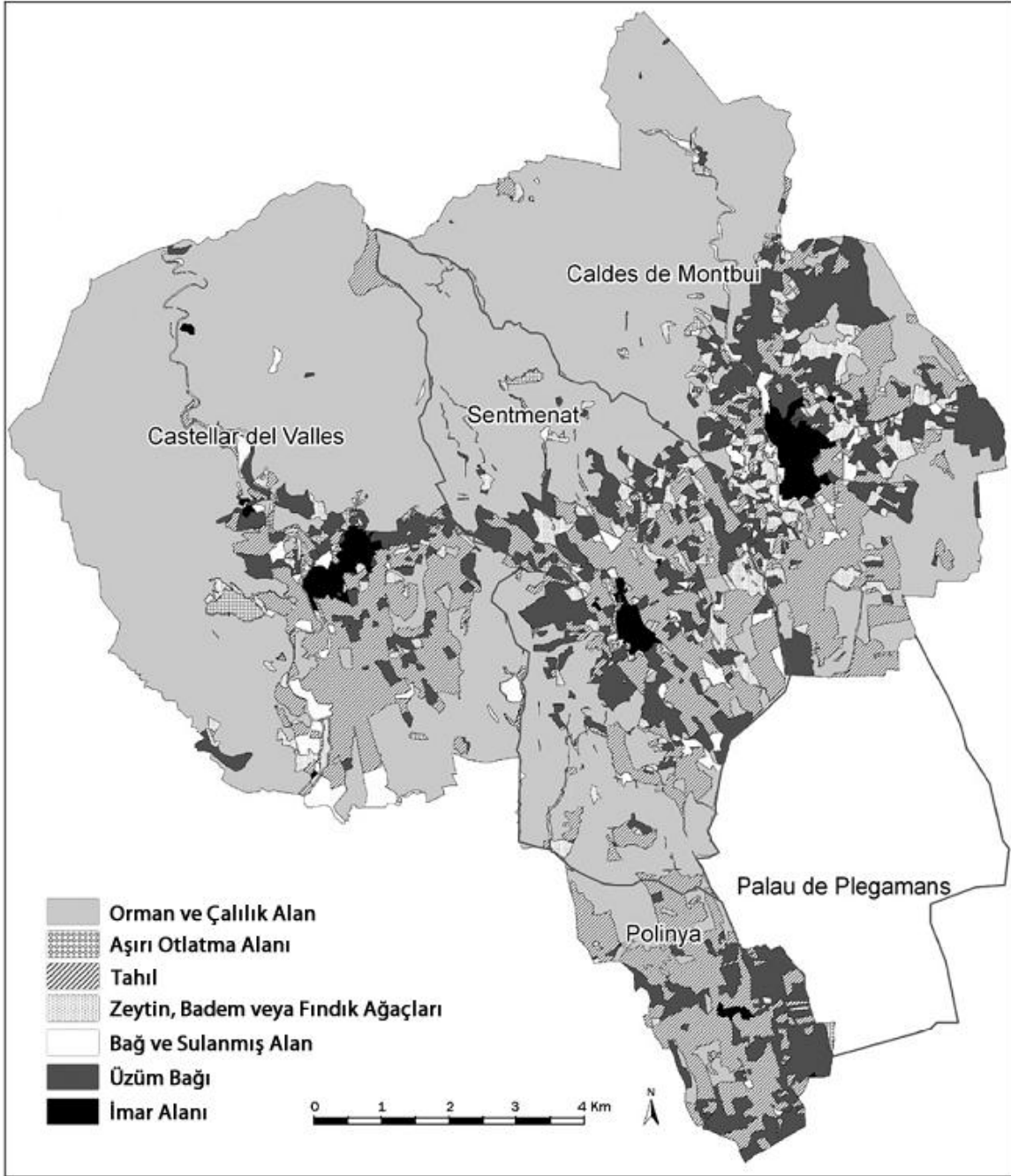
³ Raporda yer alan bu örnek proje Doç. Dr. Ceyhun GÖL ve Engin GEM tarafından hazırlanmıştır.

düşünerek arazinin değişik tarımsal kullanımlar için (tahıl, yonca, üzüm bağı, zeytin ve badem bahçeleri) uygunluğu değerlendirilmiştir.

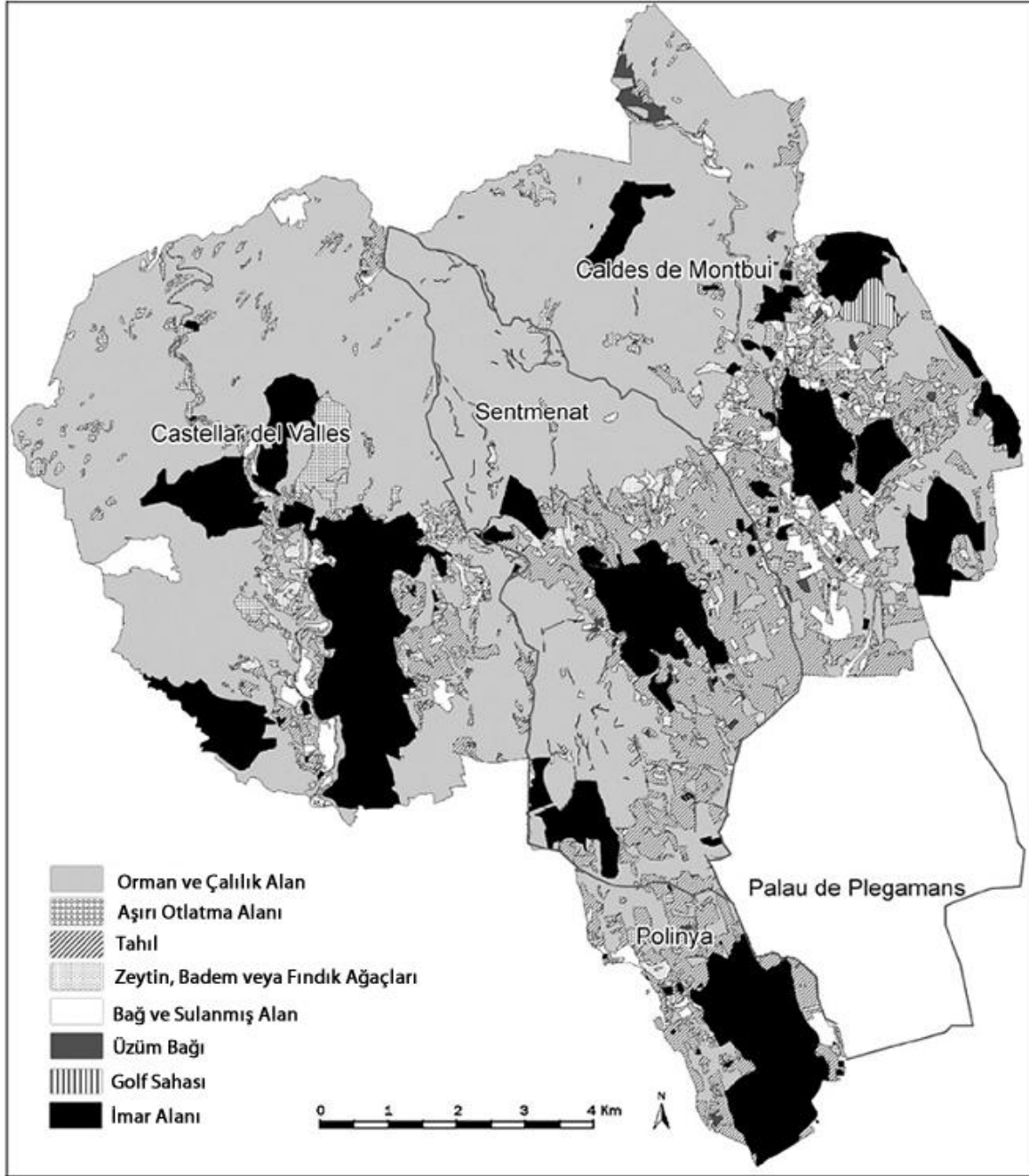
1950'de tarım için kullanılan alan toplam alanın %46'sı ve orman alanı % 29 iken, bu rakamlar 1999'da sırasıyla %28 ve % 53'e dönüşmüştür. Şehir ve sanayi alanları şu anda toplam alanın %13'ünü ve tarımsal alanın %47'sini kaplamaktadır. 1850'de Caldes köyünde tahıl arazilerinin %85'i %20'den daha az eğimliydi fakat üzüm bağlarının %30'u %30'dan daha fazla ve bazen %60 - 70'e kadar eğimliydi.



Şekil 32. Çalışma Alanı 1850 Arazi Kullanım Haritası



Şekil 33.Çalışma Alanı 1950 Arazi Kullanım Haritası



Şekil 34. Çalışma Alanı 1999 Arazi Kullanım Haritası

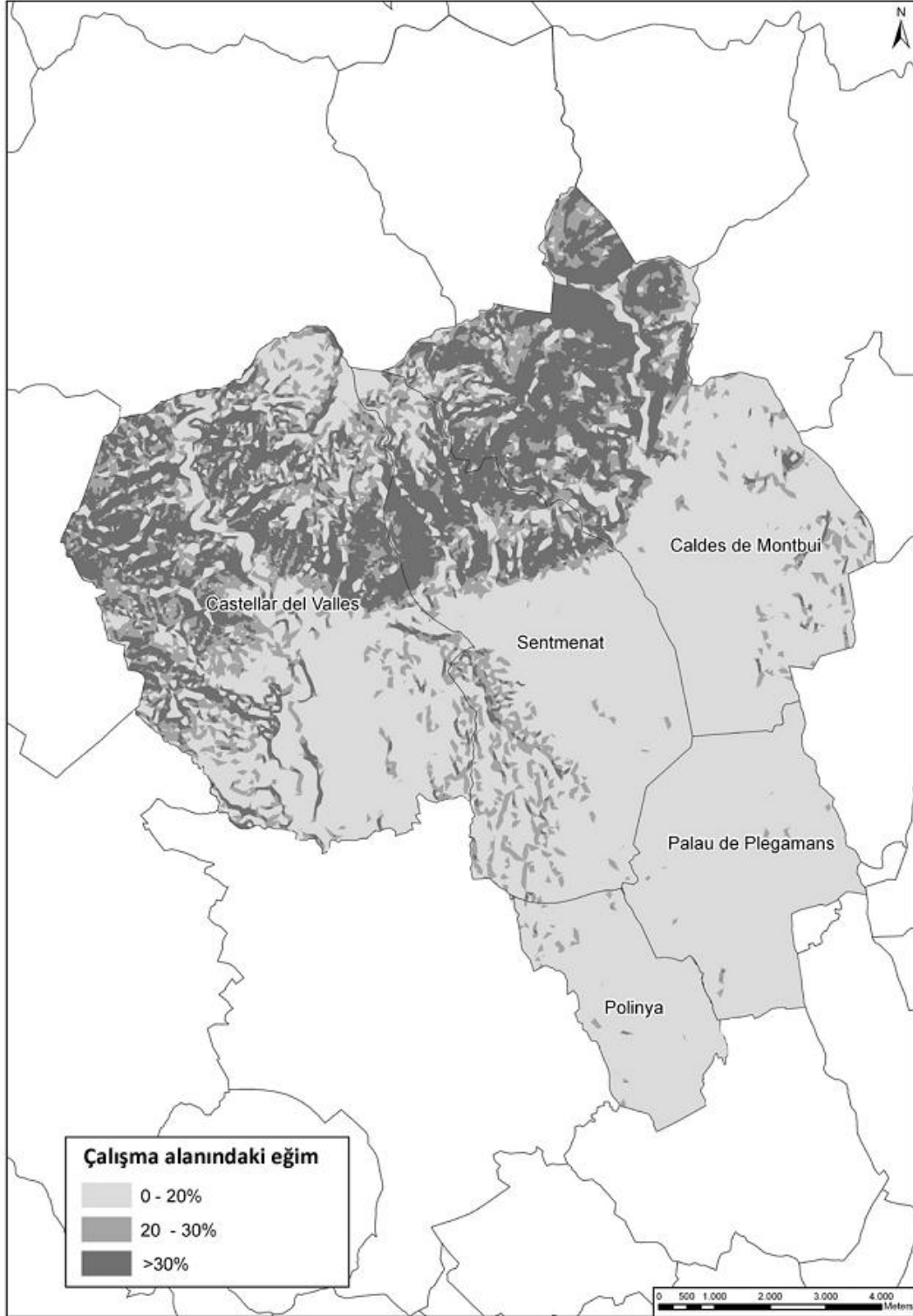
Çalışma alanının güney kısmındaki topraklar yumuşak materyallerden (dördüncül sediman, çamur taşları, arkoses) oluşmuştur ve genellikle oldukça derin, killi, iyi drenajlı ve yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Diğer taraftan kuzey kısmın toprağı dik eğimdeki sert materyallerden (kireçtaşı, dolomit, konglomera) oluşmuştur ve nispeten sığ, killi, sıklıkla taşlıdır ve düşük su tutma kapasitesine sahiptir. Şekil 35'te çalışma alanının eğim haritası gösterilmektedir.

Bu bölge için CBS yardımıyla yukarıda bahsedilen 3 belediyenin (Caldes de Montbui (1853), Castellar (1854) ve Polinya (1856)) 1/3000 - 1/5000 ölçekli 19. yy ortalarına ait kadastr haritalarıyla tarihi arazi kullanım modeli yeniden

oluşturulmuştur. Bu modellerde 1950'lerdeki (tarımın sanayileşmesinden önce) kadastro haritaları ve 5 belediyenin kadastro haritaları (mevcut en son bilgi) karşılaştırılmıştır. Tarihi verilerin seçimi bilgilerin ulaşılabilirliği ile ilişkilidir. Bu tarihi bilgi 1874'te yürütülen tarım çalışması ve değişik istatistiksel anketlerdeki tarımsal bilgiyle birlikte farklı dönemlerdeki kadastro kayıtlarından elde edilen veriyle geliştirilmiştir. 1950'lerdeki kadastro haritalarındaki bazı hatalar 1956 yılına ait hava fotoğrafları kullanılarak düzeltilmiştir.

19. yy ortası ve 20. yy sonları için arazi uygunluğu (toprak, iklim ve eğim bakımından homojen alanlar) çalışma alanının bütünlüğü, değişik arazi bölümlerinin karakteristikleriyle birlikte bu iki dönemdeki ana arazi kullanım türlerinin gerekleri karşılaştırılarak ve FAO yapısı takip edilerek değerlendirilmiştir. Eğim en etkili arazi karakteristiğidir ve yüksek makineleşmiş 20. yy arazi kullanımı ve tahıl tarımı ile üzüm bağları, zeytin ve badem bahçeleriyle karşılaştırıldığında önemi artmaktadır. Yağış, buharlaşma, toprak yapısı, kök derinliği, taşlılık durumu ve nemlilik diğer önemli özelliklerdir. Mevcut nem durumunun, tahıl ve yem üretimi için önemli; üzüm bağı, zeytin ve badem bahçeleri için daha az önemli olduğu tahmin edilmiştir.

İndeks değeri değişik arazi kullanım türleri düşünülerek çalışma alanındaki her bölüm için ortalama uygunluk skoru olarak hesaplanmıştır. 100 olan tek değer çok uygun, 75 oldukça uygun, 50 az uygun, 0 hiç uygun değil olarak tanımlanmıştır.



Şekil 35. Çalışma Alanı Eğim Haritası

Tablo 12. 1860 ve 1999'da Çalışma Alanı Civarındaki Başlıca Arazi Kullanımları (Ha) [Ref 44]

	Caldes	Castellar	Palau	Polinya	Sentmenat	Toplam	%
1860'taki kullanım							
Sulanan	55	40	155	4	47	301	2
Yağmurla sulanan	516	253	260	271	365	1666	13
Üzüm bağı	782	665	283	352	1066	3148	25
Zeytinlik	179	140	0	0	113	433	3
Diğer ekilmiş	97	37	13	6	26	179	1
Orman	974	1478	289	184	698	3624	29
Çalı	614	1394	283	4	341	2636	21
Verimsiz	254	125	0	0	92	471	4
Toplam	3473	4131	1283	821	2750	12,458	100
	Caldes	Castellar	Palau	Polinya	Sentmenat	Toplam	%
1999'daki kullanım							
Sulanan	18	18	61	18	8	123	1
Yağmurla sulanan	672	553	610	427	867	3130	23
Üzüm bağı	47	4	0	0	11	62	1
Zeytinlik	81	31	1	4	107	224	2
Diğer ekilmiş	126	11	6	24	39	206	1
Orman	2163	2973	303	190	1468	7097	53
Çalı	229	304	120	44	130	827	6
Verimsiz	401	577	440	199	177	1794	13
Toplam	3737	4471	1541	906	2807	13,463	100

Tablo 13. 1860 ve 1999'daki Ana Ürünler İçin Çalışma Alanının Arazi Uygunluğu

	Çok uygun		Oldukça uygun		Az uygun		Uygun değil	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Buğday								
1860	522	4	7204	53	1123	8	4639	34
1999	522	4	7204	53	1102	8	4659	34
Yonca								
1860	510	4	4795	36	411	3	7770	58
1999	522	4	4879	36	317	2	7770	58
Asma								
1860	7349	54	1694	13	1614	12	2831	21
1999	4423	33	4436	33	1327	10	3302	24

	Çok uygun		Oldukça uygun		Az uygun		Uygun değil	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Zeytin ağacı								
1860	3011	22	5584	41	1221	9	3671	27
1999	2927	22	5505	41	1391	10	3664	27

Tablo 14. İndeks Arazi Değerine İlişkin 1999'daki Altyapılarla Kaplanan Arazi Dağılımı ve Şehirleşme

İndeks Değer Sınıfları	A: Altyapı ve Şehirleşme Kullanım Sınıfı (ha)	B: Toplam Arazi Sınıfı (ha)	A/B (%)
Çok yüksek	11,101	4328	26
Yüksek	740	3110	22
Düşük	254	2024	13
Çok düşük	238	3726	0
Toplam	2343	13,488	17

5.3.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Arazi uygunluk ve arazi kullanım haritaları gözardı edilmeyecek bir şekilde uyumsuzluk göstermektedir. Fakat 1860'ta tahıl ürünleri için kullanılan 1666 hektarın % 23'ü, üzüm bağı için kullanılan 3148 hektarın % 34'ü, zeytin ağacı için kullanılan 433 hektarın % 61'inin üstündeki alan ekimi ucu ucuna maliyeti karşılayan veya açık bir şekilde uygun olmayan arazidir ve bu durum sadece harita hatalarına dayandırılmaz. Bu uyumsuzluk 1860'ta toplam 1200 hektarı içeren şimdi ekilmiş alanın % 30'u veya o zaman ekilmiş alanın % 20'sine denk gelmektedir. Farklı türdeki yanlış eşleşme, tahıl üretimi için oldukça uygun olan arazide meydana gelmiştir ki ovanın en iyi arazilerindeki çiftlik sahipleri ormanları kereste ve yakacak elde etmek için kullanmışlardır.

Tablo 15. 1860 ve 1999'da Çalışma Alanında Arazi Kullanımı ve Uygunluk Oranı

	Çok uygun (%)	Oldukça uygun (%)	Az uygun (%)	Uygun değil (%)
1860'taki kullanım				
Tahıl	34	43	4	19
Yem (ot)	5	34	1	60
Üzüm bağı	51	15	14	20
Asma-tahıl (tahıl olarak değerlendirilmiş)	0	39	12	49
Asma tahıl (asma olarak değerlendirilmiş)	28	32	12	28
Zeytin ve Badem ağacı	0	43	6	51

1999'daki kullanım				
Tahıl	9	82	1	8
Yem (ot)	9	62	1	28
Üzüm bağı	62	30	5	3
Zeytin ve badem ağacı	12	77	7	4

Arazi miktarı bakımından en büyük uyumsuzluk dik eğimlerin sıklıkla teras inşası gerektiren üzüm bağlarında meydana gelmiştir. Bu beş belediyenin arazisinin sadece % 64'ü, % 20'den az eğime sahiptir ve arazinin % 22'si, % 40'dan fazla eğime sahiptir. Bundan dolayı ürünleri elde etmek için bile daha fazla patika ve teras inşa etmek için işgücü gerektirmektedir.

Eğimin artması ile üzüm bağlarının varlığı artmakta ancak tahıl ekili alanlar hızlıca azalmaktadır. Ancak orman miktarı çok farklılık göstermemekle birlikte şaşırtıcı olarak %10 eğim altında bile yüksektir. Bu durum bu ormanların ovadaki çiftlikler tarafından orman ürünü ve yakacak olarak kullanıldıklarını göstermektedir. Bu ormanların varlığını sürdürmelerinin sebebi düzlüklerde yetersiz arazi bulunması nedeniyle göçmenlerin dağlık alanlarda teras inşa etmeleri olabilir.

Caldes Belediyesi'nin kuzeybatı bölümü 1853'te neredeyse tamamı üzüm bağları ile kaplı olan dik yamaçlarla karakterize edilir. Alan çalışmaları sırasında bu alandaki yamaçların taş teraslarla korunduğunu fakat yapısı sert jeolojik materyal olan yamaçlarda terasların kaybolduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle nispeten yumuşak kayaların (çamurtaşı ve kumtaşı) bu sert kayalara dönüşümünün etkileri 1853 yılına ait haritalardaki üzüm bağı-orman sınırında görülmektedir. Bu bölgede ağırlıklı olarak ormanlar içinde küçük alanlar şeklinde ekilen bitkiler, yumuşak ana materyal üzerinde oluşan topraklarda yer almaktadır. 1853'te ormanla kaplı alanların eğimi %50 veya %20 olmasına karşın sert kayalıklarda işlenen toprak miktarı bu açıdan önemlidir. Bu alanların tarım için kullanılmama sebepleri toprağın çok sığ olması (30 cm'den az) ve asmaları dikmek için gerekli derin çukurları kazmaya imkân vermeyen toprağın altındaki sert kayalar olabilir.

1853'teki arazi kullanım haritası, bu terasların Fransız üzüm bağlarının 1867 - 1870'te 'filoxera' haşeresi tarafından tahrip edilmesinden sonra ve bu haşerenin 1883 - 1890'da Valley Kasabası'na ulaşmasından önce gelişen kısa fakat yoğun "asma ateşi"nden önce inşa edildiğini ve asmaların ekildiğini göstermektedir. Haşere, asmaları yok ettiğinde tekrar ekilmek yerine bu teraslar terk edilmiştir; çünkü taş teraslar 1956 hava fotoğraflarında genç ormanlarla kaplı olarak görülmektedirler. Yerinden kopmuş iri kaya parçaları ve yamaçtan aşağı düşen çam ağaçlarının varlığıyla bilinen bazı yamaçların jeomorfolojik dengesizliği 1853'te ormanla kaplı olduğundan teras inşa etmekte kısıtlayıcı bir faktör olmuştur.

Caldes'teki dağlık bölgenin teraslarının taş duvarları kesikli ve sadece 30 - 50 cm yükseklikte, küçük ebatlıdır. 1 - 2 metrelik daha büyük teraslar daha derin topraklardan (100 cm'den daha fazla) dolayı çoğunlukla tahıl üretimi için kullanılan yatay sınırındaki oyukların (içbükey) yamaç kısımlarında ortaya çıkmaktadır. Küçük boylarına oranla çoğu

terasın genişliği en dik yamaçta sadece 1 - 2 m'dir ve % 20 - 40 eğimde 3 - 4 m'dir. Bu nedenle sadece 1 veya 2 sıra asma ekilebilir.

Bu terasların toprakları çoğunlukla sıg, 30 - 50 cm derinliğinde, çok sık taşlı, oldukça iyi yapılı ve % 20'nin üzerinde karbonat içermektedir. Diğer taraftan granit bölgesinde inşa edilen teraslar daha derin (40 - 60 cm derinliğinde), daha sıkı yapılı (kumlu bölgelerde bile) ve karbonatsızdır. İkinci topraklar çok az mevcut su tutma kapasitesine sahiptir ve bu toprakların sadece % 22'sini kaplayan alan, tahıl üretimi için çok az uygundur. Bu yüzden bu toprakların yüzey alanının % 41'i üzüm bağları için kullanılmıştır.

5.3.3 Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler

Bu proje kapsamında kadastro haritaları, değişik tarihlerde yürütülen tarımsal projelerin arazi kullanım haritaları, istatistiksel çalışmalar ve hava fotoğrafları, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılmıştır. Proje kapsamında çalışma alanının sayısal eğim, bakı yükselti, vb. haritaları üretilmiştir. Ayrıca geçmiş döneme ait demografik bilgiler ve arazi kullanım haritaları değerlendirilmiştir.

Veri setlerinde ve arazi ölçüm sonuçlarına göre STORE INDEX yöntemine benzer bir çalışma uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre Çok Uygun, Uygun, Orta Uygun ve Uygun Değil gibi arazi sınıflaması yapılmıştır.

Arazi kullanım biçimini ve ürün desenini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Nüfus, gelir getirici ürünler, pazarlama, destekler, teknolojik gelişme, politikalar ve bunun gibi birçok faktör arazi kullanım isteklerini etkilemektedir. Bu proje kapsamında uzun dönemde arazi kullanım türlerinde ve ürün deseninin ortaya çıkan değişim ve nedenleri incelenmeye çalışılmıştır.

Projenin ülkemiz çalışmaları açısından dikkat çeken bazı özellikleri bulunmaktadır. Bunlar:

- Öncelikle geçmişe dayalı çalışmalarda veri yetersizliği, ölçek, tarih ve bilgilerde uyumsuzluklar,
- Bilgi paylaşımında yaşanan sorunlar,
- Temel altlıklardaki (topoğrafya, toprak, nüfus vb.) yetersizlikler,
- Yaygın yanlış arazi kullanımı,
- Zamansal olarak nüfus, politika, gelir değişime paralel değişimlerdir.

Bu sorunların çözümünde projede uygulanan yöntemler, kurulması planlanan Havza İzleme Sistemi açısından da önemlidir. Veri uyumsuzluğu veya yetersizliği durumunda alternatif yöntemler kullanılmıştır.

Geçmiş ve gelecek arasında modelleme çalışmalarındaki uyumsuzluklar nedeniyle esnek davranılması gerektiği önerilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, arazi kullanımı ve arazi uygunluğu arasındaki uyumluluk derecesinin incelenmesi amacıyla geçmiş ve günümüzdeki arazi kullanım haritalarının karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Bu sonuçlar yorumlanırken

orijinal haritaların ve 19. yy'daki el yapımı haritaların topoğrafik sapmalarından kaynaklanan problemler de olduğundan esnek davranılmalıdır.

5.3.4 Projede Havza Bazında Değerlendirilen Problemlere Getirilen Çözümler

Retrospektif çalışmalarda veri setleri arasında uyumsuzluk en önemli sorun olarak belirlenmiştir. Tarihler arasında güvenilirlik, mekânsal uyumsuzluk, yöntem uyumsuzluğu ve ölçek uyumsuzluğu veri setleri arasındaki göze çarpan önemli sorunlar olarak belirlenmiştir. Geçmişe ait verilerin son dönem teknolojik altyapıya dönüştürülmesinde sıkıntılar yaşanmıştır. Zamansal ve mekânsal değerlendirmelerde elde edilen en uygun verilere göre yeni model geliştirilmesi önerilmiştir. Yersel kontrollerle modelin uygunluğu kontrol edilmiştir.

5.3.5 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışma bir uygulama projesi değildir; arazi planlamada dikkate alınması gereken başlıklar ele alınmıştır. Ayrıca geçmiş ve bugünkü arazi kullanımında nasıl bir değişimin yaşandığı, bunun için hangi altlıklara ihtiyaç olduğu ve son olarak araziden elde edilmesi gereken bilgiler tartışılmıştır.

Özellikle kırsal bölgelerde, havza bazında arazi planlamalarının oluşturulmasında ve potansiyel sahaların belirlenmesinde benzer çalışmalar da yapılabilir. Bunun için, eğitim, yükselti, halkın sosyal ve ekonomik yapısının önemle üzerinde durulması gereken konular olduğu anlaşılmaktadır.

Arazi değerlendirme çalışmalarında şu anki kullanım biçimi yöneticiyi yanılgıya götürebilmektedir. Yapılan bu çalışmada görülmektedir ki arazi kullanım türlerindeki değişim zamansal olarak farklılaşmaktadır. Olumsuz değişimin önüne geçmede ve bugünkü kullanımın, arazinin potansiyeline uygunluğunun belirlenmesinde geriye dönük çalışmaların yapılmasının yararlı olabileceği görülmektedir. Özellikle ülkemizde tarımsal mekanizasyonla birlikte görülen orman ve mera arazilerindeki azalışın havzalar bazında değerlendirilmesinde ve bilimsel bilgilere dayalı uygun arazi kullanım haritalarının üretilmesinde geriye dönük araştırmaların yapılması çalışmaların başarı oranını yükseltecektir. Diğer taraftan orman arazilerinde yapılacak ağaçlandırma, erozyon kontrol, bitkilendirme uygulamalarında geçmiş arazi örtüsünün ortaya konması proje başarısını artıracaktır. Bu projede olduğu gibi uygun veri setinin oluşturulması en büyük sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Havzanın ana materyalinde görülen sorunlar erozyon kontrol çalışmalarının uygulanabilirliğini zorlaştırmıştır. Geçmiş ve proje zamanındaki arazi kullanım biçimindeki değişikliğin temelinde sosyal yapıdaki radikal değişimle alakalı olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle planlamalarda havzanın sosyo-ekonomik yapısı detaylı şekilde ele alınmalıdır.

Arazi karakteristikleri arazi kullanım biçimini belirlemede ana karakteristik olmalıdır. Geçmişte marjinal sahalarda tarımın engellenememesi proje zamanında halkta daha önemli sosyal sorunların oluşmasına neden olmuştur. Toprak koruma çalışmalarında havzanın en kırsal ve yoksul halkı için geniş iş gücü ve maddi destek imkânı oluşmuştur. Proje sonucunda önemli arazi planları ve amaca göre değişen farklı arazi kullanım biçimleri havzada teşvik edilebilmiştir. Eski ve yeni arasında karşılaştırma yapılırken, elde edilen mevcut verilere göre modelleme yapılmıştır ancak veriler arasındaki tarihsel uyumsuzluklar giderilememiştir.

Mevcut nem durumunun, tahıl ve yem üretimi için önemli; üzüm bağı, zeytin ve badem bahçeleri için daha az önemli olduğu tahmin edilmiştir. Bu veriye göre gelişen tarım ve diğer sektörlerle göre kırsal nüfusun arazi kullanım biçimi, ürün deseni ve toprağı işleme yöntemi farklılaşmaktadır.

Sistematik çalışmalarla 1950 arazi kullanım ve 1956 hava fotoğraflarının veri envanteri oluşturulması sağlanmış, bu sayede ekonomi ve orman politikalarında, bölgesel ve yerel arazi kullanım planlarında teraslı yamaçların kullanımı kararları alınabilmektedir.

Çalışma bölgesindeki ekilmiş alan, asma böceğı 'filoxera'nın artışıyla alakalı olarak 19. yy sonlarındaki krizden ve 1950'lerdeki tarımın sanayileşmesinden sonra önemli derecede azalmıştır. 1860'ta kullanılan alanın sadece 2/3 ekilmiş olarak kalmış, çoğunlukla çalılık arazi olan kalan kısım da ormana dönüşmüştür. Bu arazi basitleştirmesinin değişik türlerin habitatları için önemli etkileri olabilir.

1850'den beri çalışma alanındaki arazi kullanım değişikliği kültürel araziden teknolojik araziye dönüşüm örneğı göstermektedir. Günümüzün küresel ekonomisinde yerel net bitkisel üretimin, ormanların ve çalılık alanların terk edilme sürecine bağılı olarak yaklaşık % 36'sı ekonomik olarak kullanılabilir.

1860'tan beri şehir ve altyapı gelişimi, dünya çapındaki kaynakların ve tarımsal kullanım için uygun alanın % 47'sini tahrip etmiştir. Uygun tarımsal alanları şehir gelişiminden koruma, Dünya Koruma Stratejisi'nin (IUCN) ana önceliklerinden birisi olarak düşünülmektedir fakat şehir ve altyapı gelişimi 1950'lerden beri İspanya'daki ekonomik gelişimin temel taşlarından birisidir. Bu alanın koruması için yasa çıkaracak meşru araçlar geliştirilirken özellikle ana gelir kaynaklarının şehir gelişimindeki vergilere dayanan İspanya'daki arazi kullanım planından sorumlu yerel seviyede bu kararları uygulamaya koyacak karar verme mekanizması yönetimin her seviyesinde mevcut değildir.

5.3.6 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Proje sonuçları ülkemizde de nüfus değişikliği, ekonomik yapıda değişim ve arazi kullanımı üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla önemlidir.

Yanlış arazi kullanımı, arazi örtüsündeki zamansal ve mekânsal değişim ve kullanılan model ülkemizde uygulanan birçok proje ile benzerlik göstermektedir. Temel farklılık ülkemizde geçmişe dayalı çok uzun dönemli verilerin bulunmamasıdır.

Özellikle havza ıslah, erozyon, sel, taşkın, çığ ve heyelan önleme projelerinde bitkilendirme ve tür seçimi konusunda uygulanan bu proje önem taşımaktadır. Tür seçiminde aktüel durum değil, potansiyelin belirlenerek projenin uygulanması başarıyı artıracaktır. Bu kapsamda proje alanında geçmiş veri setlerinin oluşturulması ve buradan elde edilecek sonuçlara göre yöntem belirlenmesi ve uygulama yapılması gerekmektedir.

5.3.7 Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)

İspanya'nın Türkiye ile ekolojik özellikler bakımından benzer özellikler göstermesi projeyi uygulanabilir kılmaktadır. Eğimli arazilerin farklı kullanımları, teraslarla bu alanlarda tarımsal uygulamaların değişmesi ve orman ile ilişkisi bakımından ülkemizdeki arazi kullanımları açısından örnek teşkil etmektedir.

5.3.8 Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu

Projede kullanılan veriler ülkemizde de pek çok alan ve havza için bulunabilmektedir. Özellikle hava fotoğrafları gibi verilerle kurumların CBS altyapılarını geliştirmesi ve veritabanlarını oluşturması sayesinde, arşiv verileri de dâhil birçok veri setine ulaşım imkânı bulunabilecektir. Ancak eski arazi kullanım verilerine ulaşmak her zaman mümkün olmayabilir.

5.3.9 Teknolojik ve Teknik gereksinimler Açısından Uygunluk

Mevcut arazi kullanımlarının CBS ve UA teknolojileri ile düzenli olarak veritabanına aktarılması geriye dönük yapılacak çalışmalarda veri kaynağı sağlayacaktır. Bu örnekte de gösterildiği gibi planlama çalışması yapılacak havzada geçmiş dönemdeki arazi kullanımları çalışmalara yön verebilecektir. Türkiye'de hava fotoğrafları ile uydu görüntülerini işleme çalışmaları ve veritabanları yaratma gibi çalışmalar yapılmaktadır. Verileri işleme ve diğer konularda hem kurumsal hem de personel kapasitesi yeterlidir.

CORINE arazi örtüsü veritabanı ve diğer kamu kurumlarının arazi kullanımı ile ilgili topladığı veriler bu açıdan önemlidir. Bu veritabanları mevcut olmakla birlikte birbirleri arasında entegrasyonun sağlanması ve sosyo-ekonomik verilerin de uyumlu bir şekilde toplanması gereklidir.

5.4 OVALAR VE TEPELER PROJESİ-HİNDİSTAN⁴

5.4.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Hindistan'da ormanların % 95'i devlete, % 5'i şahıslara aittir. 72 milyon hektar ormanın yaklaşık yarısı bozuktur. Orman tahribatının önemli nedenlerinden biri kırsal fakirliğin bir sonucu olarak, fakir orman köylüsünün ürün yetiştirmek için ormanı yakmasından ve ağaçların kesilerek arazinin tarla yapılmasından kaynaklanmaktadır [Ref 45], [Ref 46], [Ref 47].

Hindistan ormanlarında çok çeşitli bitki türleri yer almaktadır. Batı Gotlar ve Malobar Bölgesi'nde tropik ormanlar bulunmaktadır. Demir ağacı, Teak ağacı (Tektora Vulgaris), Sal ağacı (Shorea Rogusta) ve Bambu (Bambusa Vulgaris) bölgenin en önemli bitki türleridir.

Fakir köylünün yaşadığı yüksek rakımlı, meyilin fazla olduğu dağlık alanlarda doğal kaynak rehabilitasyonu, teknik olarak aşağı havzalardan çok daha zordur. Bu sebeple devlet, havza yönetim çalışmalarına, önce küçük ölçekte sosyal ormancılık projeleri ile başlamıştır. Söz konusu sosyal ormancılık projeleri, genellikle okaliptus ve bambu gibi hızlı büyüyen 8 - 10 yılda kesime gelen özel ormancılık projeleridir. Çünkü köylünün odun ihtiyacı çok fazladır. Sosyal ormancılık projeleri ile hem köylünün odun ihtiyacını karşılamak hem de ormanları ıslah etmek ana hedeftir.

Ancak devlet, bu tür küçük ölçekteki ormancılık projeleri ile doğal kaynak (orman, mera, su) tahribatının önlenemeyeceğini ve köylünün isteklerinin karşılanmayacağını anlayarak havza yönetim projelerini yürürlüğe koymuştur. Bu amaçla Hindistan'da havza yönetim çalışmalarına ilişkin, Dünya Bankası tarafından finanse edilen ve 1990 - 2004 yılları arasında uygulanan projenin adı Ovalar ve Tepeler Projesi'dir.

5.4.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Projenin temel amacı, yukarı dağlık su havzalarında yaşayan fakir çiftçi ve köylünün gelirinin artırılması ve bu şekilde yoksulluğun azaltılması ve doğal kaynak temelinin sürdürülebilir ve entegre yönetimidir.

Ovalar ve Tepeler Proje yatırımlarının %81'ini yukarı havzalardaki toprak kaynaklarını korumaya ve su rejimini düzenlemeye ayrılmıştır. Toprak ve su kaynaklarının korunması amacı ile yapılan proje faaliyetleri; ağaçlandırma, erozyon ve mera çalışmaları, kumul önleme faaliyetleri, rüzgâr ve yangın koruma tesisleri ile küçük ölçekte tarımı geliştirme çalışmalarıdır.

Bu amaca ulaşmak için ise çıplak topraklı alanlarda grodoni tesis etme, ağaçlandırma, otlandırma ve bitkilendirme yapma, oyuntularda ve küçük yan dereciklerde erozyon önlemleri alma, küçük ölçekte sulama yapma, meyve fidanı

⁴ Raporda yer alan bu örnek proje İsmail KÜÇÜKKAYA tarafından hazırlanmıştır.

yetiştirme, kuruda ve suluda ileri tarım tekniklerini uygulama, hayvancılığı geliştirme, yem bitkileri üretimini geliştirme tedbirleri alınmıştır.

5.4.3 Projede İzlenen Parametreler ve Veriler

Projenin amacı doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi, kırsal fakirliğin önlenmesi olduğundan, bu amaca uygun veritabanı hazırlanmış ve faaliyet türleri belirlenmiştir. İnceleme daha çok, fiziksel, ekonomik ve sosyal sonuçları ortaya çıkarmak için gerçekleştirilmiştir.

5.4.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Projenin faaliyetlerinden olan ağaçlandırma, bitkilendirme ve kumul tespiti gibi faaliyetlerde başarılı olunmuştur. Kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon gelişmiştir. Kamu kurumları ile çiftçilerin ve köylülerin işbirliği yapma kapasitesi, teknolojik ve bilgi transferleri ile havza yönetim kapasiteleri güçlenmiştir.

Proje çıktılarının biri de yüksek dağlık arazilerde toprağın yerinde korunması ve erozyonun azaltılmasında güve otu ekilmesi ve toprak bentlerin inşasının son derece faydalı olduğunun anlaşılmasıdır. Güve otu ekilmesi ve toprak bentler yapımı ile erozyon, %0,95 - 1,25 oranında azalmıştır. Bu faaliyetten dolayı ekonomik kazanç, toprak bentlerde %28, güve otunda ise %95'tir. Bu açıdan aynı hizmeti gören iki faaliyetten en ekonomik olanın güve otu ile erozyonun azaltılması olduğu anlaşılmıştır.

Meraların iyileştirilmesi için münavebeli otlatma düzeni kurulmaya çalışılmıştır. Ancak bu durumdan fakir hayvan sahipleri olumsuz etkilenmiştir. Proje, hayvan sahiplerine kayıplarını telafi edecek alternatif gelir kaynakları sunmuşsa da insanları mutlu edememiştir. Özellikle tarımı geliştirme çalışmalarında geleneksel tarım dışındaki yeni uygulamalar, köylü ve çiftçinin ihtiyaçlarını, önceliklerini ve sorunlarını karşılama konusunda kalite olarak yetersiz kalmış ve teknolojilerin kabul edilme oranları tatminkâr olmamıştır.

Projenin olumsuz deneyimleri şu şekilde sıralanabilir: Proje tasarımında görev tanımı tam olarak yapılmadığından kurumların sorumlulukları havzada birbiri ile çakışmış, bu da projeyi olumsuz etkilemiştir. Bu durumda havza etkinlikleri ile yerel otoritelerin rol ve sorumlulukları net olmamıştır. Özellikle proje sırasında üst organizasyon seviyelerinde başarılı olan işbirliği, projenin sonlanmasının ardından bozulmuş ve eski koordinasyonsuz yapıya geri dönmüştür. Yerel havza kurumlarının havza faaliyetlerinin etkin uygulanmasında teknik kapasite yeterli olmamıştır. Bunun telafisi için başlangıçta küçük ölçekte pilot uygulama ve eğitim gerekli olmuştur. Kırsal fakirliğin azaltılması projenin bir amacı olmasına rağmen proje uygulamalarının sonucunda yoksulluğun azaltıldığına dair bir veri ortaya çıkarılmamıştır.

Havzanın yukarı bölümleri, yani yüksek dağlık su havzaları genellikle bozuk orman yapısı, erozyona müsait çıplak alanlar ve bozuk mera alanlarını kapsamaktadır. Bu arazileri erozyona karşı korumak, yeniden ormanlaştırmak ve meraları iyileştirmek, yörede yaşayan ve doğal kaynaklara bağımlı olan çiftçi ve köylüye sınırlama getirmek demektir. Bu da tedbir alınmadığı takdirde yöre köylüsünün daha da fakirleşmesi anlamına gelmektedir. Havza halkı için kârlı olduğu anlaşılan koruma yatırımlarının uygulanmasında elde edilen başarı daha fazla olmuştur.

Bunun yanında dağlık su havzalarının tüm iyileştirme faaliyetlerinin sonucunda ortaya çıkan faydalar, aşağı havzada yaşayan sulanabilir araziye sahip daha zengin çiftçilere yarayacaktır. Bu açıdan proje iyi planlanmadığı takdirde, yukarı havzada yaşayan yoksul halk aşağı havzada yaşayan zengin insanlara çevresel hizmette bulunmuş olacaktır. Bunun bedeli de daha fazla fakirleşmektir. Bu açıdan proje sonucunda kazananlarla kaybedenler iyi tespit edilmelidir. Proje içerisinde kaybedenlere alternatif gelir kaynakları sunulmalıdır. Projeden kazananlar kesinlikle, iyi durumda olan paydaşlar olmamalıdır. Bu hususta bunun aksini ispat eden bir veriye rastlanılmamıştır.

Havzanın projeden önceki ve proje esnasındaki durumu hakkında yeterli bilgi olmamasından dolayı, başarılı bir izleme yapılamamış, çevresel faydalar sağlıklı bir şekilde ölçülememiştir.

Bir başka sonuç da, küçük ölçekte sulamalar ve ağaçlandırma çalışmalarından dolayı aşağı havzalarda ciddi su sıkıntılarının ortaya çıktığının tespit edilmiş olmasıdır. Projenin tamamlanmasından sonra yapılan incelemede bu ilişkiye ait bir izleme ve değerlendirme kaydı yoktur.

5.4.5 Proje sonuçlarının ve Modellerin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Türkiye’de Hindistan’da uygulanan Ovalar ve Tepeler Projesi’ne benzer projelerden biri Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi ve diğeri de Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi’dir. Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi, Hindistan’da uygulanan Ovalar ve Tepeler Projesi’ne amaç ve bu amaca ulaşmak için uygulanan faaliyetler bakımından son derece benzerlikler sergilemektedir.

Meraların iyileştirilmesinde meraların yılın belirli dönemlerinde kapatılması ve münavebeli otlatma sistemine geçilmesi gerekmektedir. Türkiye’de küçükbaş hayvancılık ile yılın her mevsiminde kontrolsüz otlatma vardır. Münavebeli otlatma sisteminin oluşturulmasında çok büyük güçlüklerle karşılaşmıştır. Tek geçim kaynağı küçükbaş hayvancılık olan köylülere, sahanın kapatılmasına karşılık, Hindistan’da olduğu gibi projenin alternatif gelir kaynakları sunulmasına rağmen yerel halk projeye karşı çıkmıştır. Bunun nedeni sürü hayvancılığı yapan yöre köylülerinin genelde kuru veya sulu tarım alanlarının mevcut olmamasıdır. Bu nedenle gelir artırıcı faaliyetlerden tarımı geliştirme faaliyeti seçenekleri genellikle yetersiz kalmıştır. Ahır hayvancılığı da proje faaliyetleri içerisinde bulunmadığından ahır hayvancılığına geçiş için gerekli faaliyet türleri önerilmemiştir.

Bu projede yaşanan deneyimler göstermektedir ki proje öncesinde iyi bir planlama yapılmadığında, havzada iş yapmaya yetkili kurumların koordinasyon içerisinde çalışmadığı ve iyileştirme faaliyetlerinin iyi sonuç vermemesi, istenmeyen fakirleşme, aşağı havzada su sıkıntısı gibi önceden belirlenmesi gereken risklerin gerçeğe dönüşmesi gibi olumsuz durumlarla karşılaşılabilir.

5.5 LOESS I- LOESS II HAVZA YÖNETİM PROJESİ-ÇİN⁵

5.5.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Çin'de 1994 yılında başlayan Loess I Projesi daha sonra 1999 yılında Loess II Projesi ile tamamlanmıştır. Loess projesi, Sarı Nehrin yukarı havzalarında 640.000 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alanın 454.000 km²'sinde toprak erozyonu mevcuttur. Proje alanı 1000 - 3000 hektar arasında değişen yaklaşık 1100 mikro havzayı kapsamaktadır. Projenin toplam bütçesi 500 milyon dolardır. Bu miktarın 300 milyon doları Dünya Bankası tarafından finanse edilmiştir. Kalan bölümü de İngiltere tarafından sağlanmıştır [Ref 45], [Ref 46], [Ref 47], [Ref 48].

Projenin temel hedefi, yukarı havzalarda tarımsal üretimi artırmak suretiyle ekolojik koşulları iyileştirmek ve böylece erozyonu azaltmak ve kırsal fakirliğe bir çözüm bularak, sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmektir.



Şekil 36. Proje Alanı Sınırı

5.5.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Proje kapsamında belirlenen hedef doğrultusunda;

- (a) Tarım üretiminin net değerinde artış,
- (b) Sarı Nehir aşağı havzasında siltasyonda azalma, su akışında daha az değişkenlik ve taşkın risklerinde azalma,
- (c) Uzun vadeli küresel ve bölgesel faydalar konuları değerlendirilmiştir.

⁵ Raporda yer alan bu örnek proje İsmail KÜÇÜKKAYA tarafından hazırlanmıştır.

Amaca ulaşmak için proje, hem yapısal hem de düşük maliyetli bitkisel önlemleri bir araya getirmektedir. Projenin faaliyetleri genel olarak şu şekilde özetlenebilir:

- Köprü ve menfez inşası, içme suyu temini, pompa istasyonları,
- Tarımsal teras yapımı, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, havuz inşası, tarımsal makine temini, hastalık önleme donanımları, okullarda müzik ve sanat dersi ile ilgili kapasite geliştirme,
- Su toplama tesisleri, yol inşaatı, hayvancılık, ahır tesisi, biyogaz tesisi, halıcılıktır.

5.5.3 Projede İzlenen Parametreler ve Veriler

İzleme ve Değerlendirme Sistemi için özel birimler kurulmuştur. Birimler, merkezde, eyalette, 7 adet şehirde, 24 adet ilçede ve 17 adet köyde kurulmuş ve idaresi merkezden yürütülmüştür. İzleme ve Değerlendirme Sistemi ile aşağıdaki konular incelenmeye çalışılmıştır:

- Dikilen orman ve meyve ağacı fidanlarının tutma başarısı,
- Hayvan yemi üretim miktarı, hayvancılıkta artış miktarı, meyve ve sebze üretiminde artış, çiftçi gelirinde artış,
- İçme suyu tesis faaliyetleri, okul kayıtlarında artış, elektrik kullanımında artış, yol yapımında gelişme,
- Sedimentasyonda azalma, su kalitesinde ve vejetasyondaki gelişme, biyolojik çeşitlilikte artıştır.

5.5.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Projenin izleme ve değerlendirilmesinin sonucunda genellikle proje hedeflerine ulaşıldığı ve aynı zamanda sürdürülebilir toprak ve su yönetim sistemlerinin oluşturulduğu, bunun yanında kırsal fakirliğin azaltılmasında iyileştirmeler sağlandığı anlaşılmaktadır.

Projenin planlanmasında belirlenen fiziki hedefler çoğunlukla gerçekleştirilmiştir. Yeni tarım alanları elde etmek için tesis edilen tarımsal teras miktarı 803 hektardır. 908 haneye içme suyu temin edilmiştir. 1004 aileye hayvan barınağı, biyogaz tankı ve tarımsal makine verilmiştir. Böylece kişi başına düşen gelir yaklaşık 2 - 3 kat artmıştır. Toplam çalışılan alan miktarı 920.000 hektardır. Bu alanın 120.000 hektarında ekonomik ağaçlandırma, 400.000 hektarında koruma amaçlı ağaçlandırma, 160.000 hektarında ot ekimi, 190.000 hektarında tarımsal çalışmalar, 50.000 hektarında doğal koruma yapılmıştır. Bütün bu çalışmaların sonucunda erozyonda azalma olmuş ve 110.000 ton sedimanın nehirlere akışı azaltılmıştır.

Proje uygulamalarının sıhhatli yürütülmesi amacıyla, proje koordinasyon grupları ve proje yönetim ofisleri düşünülmüştür. Bunlar, merkezde, bölgede, il ve ilçede kurulmuştur. Proje yönetim yapısının kamu kurumlarının içerisine entegre edilmesi sadece sürdürülebilirliği garanti altına almamış, aynı zamanda kaliteli proje tecrübesinin de ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Sonucunda kırsal kalkınmada bir model ortaya çıkmıştır. Bu model daha sonra ülke bazında etkisini genişletmiş ve pekiştirmiştir. Proje yönetim ekibi çalışmalara başlamadan önce havzada en büyük sorunların yaşandığı alanları belirleyerek bir önceliklendirme yapmış ve bu alanlar için sürdürülebilir kalkınma planları hazırlamıştır.

Proje kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemine dayalı bir izleme sistemi oluşturulmuştur. Sistem mikro havzalardan veri edinerek faaliyetlerin mekânsal tanımının yapılmasını sağlamıştır. Proje izleme sistemi proje bitiminden sonra da

devam etmiştir. Proje ile su kalitesindeki değişiklikler, akarsulardaki siltasyon azalması, toprak verimliliğindeki değişimler izlenmiştir. Tarla ölçümlerinden gelen veriler projenin coğrafi veritabanına girilmiştir. İzleme sisteminden gelen bilgiler doğrultusunda Sarı Nehir'deki siltasyonda azalmanın olduğu ve çevresel faydalarının olduğu ortaya çıkmıştır. Proje uygulaması sonucunda yerel halkın gelirleri yükselmiş ve aşağı havza alanlarında da önemli çevresel faydalar sağlamıştır.

Havzalarda tarımsal teraslar yüksek maliyete mal olmuştur. Buna karşılık tarımsal verim ikiye katlanmıştır. Kurak iklim bölgelerinde inşa edilen tarımsal terasların sulanmasıyla tarımda çok yüksek verim elde edilmiştir. Tarımsal teraslara erişim yolları yapılmak suretiyle de çiftçilere çok daha çeşitli ürünler yetiştirme fırsatı sağlanmıştır. Bir örnek vermek gerekirse, küçük sulamalarla meyvecilikteki ürün artışı % 430'a yükselmiştir. Projenin tarım uygulamaları ve teknolojiye gelişmelerle beraber, mahsul üretiminde emekten tasarruf edilmiş ve böylece tarımda iş verimliliği artmıştır.

Proje, meraların rehabilitasyonunu ve hayvancılık sistemlerinde verimliliği artırmıştır. Otlatmanın planlanması ile münavebeli otlatma köylü ve çiftçiler tarafından benimsenmiştir. Meraların iyileştirilmesi ve korunması sonucunda, kuraklıktan etkilenen bölgelerde bile mera bitki örtüsünde ani bir artış gözlemlenmiştir. Kuraklığa rağmen doğal çalılar, otlar ve ağaçlar daha önce serbest otlatma sebebiyle çoraklaşan dik yamaçlarda yeniden ortaya çıkmıştır. Böylece hayvancılıkla ilgili gelirler süratle yükselmiştir.

Projenin izleme ve değerlendirmesinde, genellikle çeşitli haritalardan faydalanılmış, siltasyon ölçümleri yapılmış, ayrıca sonuçlar, yerelde köylü ve çiftçi görüşmeleri ve arazi araştırma çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir.

Havzada erozyonun azaltılması ile birlikte,

- Sulama sistemleri ve aşağı havza rezervuarları siltasyondan daha az zarar görür olmuş,
- Akarsu kanalları daha dengeli olmuştur ve bakım maliyetleri düşürülmüş,
- Sarı Nehir'deki akarsu yatağının yükselmesi yavaşlatılmış ve sel bentlerinin yükseltilmesi için yapılan tesisler artık yapılmamaya başlanmıştır.

Bunun yanında, genellikle kırsal kalkınmayı ve doğal kaynak yönetimini esas alan her projede olduğu gibi Loess Projesi'nde de yoksulluğun azaltılması amaçlar arasında yer almasına rağmen etkisi tam olarak ortaya konulamamıştır. Daha yüksek gelir elde edilmesine yönelik hedefler genel olarak başarılmış ancak yoksulluğun azaltılmasının başarılı olduğu konusu ile ilgili çok az raporlama yapılmıştır. Dışsallıkla ilgili fazla bir izleme değerlendirme faaliyeti de yapılmamıştır.

5.5.5 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Türkiye'de Çin'de uygulanan Loess Projesi'ne benzer projelerden biri Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi ve diğeri de Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi'dir.

Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyonu Projesi 1993 - 2001 yılları arasında uygulanmıştır. Proje, 716.945 hektar sahada 11 adet ilde ve 350 adet köyde uygulanmıştır. Uygulamayı kabul eden köy nüfusu 278.966'dır.

Projenin uygulama süresi içerisinde, yaklaşık 9 yılda, 75.903 hektar sahada erozyon kontrolü ve ağaçlandırma, 19.282 hektar sahada mera ıslahı, 33.163 hektar sahada tarımı geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 1272 adet sulama amaçlı havuz, 6 adet küçük ölçekte gölet yapılmış ve böylece 11.165 hektar sahada kuru tarımdan sulu tarıma geçilmiştir.

Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesinin amacı:

- Sürdürülebilir bir havza yönetimi ile havza rehabilitasyon çalışmaları yapmak,
- Bilgiye dayanan ileri tarım ve hayvancılık uygulamalarını köylüye iletmek ve böylece kırsal fakirliği önlemek,
- Mikro havzalarda aşağıdan yukarıya çiftçi merkezli, katılımcı ve entegre proje uygulamaların nasıl tasarlanacağını ve ne şekilde uygulanacağını öğrenmek,
- Büyük boyutlarda erozyonun kendini gösterdiği alanlarda uygulanmasıyla ilgili model bir projeyi ortaya çıkarmak ve diğer havzalarda da uygulamaktır.

Görüldüğü gibi Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi, Çin'de uygulanan Loess Projesi'ndeki amaç ve bu amaca ulaşmak için uygulanan faaliyetler bakımından benzerlikler göstermektedir. Ancak Türkiye'de uygulanan havza projelerinin yaklaşımı, aşağıdan yukarıya uygulama süreçlerini benimsemiştir. Loess Projesi'nde ise aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya uygulama süreçleri bir arada kullanılmıştır.

Loess proje alanı ve bütçesi çok büyük tutulmuştur. Küçük ölçekte bir havza planı uygulaması yapılmadan, proje elemanlarına yeterli eğitim verilmeden örnek çok sayıda mikro havza seçilerek planlamalar yapılmıştır. Aynı hataya Doğu Anadolu Su Havza Projesi'nde de düşülmüştür. Özellikle proje deneyimi olmayan ülkelerde büyük alanlarda uygulama yapılmadan önce daha küçük alanlarda pilot projeler yapılmalı ve elde edilen sonuçlara göre büyük alanlarda uygulanmalıdır.

Her iki projenin temel amacı aynı olmasına rağmen, Loess projesinde bu amaca ulaşmak için seçilen faaliyetler çok daha çeşitlidir. Bazı faaliyetler ise amaç dışında gibi görülmektedir. Doğu Anadolu Su Havzası Projesi'nde, tüm faaliyetler, kırsal kalkınmanın yanında doğal kaynakların korunması ve erozyonun azaltılmasına öncelik verirken, Loess Projesi daha çok kırsal kalkınmaya öncelik verir gözükmektedir.

Doğu Anadolu Su Havzası Projesi'nde doğal kaynak tahribatının önlenmesi faaliyetlerine projenin toplam bütçesinin % 60 - 70 oranında pay ayırırken, gelir artırıcı faaliyetlere % 30 - 40 pay ayrılmıştır. Ancak Loess projesinde bu oran eldeki mevcut verilerden öğrenilmemiştir.

Gelir getirici faaliyetlerinden olan büyük baş hayvan desteği, hibe olarak fakat ödünç şeklinde dağıtılmıştır. Büyükbaş hayvan alan köylü ilk doğan düveyi projeye iade ederek borcunu ödemektedir. Köylüden iade alınan düve bir başka



köylüye verilmek suretiyle faaliyetin devamlılığı sağlanmıştır. Bu da kırsal kalkınma projelerinde güzel bir uygulama olarak görülmektedir.

Loess Projesi, kırsal fakirliğe çare olarak sunulan faaliyetlerin bir bölümü (konut yapımı), balık tutmayı öğretmek değil, doğrudan balığın dağıtımı olarak düşünülmüştür. Bir kısım faaliyetler (köprü yapımı) de proje amacının dışında olmasına karşın planlanmıştır. Bu da projenin olumsuz olarak değerlendirilebilecek özellikleri arasındadır.

5.6 KANADA MONTMORENCY NEHİR HAVZASI İÇİN SU YÖNETİM PLANI - SU YÖNETİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM⁶

5.6.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Proje, Quebec Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eylem Fonu, Quebec Havzaları Organizasyon Grupları, Yerel Yönetim ve Çevre Bakanlığı ortak çalışması ürünüdür [Ref 49].

Havza, bölge için balıkçılık, turizm ve içme suyu kullanımı açısından önemlidir. Özellikle halkın balıkçılık ve turizmden gelir sağladığı bu projede amaç daha çok **su kalitesinin korunmasıdır**.

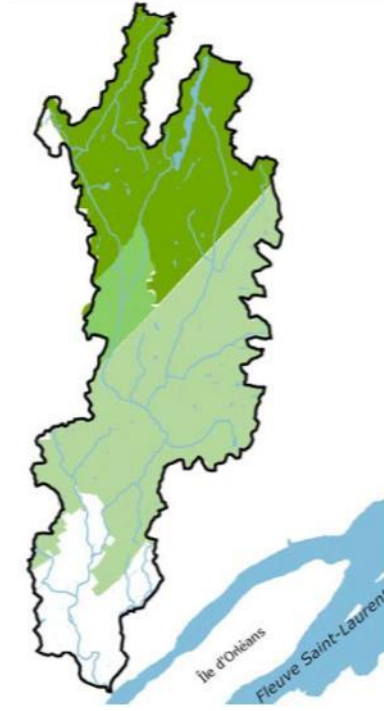
Amacı ne olursa olsun havza çalışmalarında havza özneliklerinin belirlenmesi mutlaka gereklidir. Havza özelliklerinin belirlenmesinde en önemli ana kriterler belirlendikten sonra havzada başat olarak görülen asıl amaca yönelik başka kriterler de belirlenmeli ve bu kriterlerin zaman içerisindeki değişimleri periyodik olarak incelenmelidir. Böylece havzada oluşan değişimlere göre bu değişimlerin nedenleri araştırılmalı ve havzanın sürdürülebilir kullanım ilkeleri ortaya konulmalıdır.

Projenin gerçekleştirildiği havza Kanada'nın Quebec bölgesinde yer almaktadır. Havzanın konumu ve genel görünümü Şekil 37 ve Şekil 38'de verilmiştir.



Şekil 37. Havzanın Konumu

⁶ Raporda yer alan bu örnek proje Prof. Dr. Orhan Doğan tarafından hazırlanmıştır.

**Şekil 38. Havzanın Genel Görünümü**

Proje konusu havzaya yönelik bazı özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 16. Havzaya Ait Özellikler

Havza alanı	1152 km ²
Su yolu uzunluğu	837 km ²
Mevcut göl sayısı	424
Belediye sayısı	7,2 TNO, 4 MRC
Havzanın nüfusu	120.000 kişi
Balıkçılık getirisi	1.463.000 Kanada Doları /yıl
Ziyaretçi sayısı	800.000 /yıl
Yaygın Kullanım	Sanayi ormancılığı
Su Kalitesi	Korunmakta
Orman varlığı	% 82,68 Dağılımı: Yapraklı %10,4; Karışık meşçere % 43,97; İbrelili % 45,62

5.6.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Proje 2003 - 2006 yılları arasındaki çalışmaları içermektedir. Projede belediyeler, sivil toplum kuruluşları ve bakanlık birlikte çalışmıştır.

Projede 4 zaman dilimine göre yapılacak faaliyetler belirtilmiştir. Bunlar:

- Çalışma ortamının durumu - teşhis
- Yapılacaklar - yönlendirme
- Eylem Planı
- İşbirliğinin sağlanması

Eylem Planı genelde aşağıdaki sorulara yanıt verebilmelidir:

- Kim için ve neden yapılacak?
- Kim yapacak, ne zaman yapılacak, nasıl ve neden yapılacak?

Bu proje havzada yaşayan 120.000 kişiye ve yaz aylarında da bölgeyi ziyaret eden 800.000 turiste kaliteli su temin edecek, bunun yanında balıkçılara hizmet verecektir.

5.6.3 Projede İzlenen Parametreler ve Veriler

Çalışma ortamının durumu - teşhis için aşağıdaki parametreler belirlenmiş ve bu parametreler üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

- Havzanın coğrafik konumu - Topoğrafik yapısı
- Toprak özellikleri (Pedoloji) - Jeolojik yapısı
- İklim özellikleri
- Hidrolojik özellikleri
- Islak alanlar - su basma riski olan alanlar
- Sel olma olasılığı olan alanlar - sel risk alanları
- Su kaynaklarının miktar ve kalitesi
- Havzada mevcut fauna (hayvan) durumu
- Bitki örtüsü durumu
- İnsan profili
- Sanayi faaliyetleri
- Rekreaturizm
- Mevcut altyapılar
- İnsan faaliyetlerinin etkileri
- Suyu kullanan sektörler
- Mevcut tarihi eserler incelenmiştir.

Projenin amacı su kalitesinin artırılması ve en azından korunmasıdır. Zira balık üretimi de havzada yaşayanların sosyo-ekonomik yapısını doğrudan ilgilendirdiğinden dolayı havzada balık habitatının incelenmesinde bir sınıflama getirilmiştir. Şekil 39'da verilen havza haritasında su kalitesi sınıflaması değişik renklerdeki balık şekilleriyle belirtilmiştir. Bu ölçek havza haritalarına işlenmiştir. Balık yaşam ortamları harita üzerinde kolayca belirlenebilmektedir.

Tablo 17. Su Kalitesi Parametreleri ve İndis Değerleri

Parametreler	Ortalama değer	Minimum indis	Medyan indis	Maksimum indis
MES	2 mg/l	95	97	100
NH3	0.02 mg/l	99	99	100
NOX	0.018 mg/l	97	97	100
Bulanıklılık	1.2	57	89	93
IQBP	NC	57	87	93

Bu çizelgede:

MES :Askı materyali

NO3 :Amonyum

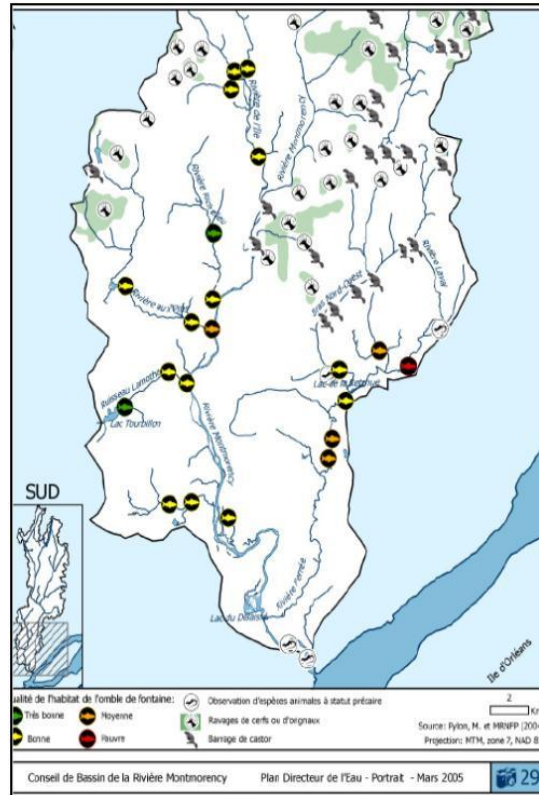
NOX :Nitrik oksit

IQBP :Suyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerini belirleyen indis

Tablo 18. Su Kalitesi Sınıflaması

0-19	20-39	40-59	60-79	80-100
Çok kötü	Kötü	Şüpheli	Yeterli	İyi

Bu sınıflamaya göre oluşturulan havza haritası aşağıda verilmiştir.

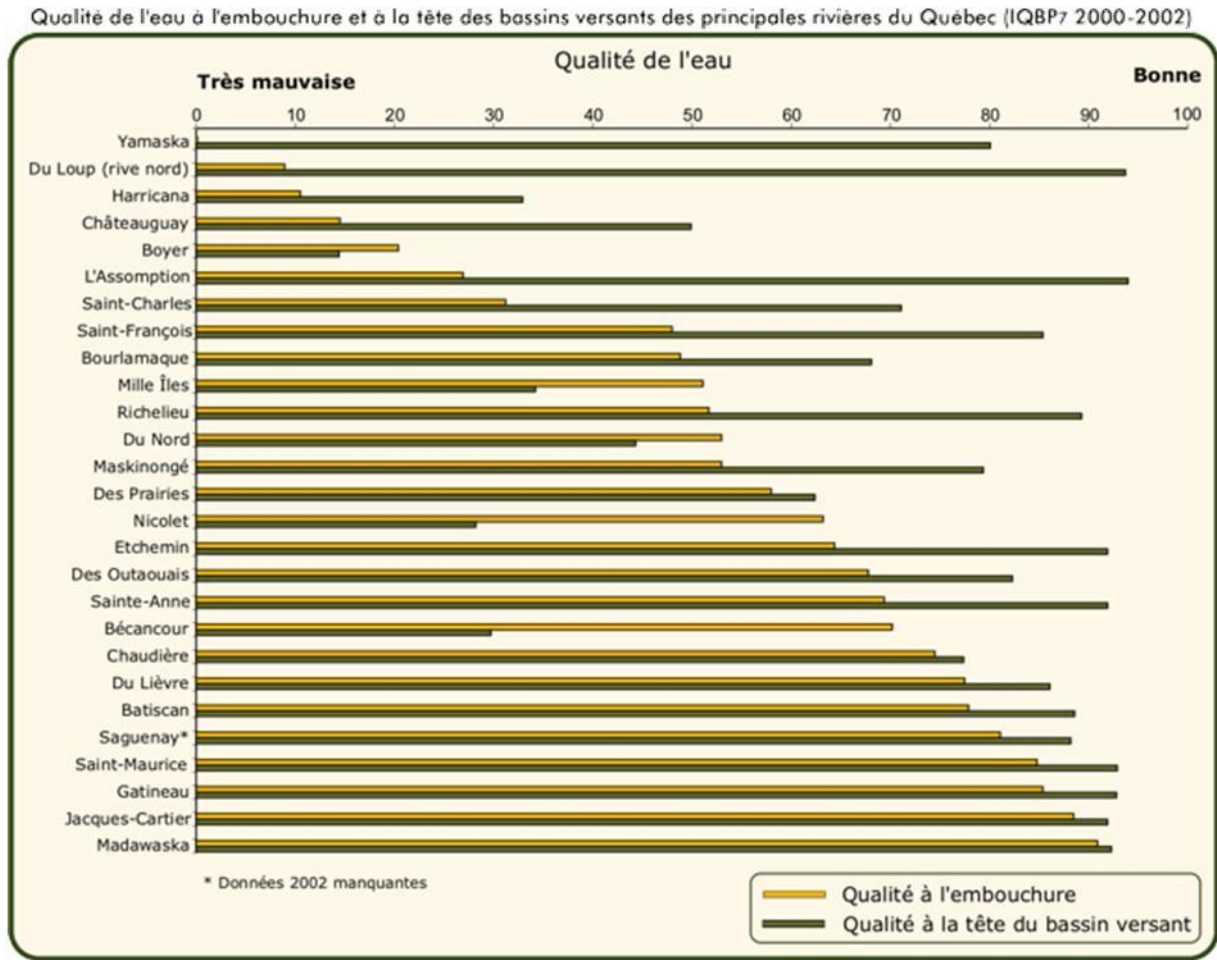


Şekil 39. Havza Haritası (Yeşil balık: çok iyi, Sarı Balık: iyi, Turuncu Balık: orta, Kırmızı Balık: zayıf)

Yapılan çalışma sonucu su kalitesi, renkli balık resimleri ile havza haritası üzerinde gösterilmiştir.

5.6.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Proje özellikle su kalitesinin incelenmesi açısından önemli veriler sağlamaktadır. Bu havzaya ilaveten Quebec bölgesinde mevcut akarsuların tamamında su kalite belirleme çalışmaları sürekli yapılmaktadır. Her nehir havzasında su kaynağından ve suyun boşaldığı noktada alınan su örneklerinde fiziko-kimyasal ve bakteriyolojik analizler yapılarak grafiksel olarak gösterilmektedir. Bu metot suyun memba ve mansapta ne gibi değişiklikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Aşağıdaki çizelgede Kanada'nın Quebec bölgesi akarsularının su kaliteleri verilmektedir.



Şekil 40. Qubec Bölgesi Akarsuları Su Kalitesi Göstergeleri

Çizelgede sarı çizgiler suyun boşaldığı andaki kalitesini, siyah çizgiler havzanın memba noktasındaki suyun kalitesini göstermektedir. Grafiğin ordinatında su kalitesi çok kötü kaliteden iyi kaliteye doğru verilmiştir.

5.6.5 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

İncelenen projede, havzada daha çok su kalitesinin korunmasına ve/veya daha da iyileştirilmesine yönelik olmasına rağmen havza içerisinde yanlış arazi kullanımı, bitki örtüsündeki bozulmalar veya açmalar, sanayileşmenin etkisi,



vb. olumsuzlukların havza su verimine ve su kalitesine olan etkileri ortaya konulmuştur. Ayrıca memba ve mansapta devamlı alınan su örneklerinde IQBP (Suyun fiziko-kimyasal ve bakteriyolojik) analizlerinin ülkemiz akarsularında da yapılmasının yararlı olduğu değerlendirilmektedir. DPT destekli ve Hacettepe Üniversitesi ile Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen Ankara çayının su kalitesini ve kirlilik yükünü belirleme çalışmasında da fiziko-kimyasal parametreler yanında makro omurgasızlar da belirlenmiş ve etkileri ortaya konulmuştur. Oysa IQBP verilerine göre havza su kalitelerinin belirlenmesinde bakterilerin de analiz edilmesinde yarar vardır.

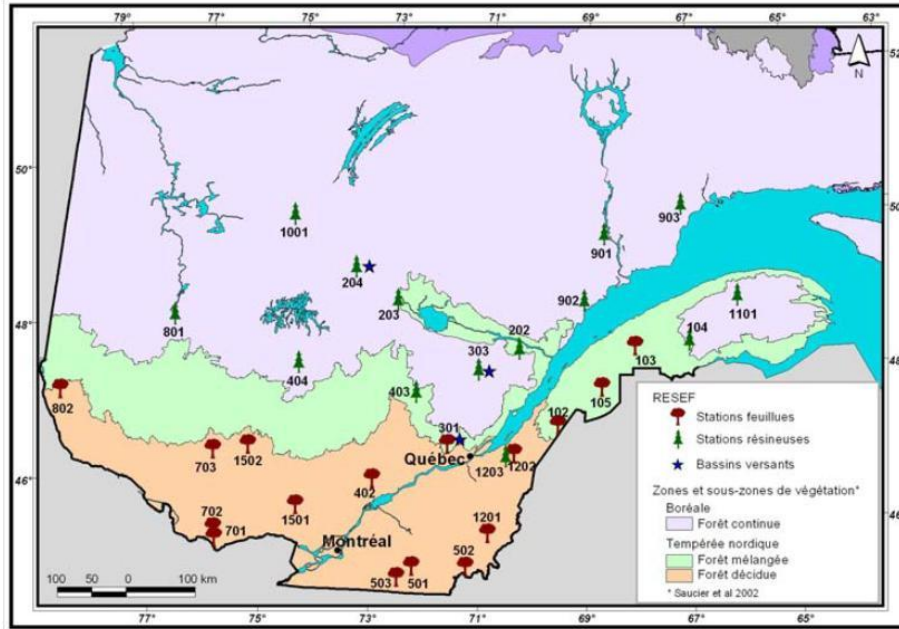
5.7 ORMAN EKOSİSTEMLERİ ÜZERİNE ÇEVRESEL STRES FAKTÖRLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ AMACI İLE HAVZA İZLEMELERİ-QUEBEC /KANADA⁷

5.7.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışma Doğal Kaynaklar ve Fauna Bakanlığı, Ormanlık Araştırma Müdürlüğü adına Luis Duchesne ve Daniel Houle tarafından hazırlanmıştır [Ref 54].

1980 yılları ortalarından itibaren Quebec Doğal Kaynaklar Bakanlığı bazı lagünlerin dolmasının nedenlerini incelemeye başlamıştır. Zira akçaağaçlarda degradasyonlar (bozulmalar) belirmiştir. Ancak araştırmacılar bu sorunun çözümü için iklim, bitki besin maddeleri durumu, hava kalitesi gibi verilerin yeterli olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu nedenle Quebec Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Çevre Bakanlığı, Ormanlık Araştırma Müdürlüğü 3 kalibre edilmiş havzada yoğun bir izleme programı uygulamıştır. Orman ekosisteminin izlenmesi ve incelenmesi ağı 32 adet istasyondan oluşmaktadır. Bu istasyonlar “Deneme ve Araştırma Ormanları” adını almıştır. İstasyonlar, halka ait alanları, parkları, ormancılık eğitim merkezlerini, ekolojik rezerv alanlarını ve ortak kullanım alanlarını kapsamaktadır. Reçineli bitkiler istasyonu ¼ hektar alanı, yapraklı bitkili istasyonlar ½ hektar alanı içerir. Tüm istasyonlar 100 metrelik bir zonla çevrilmiştir. İstasyonlar kirlilik kaynağından 50 km uzaklıkta bulunmaktadır. İstasyonların büyük çoğunluğu atmosferik kirlenme ve iklimik parametreleri belirleme merkezinden en az 2 km uzaklıkta bulunmaktadır. RESEF (Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers: Orman Ekosistemleri Araştırma ve İzleme Ağı) istasyonları adı verilen izleme istasyonları ağı Şekil 41’de verilen haritada gösterilmektedir.

⁷ Raporda yer alan bu örnek proje Prof. Dr. Orhan Doğan tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 41. RESEF İstasyonları Ölçüm Ağı

5.7.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Havzada akçaağaçlarda görülen bozulmaların belirlenmesi amacı ile her istasyon ayrıntılı ekolojik envanter yapmaktadır. Her 5 yılda bir orman topraklarında ve bitki yapraklarında kimyasal analizler, ağaçlarda gövde gelişmeleri, ağaç çap artışları, ağaç yükseklikleri, orman alanlarında oluşan yenilenmeler ölçülmüştür. Her ağaç numaralanmış ve ölçülmüştür. Ayrıca her yıl dendrolojik ölçümler yapılarak gövde gelişmeleri çıkarılmaktadır.

5.7.3 Projede Kullanılan Modeller, İzlenen Parametreler

RESEF (Ormanlık Ekosistemleri Etüt ve İzleme Ağı) istasyonları arasında ayrıca alanı temsil eden kalibre edilmiş 3 küçük örnek havza belirlenmiştir.

Birinci havza 1987 yılında akçaağaç, gürgen, sarı kayın ağacı ağırlıklı, Duchesnay Ormanlık İstasyonu'nda, Quebec civarındadır. İkinci havza beyaz kayınlı köknar korusunda bulunmaktadır ve 1981 yılında kurulmuştur. Bu da Montmorency ormanındadır. 1999 yılından bu yana Ormanlık Araştırma Müdürlüğü tarafından işletilmektedir. Üçüncü havza Asshuapmushuan hayvan rezervinde bulunmaktadır ve 1997'de kurulmuştur. Havzada kara ladin başattır.

Bu üç havzanın her birinde başlıca üç örnekleme alanı bulunmaktadır. Bu alanların ilki açık alan, ikincisi ağaçlık alan, üçüncüsü de havzanın boşaltım-çıkış alanıdır. Açık alanda meteorolojik ölçümler yapılmakta ve sıcaklık değişimleri, nisbi nem, hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti, radyasyon, yağış özellikleri ve benzer veriler belirlenmektedir. Ağaçlık alan havzayı temsil eden yerde bulunmaktadır. Yaprakların ve toprakların yıkanmasına neden olan yağış suları her hafta analiz edilmektedir. Ayrıca toprak rutubeti ve sıcaklığı, nisbi nem, rüzgâr yönü ve hızı, radyasyon, yağış, vb. ölçümler otomatik ölçüm ve kaydediciler yardımı ile her saat belirlenebilmektedir.

Analiz için her hafta yağış sularında örnekleme yapılmakta ve kimyasal analizlerle yağış sularının ormana olan etkisi açıklanmaya çalışılmaktadır. Çıkış ağzında ise debi ölçümleri sürekli yapılmaktadır. Böylece hidrolojik bütçe ortaya çıkarılmaktadır. Bunun sonucunda su kalitesinin seyri ortaya çıkmakta ve tüm havzanın besin maddeleri bilançosu hesaplanabilmektedir.

5.7.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Proje havzada görülen akçaağaç bozulmalarının nedenlerini araştırma çalışmaları ile ortaya koymaya yöneliktir. Havzada su hasadını olumsuz yönde etkileyebilecek hususlar da yapılan ölçümlerle belirlenmeye çalışılmıştır.

Görüldüğü gibi havzanın genelini etkileyen olumsuzlukların nedenini araştırmak için özellikle amaca dönük kriterler belirlenmiş ve toprağın, akışın, yağmur sularının, bitki yapraklarının, ağaç gövde ve çap gelişiminin izlemesi yapılmış, ancak değerlendirilmesi henüz yapılmamıştır. Zaman içerisinde bu verilerin değerlendirilmesi değerli sonuçlar ortaya koyacaktır.

5.7.5 Proje Sonuç ve Uygulanan Yöntemlerin Türkiye’de Kullanılabilirliği

Proje sonuçları Türkiye’nin özellikle ormanlık alanlardaki değerli ağaçlarda bozulmaların görüldüğü bölgelerde izleme ve değerlendirmelere örnek olabilir. Yapılan ölçüm ve analizler Türkiye’de de kolaylıkla yapılabilir. Türkiye’nin bazı ormanlarında yaşanan kurumalar ve bozulmalar yapılacak benzer çalışmalarla çözümlenebilir. Bugüne dek yağmur sularının toplanarak her hafta analiz edilmesi ülkemizde pek yaygın değildir. Oysa sanayinin çok yaygın olduğu Marmara ve Ege bölgelerinde asit yağışlarının ormanlarda oluşturduğu olumsuz sonuçlar incelenmelidir.

Araştırma istasyonlarında kullanılan bazı ölçüm aletleri ve yapılan ölçüm işlemleri aşağıdaki resimlerde gösterilmektedir. Şekil 42’de yağışlar plüviometre ile ölçülmektedir. Oysa yağış miktarını zamanın fonksiyonu ile gösteren plüviograf ile belirlemeleri çok daha anlamlı olurdu. Türkiye’de yapılacak benzer çalışmalarda plüviograf kullanılabilir.

Şekil 43’te dökülen yapraklar analiz edilmek üzere toplanmaktadır. Şekil 44’te taşkın veya sel durumunda suyun yükseldiği noktalar elektronik olarak belirlenmektedir. Şekil 45’te toprağa çakılan proplarda yağışların ne kadarının toprak profiline sızdığını belirlemek amacı ile toprak nem düzeyleri ölçülmektedir. Şekil 50’de ise ağaçlarda deondrolojik (yıllık halka ölçümleri) yapılmaktadır.



Şekil 42. Yağış Ölçümü



Şekil 43. Litier (orman altı yaprak)



Şekil 44. Taşkın ölçer



Şekil 45. Toprak suyu ölçümü



Şekil 46. Ağaç Gelişimi ölçümü



Şekil 47. Yağış ve yıkanma ölçümü



Şekil 48. Boşaltım-çıkış ölçümü



Şekil 49. İklim veri ölçümleri



Şekil 50. Dendrometre



Şekil 51. Toprak etüdü



Şekil 52. Yaprak Kimyasal Ölçümü

5.8 AKDENİZ HAVZASI ÜLKELERİNDE EROZYON HARİTALAMA VE ÖLÇÜM PROJESİ⁸

5.8.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Proje, Akdeniz Eylem Planı (PAM) Öncelikli Eylem Programı için Bölgesel Eylemler Merkezi (PAP/CAR) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın öncülüğünde Avrupa Komisyonu'nun ve FAO'nun desteğiyle gerçekleştirilmiştir [Ref 50], [Ref 51], [Ref 52], [Ref 53].

Projenin amacı Akdeniz'i çevreleyen ülkelerin erozyon haritalamalarında birlikteliği sağlamak ve erozyon ölçümleriyle de haritalama çalışmalarını desteklemektir. Çünkü her ülke kendine özgü erozyon haritalamaları yapmakta, metodolojilerin farklılığı nedeniyle Akdeniz Havzası'nda aynı metodoloji kullanılmadığı için bir mukayese yapılamamaktadır. Bu nedenle Akdeniz'e komşu olan ülkelerde tek bir yöntemle erozyon haritalaması yapılması projelendirilmiştir. Projede öncelikle Türkiye, İspanya ve Tunus pilot ülke olarak belirlenmiştir. Bu üç ülkede pilot havzalar seçilmiştir. Havza seçimleri, Türkiye, İspanya, Tunus, FAO uzmanları, proje danışmanları ve PAP/CAR yetkilileri tarafından gerçekleştirilmiştir.

Proje iki temel bileşenden oluşmaktadır. Birincisi 1991-1992 ve daha sonra İspanya'nın isteği ile 1995-1996'da eklenen Vallcebre zonu erozyon haritalama çalışmaları, ikincisi 1993-1996'da gerçekleştirilen erozyon ölçüm çalışmalarıdır. Bu havzalara ek olarak Türkiye'de Eşen Havzası ve Tunus'ta Oued Ermel Havzası'nda erozyon haritalama çalışmaları yapılmıştır.

Erozyon ölçüm çalışmaları ise Vallcebre (İspanya), Çayboğazı (Türkiye) ve El Khairat (Tunus) havzalarında kurulan ölçüm istasyonlarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar arazide sık sık proje partnerleri tarafından kontrol edilerek gerekli izlemeler yapılmıştır.



Şekil 53. Çayboğazı Havzası Konumu ve Havzadan Bir Görüntü

⁸ Raporda yer alan bu örnek proje Prof. Dr. Orhan Doğan tarafından hazırlanmıştır.

5.8.2 Proje Bileşenleri

Erozyon haritalamasında Akdeniz Havzası'nda uygulanabilir bir tek metodolojinin belirlenmesini amaçlayan bu projenin destekçi ve uygulayıcıları şunlardır:

- Birleşmiş Milletler Çevre Programı (PNUE),
- Öncelikli Eylem Planı,
- Akdeniz Eylem Planı (PAM),
- FAO,
- Ortak proje yürütücüleri (İspanya, Tunus, Türkiye).

Projede BM kuruluşu projenin olgunlaşması ve dış ülkelerde yapılan etüt - inceleme ve çalıştayların düzenleme masraflarını karşılamıştır. Pilot proje yürüten ülkeler ise ülke içi harcamalarını kendi kaynaklarından karşılamışlardır.

Projenin pilot ülkeleri belirlenmeden önce yapılan geniş kapsamlı uluslararası toplantıda her ülke temsilcisi hazırladığı erozyon, mevcut haritalama çalışmaları, erozyonla yitirilen toprak miktarları, erozyon ölçüm çalışmaları, toprak ve su kaynaklarının yönetimiyle ilgilenen kuruluşları ve benzeri bilgileri içeren ulusal raporlarını sunmuştur. Proje olgunlaşma çalışmasından sonra uygulamayı yapabilecek kapasitede olan ülkeler belirlenmiştir. Daha sonra öncelikle pilot havza uygulayacak ülkelerin ilgili kuruluşlarının ekonomik ve personel kapasiteleri, laboratuvar ve lojistik durumu incelenerek karar verilmiştir.

Türkiye'de, Batı Akdeniz havzaları arasında Akdeniz'e dökülen Eşen Havzası'nda, Akçay Havzası'nda ve Çayboğazı Havzası'nda çalışmalar yürütülmüştür.

Bu havzalarda yapılan çalışmalara ülkemizden aşağıdaki kuruluşlar destek vermişlerdir:

- Çevre Bakanlığı (Proje Koordinatörlüğü),
- Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü (Proje Sorumlusu - Yönetimi),
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Göletler ve Havza Islahı Daire Başkanlığı Toprak Muhafaza Şubesi,
- Köy Hizmetleri Muğla İl Müdürlüğü,
- Orman Genel Müdürlüğü Fotogrametri Enstitü Müdürlüğü,
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,
- Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü.

5.8.3 Projede Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler

Proje başlangıçta üç ülkede uygulanmasına rağmen daha sonra, Hırvatistan'da Butoniga zonunda, İtalya, Fas ve Malta'da uygulanmıştır. Erozyon haritalama çalışmaları Türkiye'de 1/25.000 ölçekli topografik haritalar, 1/15.000 – 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Erozyon haritalama çalışmaları üç fazdan oluşmaktadır:

1. Öngörü (tahmini) Haritalama:

Eğim, fizyografya, litoloji, toprak yapısı, bitki örtüsü temeline dayalı bir haritalamadır. Erozyon risk durumunu ve toprakların aşınımına duyarlılığını değerlendiren bir yaklaşımdır.

2. Tanımlayıcı Haritalama:

Güncel erozyonun aktif süreçlerinin nitel gelişimleri ve tanımlayıcı kriterlerini belirleyen haritalardır. Erozyonun dinamiğini ve nitel özelliğini ortaya koyan bu haritalar jeografik ortamın iki önemli sonucunu belirlemektedir. Birincisi, jeomorfolojik olarak stabil (durağan) erozyonu herhangi bir şekilde etkilenmemiş, ikincisi ise çeşitli etmenlerden etkilenmiş stabil olmayan durumdur.

3. Konsolidasyon ve Entegrasyon Fazı Haritalaması:

Erozyon haritalamasının son şeklidir. Erozyonu tanımlayan, erozyonun nedenlerini ortaya koyan, potansiyel ve güncel erozyon durumunu açıklayan haritalardır.

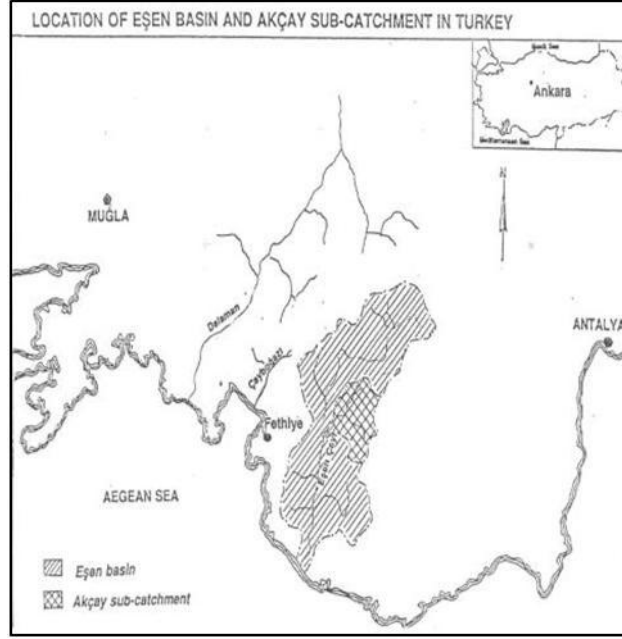
Pilot proje yürüten ülkelerde bu haritalamalar ayrı ayrı uygulanmıştır.

Eşen Havzası Erozyon Haritalama Çalışması

Eşen Havzasının bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

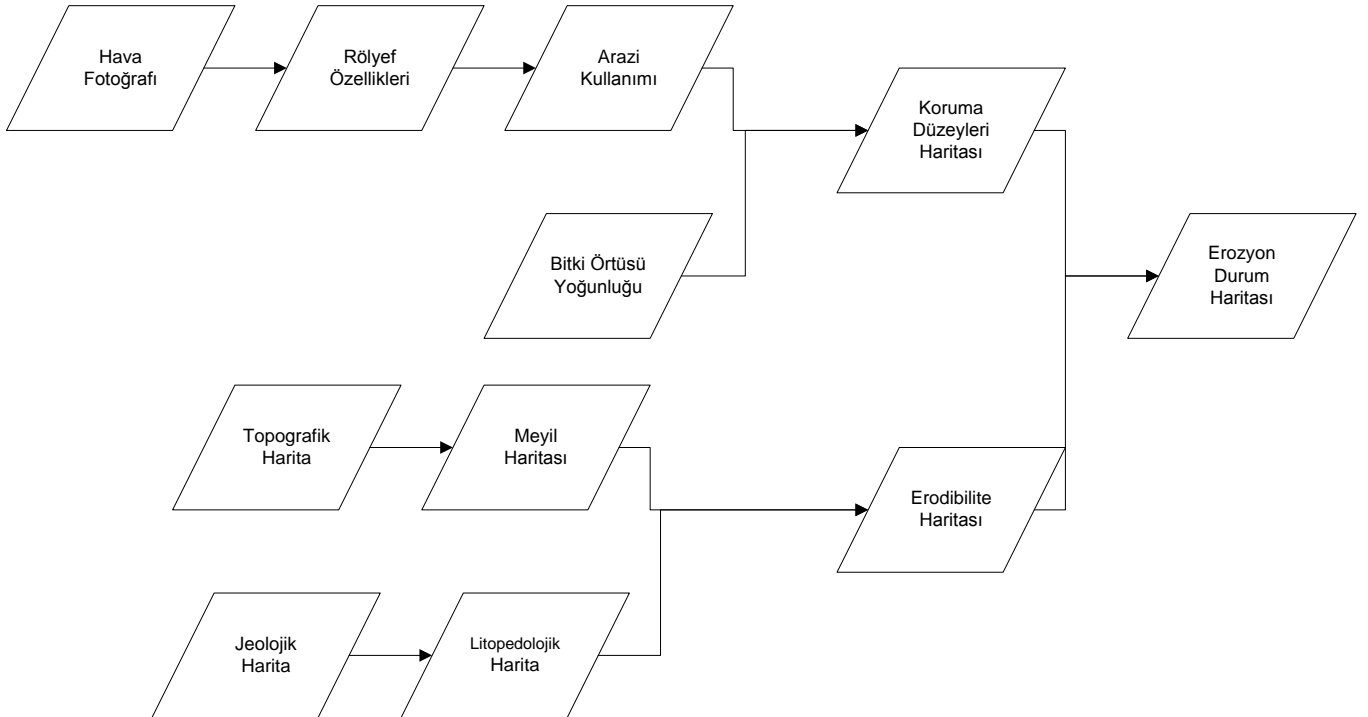
- Havza drenaj alanı: 2.492,6 km²
- Havza çevre uzunluğu: 293 km
- Minimum yükselti: 0 m
- Maksimum yükselti: 3016 m
- Havza ortalama eğimi: % 18,5
- Ana su yolu uzunluğu: 133 km
- Toplam su yolu uzunluğu: 1.152 km
- Drenaj yoğunluğu: 417 m/km
- Ana su yolu eğimi: % 1,3
- Toprak özellikleri: Havzanın %73'ü Kırmızı Akdeniz (Terra rossa) toprakları ve Kahverengi Orman topraklarından oluşmaktadır.
- Kil yapısı: Montmorillonit, kaolinit, illit
- Organik madde içeriği: Orta ve iyi
- Toprak profil derinliği: 50 - 90 cm.
- Ana materyal: Kalker, mika şist, gnays, gre (kumtaşı)
- Erozyona karşı önlem alınan alan: %21,7
- Orman alanı: % 68
- Tarım alanı: % 20
- İklim: Akdeniz iklimi
- Yıllık toplam yağış: 867,8 mm
- Kış ayları yağış miktarı: 514,8 mm
- Yağış erozyon indisi: 252,7 ton-m/hektar

Eşen Çayı Havzası'nın genel görünümü Şekil 54'te verilmiştir.



Şekil 54. Eşen Çayı Havzası Konumu

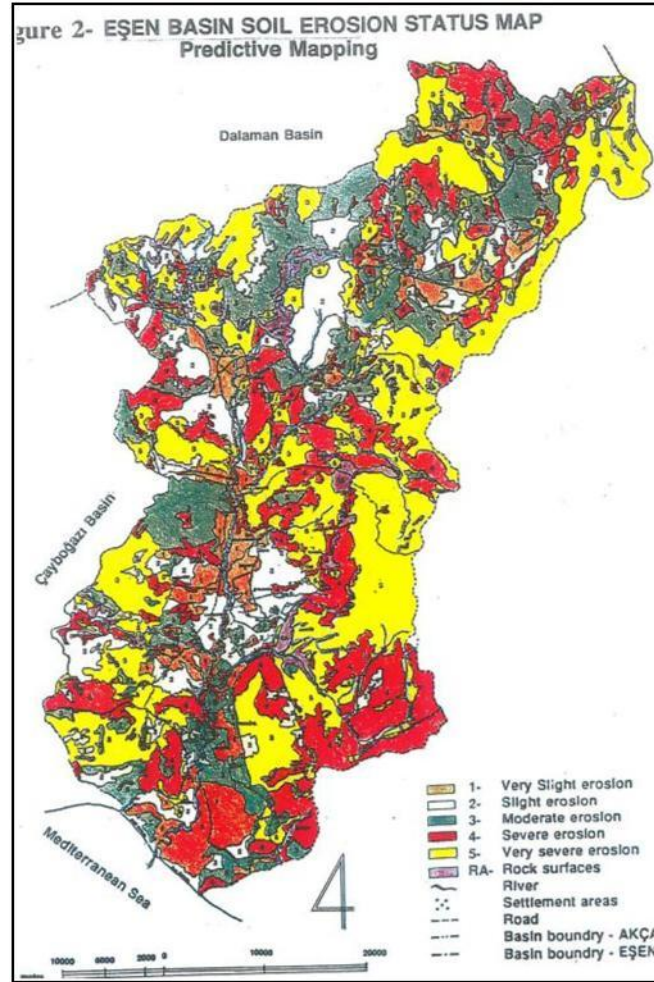
Eşen Çayı Havzası'nda erozyon haritalaması bazı havza özellikleri dikkate alınarak ICONA yöntemine göre yapılmıştır. Haritalamada izlenen yöntem şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 55. Erozyon Haritalamasında Temel Veriler ve Yöntem Şeması

Yöntemin önerdiği şekilde hava fotoğrafları, fizyografik özellikler ve mevcut arazi kullanımları, bitki örtüsü yoğunlukları belirlenerek önce koruma düzeyleri haritası oluşturulmuştur. İkinci aşamada topografik haritadan eğim haritası oluşturulmuştur. Jeolojik ve litopedolojik verilerden yararlanılarak toprak erobilite haritası yapılmıştır. Koruma düzeyleri haritası ile toprak erodibilite haritası karşılaştırılarak erozyon durum haritası elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Eşen Çayı Havzası'na ait elde edilen erozyon durum haritası Şekil 56'da verilmiştir. Haritada çok hafiften çok şiddetliye kadar beş farklı sınıf belirlenmiştir.



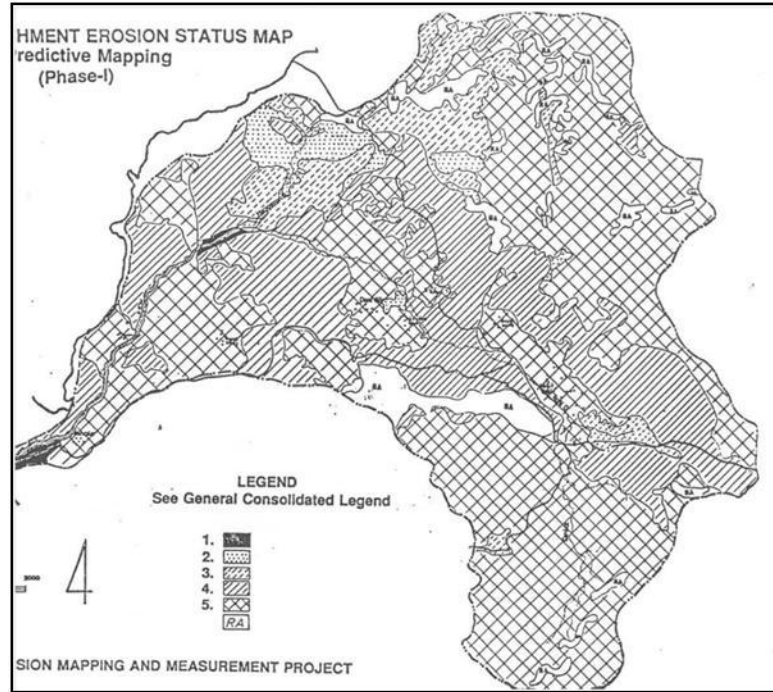
Şekil 56. Eşen Çayı Havzası Erozyon Haritası (1.....5 Çok Hafiften Çok Şiddetliye Kadar Sınıflama)

Eşen Çayı havzasında,

- Çok hafif erozyon →Havzanın %10,3 (25568,2 hektar)
- Hafif erozyon →Havzanın % 14,1 (35249,0 hektar)
- Orta düzeyde erozyon →Havzanın %17,5 (43700,1 hektar)
- Şiddetli erozyon →Havzanın %21,5 (53509,6 Ha)
- Çok şiddetli →Havzanın %31,5 (78427,1 Ha) olarak belirlenmiştir.

Havzada şiddetli ve çok şiddetli erozyon özellikle bitki örtüsünün tahrip edildiği, eğimin fazla olduğu ve yoğun arazi kullanımının uygulandığı yerlerde görülmektedir. Erozyon haritalamasının üç fazını kapsayan haritalama sistemi adım adım uygulanarak Eşen Çayı Havzası'nın alt havzalarından biri olan Akçay'da uygulanmıştır.

Akçay alt havzasında önce erozyon öngörü haritası Eşen Çayı Havzası erozyon haritalamasında uygulanan yöntemle belirlenmiştir.

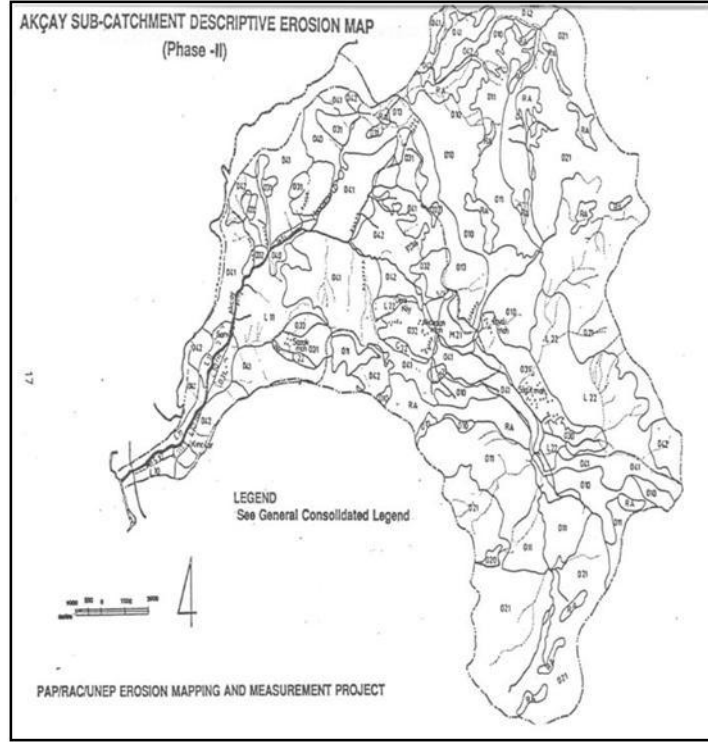


Şekil 57. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (I.Faz)

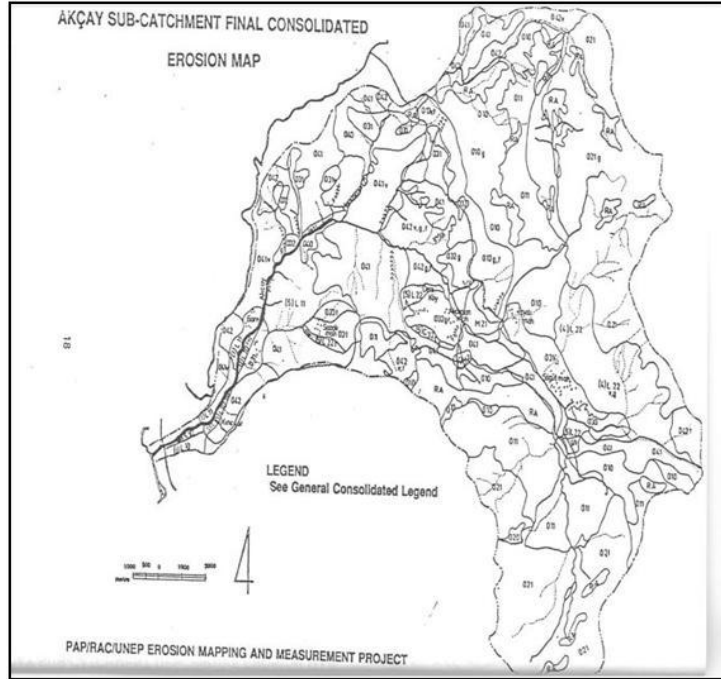
Şekil 57'de verilen erozyon haritalaması (I. Faz) olarak nitelenen çalışmada Akçay alt havzasının eğim, ana kaya veya ana materyal, toprak yapısı ve bitki örtüsü dikkate alınmıştır. Bu harita erozyon risk durumunu ve potansiyel erozyon durumunu göstermektedir. Erozyon sınıfları harita lejandında 1 çok hafif; 2 hafif; 3 orta; 4 şiddetli; 5 çok şiddetli olarak verilmiştir.

Şekil 58'de verilen erozyon haritalaması (II. Faz) olarak nitelenen tanımlayıcı haritalama çalışmasında Akçay alt havzasının aktif ve aktüel erozyon dinamikleri belirtilmektedir. Havzada stabil olan ve stabil olmayan zonlar belirlenmiş, stabiliteyi sağlayan etkenler (bitki örtüsü, teraslama, vb.) belirtilmiştir.

Şekil 59'da verilen erozyon haritalaması (III. Faz) olarak nitelenen çalışma, birinci haritadaki erozyon risk ve potansiyel erozyon durum haritası (I. Faz) ile ikinci haritada belirlenen aktif ve aktüel erozyon haritalarının sentezlenmesi ile meydana gelmektedir. Örneğin haritada **01 g** ile gösterilen bölüm stabil ortamı yani erozyonun etken olmadığı ortamı belirtmekte, bunda jeolojik etmenin önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 58. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (II. Faz)



Şekil 59. Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalaması (III. Faz)

ÇAYBOĞAZI HAVZASI EROZYON ÖLÇÜM PİLOT PROJESİ

Programın ikinci ortak projesi su erozyonunun ölçülmesidir. Batı Akdeniz havzaları arasında yer alan ve erozyon haritalama çalışmaları yapılan Eşen Çayı Havzası bitişiğindeki Çayboğazı Havzası'nda erozyon ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Havzanın genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

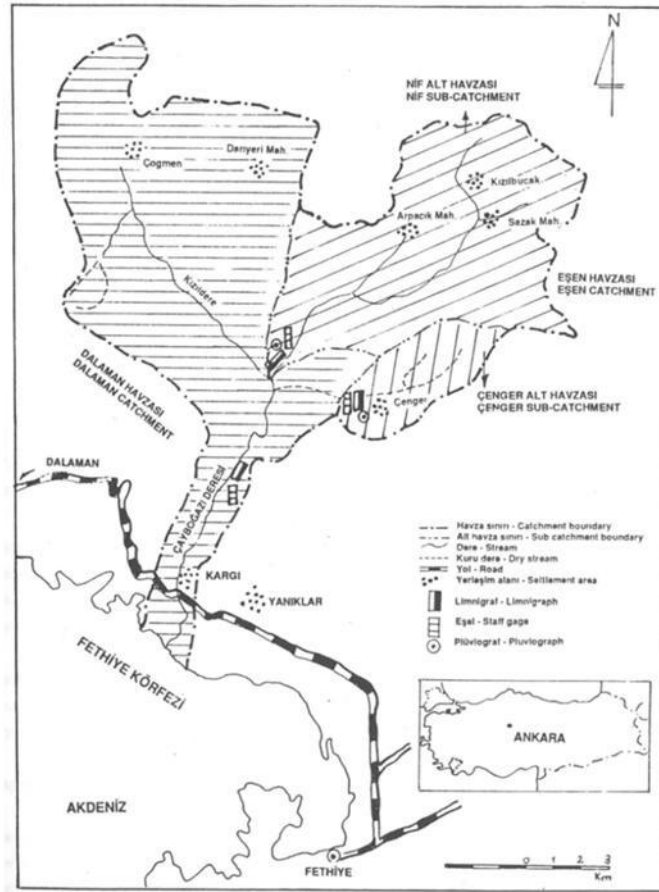
- Toplam drenaj alanı: 190,41 km²
- Çenger alt havza drenaj alanı: 10.94 km²
- Çenger ölçüm istasyonu yükseltisi: 505 m
- Nif alt havza drenaj alanı: 65 km²
- Nif alt havza ölçüm istasyonu yükseltisi: 175 m

Çayboğazı Havzası'nın ve havza içerisindeki iki ölçüm istasyonunun bulunduğu Nif ve Çenger alt havzalarının topoğrafik ve drenaj özellikleri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Çayboğazı Havzası, Nif ve Çenger Alt Havzaları Topografik ve Drenaj Özellikleri (1/25.000'lik topoğrafik haritadan)

Havza Özellikleri	Çayboğazı Deresi Havzası	Nil Çayı Alt Havzası	Çenger Alt Havzası
Havza Alanı (Ha)	190,410	64,970	10,940
Havza Çevre Uzunluğu (m)	84700	41300	14700
Havza Uzunluğu (m)	17750	13250	4200
Havza Genişliği(m)	10727	4900	2610
Dairesellik Oranı	0,3340	0.4790	0,636
Havza Maksimum Yükseltisi (m)	1980	1980	1270
Havza Minimum Yükseltisi(m)	22	175,0	505
Havza Röliyefi(m)	1958	1805	765
Havza Nisbi Röliyefi (%)	2312	4370	5204
Havza Ortalama Yükseltisi (m)	787.2	989,8	870
Havza Ortalama Eğimi (%)	31,13	36,99	34,78
Havza Eğim İndisi (%)	21	29,27	37
Ana Su Yolu Uzunluğu (km)	30	16,80	5,70
Toplam Su Yolları Uzunluğu (km)	447,90	113,80	14,55
Drenaj Yoğunluğu (m/km ²)	2352,29	1751,58	1329,98
Arazi Yüzü Akışı Uzunluğu (km ² /m)	0,00213	0,000285	0,00028
Su Yolları Frekansı	3,939	2,216	1,554
Dallanma Oranı	7,079	3,157	3,508
Ana Su Yolu Profili Eğitimi	3,24	6,74	10,67

Erozyon ölçümleri için seçilen Çayboğazı havzası ile Nif ve Çenger alt havzalarında yağış, akım, sediman ve su sıcaklıkları ölçüm yerleri Şekil 60'da gösterilmiştir.



Şekil 60. Çayboğazı Erozyon Ölçüm İstasyonları

Ayrıca sediman ölçüm istasyonlarında kullanılan ölçüm aletleri Tablo 20'de verilmiştir. Havzaya ait yağış verileri istasyonlara 10 - 15 km uzaklıkta bulunan Fethiye Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır.

Tablo 20. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Aletleri

Ölçüm İstasyonları (1)	Yağış (2)	Akım (3)	Sediman (4)	Su Sıcaklığı (5)
Çayboğazı (Yanıklar-Kargı)	Pluviograf (Fethiye)	Limnigraf (Şanamdıralı), Eşel	DH-48 (Derinlik-Entegrasyon Yöntemi)	Termometre
Nif	Tiping Bucket, Elektronik Yağış Ölçer	Hidrostatik Probe, Eşel	DH-48 (Derinlik-Entegrasyon Yöntemi)	Hidrostatik Probe
Çenger	Tiping Bucket, Elektronik Yağış Ölçer	Cop-depth Probe, Eşel	DH-48 (Derinlik-Entegrasyon Yöntemi), Askı Materyali Örnek Alıcısı	Termometre

Nif ve Çenger ölçüm istasyonlarında her 5 dakikada ölçümü yapılan yağış - akım - su sıcaklık verileri veri kayıt sistemi (data - logger) ile izlenmiş, alınan veriler daha sonra büroda değerlendirilmiştir. Askı materyalleri ölçümleri her üç istasyonda da yağışlı dönemlerde 15 günde bir DH - 48 aleti yardımıyla derinlik - entegrasyon yöntemiyle yapılmıştır.

Ayrıca Çenger Ölçüm İstasyonu'nda imal edilen süspansed sediman örnek alıcısı ile de değişik akış seviyelerinden örnekler alınmıştır.

Yapılan Çalışmalar

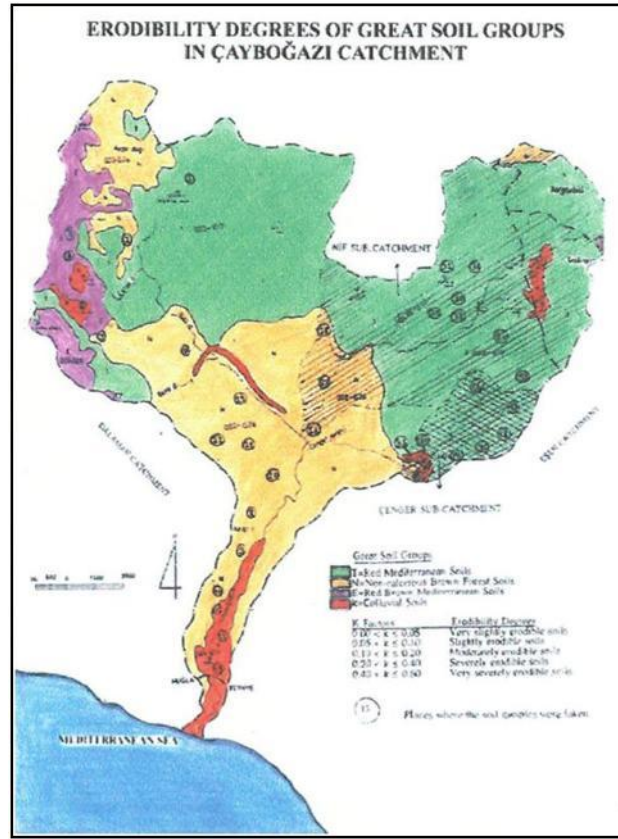
- Her istasyon için askı materyal miktarı (ton/gün) ve debi (m³/s) belirlenerek sediman anahtar eğrileri çıkarılmıştır.
- İstasyonlarda ölçülen süspansed ve toplam sediman miktarları Tablo 21'de verilmiştir.
- Çayboğazı Havzası'nın toprak erozyonu haritası ortak metodolojiye göre yapılmıştır.
- Havzada erozyon dağılımı, kapladıkları alanlar Tablo 22'de verilmiştir.
- Havzada mevcut Büyük Toprak Grupları ve bu toprakların erozyona duyarlılıkları (USLE modelinin K değerleri) Şekil 61'de verilen haritada gösterilmiştir.

Tablo 21. Ölçülen Süspansed Sediman ve Toplam Sediman Miktarları

Havza/Alt Havza	Alan (ha)	Yıllar	Toplam Süspansed Sediman (t/yıl)	Toplam Sediman (t/yıl)	Süspansed Sediman (t7km ² /yıl)	Toplam Sediman (t7km ² /yıl)
Çayboğazı (Yanıklar-Kargı)	19041	1993	7372,8	8478,8	38,7	44,5
		1994	3325,4	3824,2	17,5	20,1
		1995	21164,7	24339,4	111,2	127,8
Ortalama		1993-95	10621	12214,1	55,8	64,1
Nif	6497	1994	574,2	660,3	8,8	10,2
Çenger	1094	1995	1431	1645,6	130,8	150,4

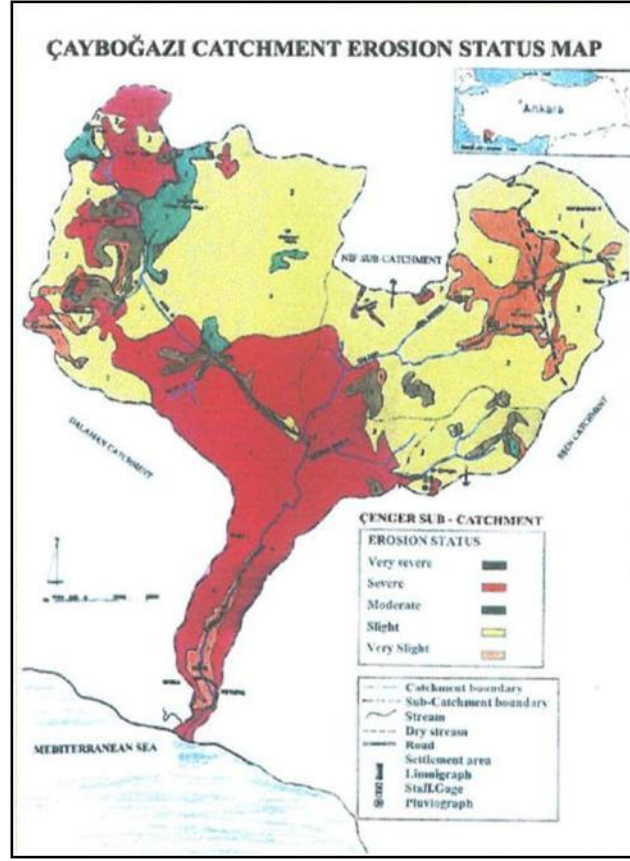
Tablo 22. Çayboğazı Havzasının Erozyon Dağılımı

Erozyon Durumu	Erozyon Sınıflaması	Kapladığı Alan	
		ha	%
Çok hafif	1	1471	7.7
Hafif	2	9688	50.9
Orta	3	604	3.2
Şiddetli	4	6412	33.7
Çok Şiddetli	5	866	4.5
Toplam		19041	100



Şekil 61. Çayboğazı Havzası Büyük Toprak Grupları ve Erodibilite Düzeyleri

Sonuçta elde edilen Çayboğazı Havzası'na ait erozyon durum haritası Şekil 62'de verilmiştir. Haritada çok hafiften çok şiddetliye kadar beş farklı sınıf belirlenmiştir.



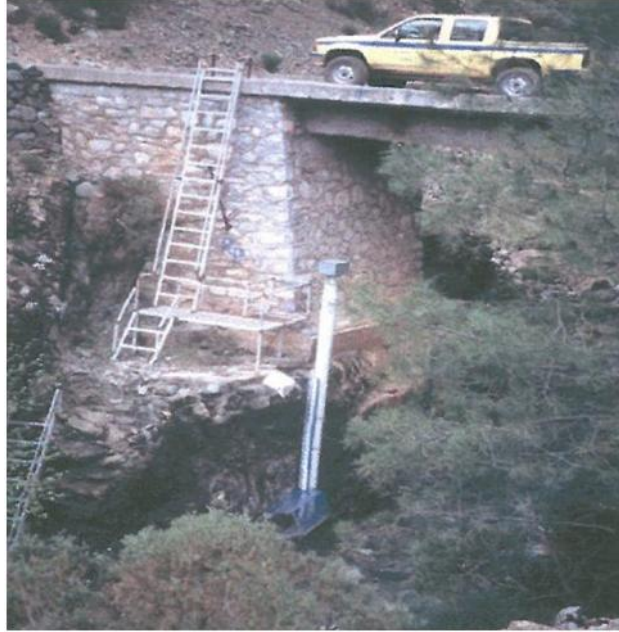
Şekil 62. Çayboğazi Havzası Erozyon Durumu Haritası



Şekil 63. Çenger Alt Havzası'nda Sediman Ölçüm İstasyonu



Şekil 64. Çayboğazı Havzası Yanıklar Debi Ölçüm İstasyonu



Şekil 65. Nif Alt Havza Ölçüm İstasyonu (Limnigraf, Veri İzleyicisi)

5.8.4 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Akdeniz Havzası ülkelerinde ortak metodoloji ile erozyon haritalamasının yapılması amacıyla yönelik olarak gerçekleştirilen uluslararası bu projede erozyon haritalamasının üç fazı uygulanmıştır. En önemli ekolojik sorun olan kırsal fakirliğin en önemli sebebi olan erozyonun sadece arazi kullanım durumu, toprak özellikleri, topoğrafik yapının incelenmesi gibi parametrelerle haritalanması yeterli değildir. Erozyonun nedenlerinin de haritalamaya dâhil edilmesi



gerekir. Bu nedenle seçilen Eşen Çayı Akçay alt havzasında erozyon haritalaması üç aşamalı gerçekleştirilmiştir. Bu haritalama metodolojisi FAO uzmanlarının da katkıları ile sağlanmıştır.

Bilindiği gibi ülkemizde erozyon sınıflama haritası 1980'li yıllarda TOPRAKSU Genel Müdürlüğü'nce gerçekleştirilmiştir. Bu haritada temel sınıflama, toprak horizon katmanlarının yitirilmesine göredir. Bu sınıflamada anakayanın veya ana materyalin yüzeye çıkması durumu çok şiddetli erozyon olarak belirtilmiştir. Oysa ana materyalin yüzeye çıkması artık erozyonun orada olmadığı ya da taşınacak toprağın kalmadığını göstermektedir. O halde kalitatif erozyon haritalama çalışmalarının Akçay'da yapılan III. faz haritalama gibi yapılması daha gerçeğe yakın olabilecektir.

6 HAVZA YÖNETİM TEKNİĞİ BAKIMINDAN GELİŞMİŞ ÜLKELER VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Havza yönetim tekniği bakımından gelişmiş ülkeler ve Türkiye'deki uygulamaların karşılaştırılmasında örnek ülkeler Yeni Zelanda ve Avustralya olarak seçilmiş ve değerlendirmeler bu ülkelerdeki örnekler göz önüne alınarak yapılmıştır.

6.1 YENİ ZELANDA-AVUSTRALYA HAVZA YÖNETİM (ÇİFTLİK) MODELİ⁹

6.1.1 Yeni Zelanda ve Avustralya Hakkında Genel Bilgiler

Yeni Zelanda yaklaşık 4,2 milyon nüfusa sahip, yüzölçümü 270.534 km²'dir ve Pasifik Okyanusu'nda iki büyük ve birçok küçük adadan oluşmaktadır. Ülke yağışlı ve ılıman bir iklime sahiptir. Ülkenin batı kıyısı doğu kıyısına nazaran daha yağışlıdır. New Plymouth bölgesi yılın 242 günü yağışlı olup yıllık ortalama yağış 1565 mm'dir. Ülkenin %28'i ormanlarla kaplıdır.

Avustralya ise 7.741.220 km²'lik bir alana sahip, nüfusu yaklaşık 23 milyondur. Avustralya bitki örtüsü açısından incelendiğinde kurak olan iç kısımlarında seyrek çöl bitkileri ile fundalar yer almaktadır. Ormanlar doğu sahillerinde çok görülür. Akasya ve Okalipütüs en sık görülen orman ağacı türleridir. Kuzeydoğu tropik ormanlarında palmye, çeşitli çam türleri bulunmaktadır.

6.1.2 Havza, Havza Yönetimi, Amaçları ve Planlama Esasları

Havza, topografik yapının sonucu olarak yağış sularının depolandığı, yüzeysel akışa geçen suların bir mecrada toplandığı ve bu olayların etki alanı içerisinde kalan sahaların tamamını kapsamaktadır. Havza yönetimi ise bir su toplama havzasında ekolojinin temel esasları dikkate alınarak, doğal kaynakların toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik kalkınmasını sağlayacak şekilde sürdürülebilir kullanımının planlanması, geliştirilmesi ve yönetilmesidir. Havza yönetiminin bu geniş anlamı, havzanın geliştirilmesi, havza toplumunun kalkınması ve sonunda kırsal kalkınma kavramları ile özdeş hale gelmektedir.

Yeni Zelanda ve Avustralya'da, havzalardaki doğal kaynakların mülkiyet belirsizliği, kadastro çalışmalarının tamamlanması ile giderilmiş, köylü ve çiftçi daha zengin olduğu için illegal faydalanmalar ortadan kalkmıştır.

⁹ Raporda yer alan bu örnek proje İsmail KÜÇÜKKAYA tarafından hazırlanmıştır.

Devlet, yağmur ormanlarının önemli bir bölümünü, dünya mirasları listesine almış, su ve toprak rejiminin korunması ve geliştirilmesi amacıyla ormanları koruma altına almış ve bu ormanlarda üretimi durdurmuştur. Odun üretiminin neredeyse tamamı özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir.

Bu ülkelerdeki havza yönetiminin amacı, havzada veya sınırları belli bir arazide aynı zaman ve mekân düzeni içerisinde ormancılık, hayvancılık ve tarım uygulamalarının ekonomik ve çevreyle ilgili etkileşimlerinden faydalanarak daha çok kâr ve fayda sağlamaktır. Başka bir ifade ile verimliliği artırmak ve üretim risklerini azaltmak amacıyla ağaçlandırmayı, mera otlandırmasını küçük ölçekte tarımı ve hayvancılığı bir bütünlük içerisinde yönetmek ve sürdürülebilirliğini sağlamaktır.

Bu model, sadece Yeni Zelanda'da değil Avustralya'da da önemli ölçüde kullanılan bir havza yönetim modelidir. Söz konusu bu ülkelerdeki arazi ve havza yönetim modelinde, havza yönetimi yanında Agrofrestry ifadesi de kullanılmaktadır. Uygulama projeleri havza bazında olduğu gibi büyük arazili çiftlik bazında da yapılmaktadır.

Havzada devlete ait ormanların büyük bölümünde istihsalinin durdurularak korumaya alınması, meralarda ortak kullanımının bulunmaması ve yatırım finansmanlarının tekli sektörlerce sağlanması havza yönetiminde kolaylık sağlamıştır. Sektör faaliyetlerinin cinsi ve miktarı, yoğun uygulamalı araştırmalara, faaliyetlerin ekolojik ve ekonomik bazda fayda masraf analizlerine, ekonomik gerekçelere ve iç ve dış pazar talebine dayalı olarak kırsal alandan belirlenmekte ve planlanmaktadır.

6.1.3 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

6.1.3.1 Hızlı Gelişen Tür Ağaçlandırmaları

Yeni Zelanda ve Avustralya'da ağaçlandırmanın genel amacı, rekabete ve ihracata dayalı yüksek kaliteli odun üretimidir. Ağaçlandırma çalışmaları planlanırken, üretilecek kerestenin pazar ihtiyacı ve fiyatı dikkate alınmaktadır. Hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları finansmanı kendileri tarafından karşılanan, özel mülkiyete sahip çiftlikler ve özel şirketler tarafından gerçekleştirilmektedir. Genellikle devlet bu ağaçlandırmalardan büyük oranda elini çekmiştir.

Ağaçlandırmalar, hızlı büyüyen ve en geç 25 - 30 yılda ekonomik yaşa ulaşan Pinus Radiata, Pinus Menziesii, Cupresus Macrocorpa gibi değerli orman ağacı türleri ile yapılmaktadır. Bunu gerçekleştirmek için de toprak tahliline dayalı, toplu çalışma imkânı sağlayan, verimli düz veya az meyilli araziler, rutubetli kuzey yamaçlar, sosyal ve ekonomik baskıdan uzak, ulaşımı kolay ve toprak derinliği 40 cm'den fazla, yıllık toplam yağışın 800 mm'den yüksek sahalara tercih edilmektedir.

6.1.3.2 Çiftlik Ormanları Tesisi

Geniş topraklı özel mülkiyete sahip çiftlikler, arazilerinin bir bölümünde orman yetiştirmektedirler. Bu şekilde yapılan ağaçlandırmaların amacı, ekonomik değeri daha az olan bir arazinin üretime sokulması, kaliteli kereste, sırik üretimi ile yakacak odun temini, hayvanların soğuktan ve rüzgârdan korunmasıdır.

6.1.3.3 Erozyonu Önleyen Çalışmalar

- Erozyon Kontrolü Ağaçlandırmaları: Toprağın ve su rejiminin düzenlenmesi amacıyla yapılan ağaçlandırmalardır. Geniş çiftlik sahalarının erozyona müsait alanlarında planlanır. Hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarına ve çiftlik ormanlarına nazaran daha uzun vadeli ve daha az ekonomiktir.
- Rüzgâr Koruma Tesisleri: Rüzgâr koruma şeritleri, tarımda verimi artırmak, merada küçükbaş ve büyükbaş hayvanları soğuktan ve rüzgârdan korumak, odun ve kereste üretmek için tesis edilir. Rüzgâr şeritleri genellikle tek, iki ve üç sıralı olarak tesis edilir. Rüzgâr koruma tesislerinin planlanmasında toprağın derinliği, yağış miktarı, hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti gibi verilere ihtiyaç vardır.
- Kumul Ağaçlandırmaları: Tarım arazilerini ve çiftlikleri kumul etkisinden korumak için planlanır. Amaç odun üretimi olmayıp sahanın korunmasıdır.
- Akan ve Kayan Yamaçların Stabilizasyonu: Akan veya kayan yamaçlar vejetatif veya sınıai tesislerle ile ıslah edilir.

6.1.3.4 Mera Islahı

Mera Islahı çalışmalarının amacı, küçükbaş ve büyükbaş hayvanların yetiştirildiği geniş çiftliklerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesidir. Ülkenin 9 milyon hektar mera alanı mevcuttur. Çiftlik mera çalışmalarının planlanmasında, meranın belirli bir süre kapanma, münavebeli otlatma, yerden ve havadan tohumlama ve gübreleme en önemli faaliyetlerdir.

Meranın yerden ve uçaktan ot ekimi ve gübreleme planlanmasında, toprak ve iklim verilerine ve arazi meyil gruplarına ihtiyaç vardır. Havadan tohumlama ve gübreleme, yıllık toplam yağışın 500 mm'den, yaz kuraklığının da 2 aydan fazla olduğu yerlerde uygulanmaktadır. İlk ve son don tarihleri, donlu gün sayısı ve kar örtüsü altındaki gün sayısı bilinmelidir. Ayrıca meranın hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti, uçaktan tohumlamada ve gübrelemede çok önemlidir. Çalışma zamanında rüzgârın şiddeti en fazla 24 km/saat olmalıdır.

Mera çalışmalarının izlenmesi ve değerlendirilmesi arazi incelemeleri şeklinde yapılmaktadır. Merayı temsil eden alanlarda toprak etüdü yapılmakta, tohumlamadan önce ve sonrasında mevcut bitki türleri, bitkilerin toprağı kapama yüzdesi, ekilen tohumun çimlenme yüzdesi ölçülmektedir. Mera otlatmaya açılmadan önce ve sonra benzer incelemeler yapılarak meranın durumu incelenmektedir. Yapılan izleme ve değerlendirme sonuçlarında meraların rehabilitasyonu sonucunda verimliliğin % 250 oranında arttığı ve hatta iyi bölgesel şartlarda bu oranın % 1500 olduğu tespit edilmiştir.

6.2 TÜRKİYE, YÜKSEK DAĞLIK SU HAVZALARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE HAVZA YÖNETİMİNİN AMACI VE PLANLAMA ESASLARI

6.2.1 Havzaların Mülkiyet Durumu

Türkiye dağlık su havzalarının orman ve mera kaynaklarının mülkiyeti tamamen devlete aittir. Marjinal ve küçük ölçekteki tarım alanları parçalı, mera ve ormanlarla iç içe, karmaşık ve mülkiyet açısından sorunludur. Ormanların, meraların ve orman içi ve kenarı tarım alanlarının kadastro bitirilememiştir. Kadastro tamamlanan orman ve meralarda dahi, doğal kaynaklara bağımlılık hâlâ devam etmektedir. Sürü hayvancılığının yem, kereste, yakacak odun ve tarımda tarla ihtiyacı, ormanlardan ve meralardan karşılanmaktadır.

6.2.2 Havza Yönetiminin Doğal, Sosyal ve Ekonomik Sorunları

Türkiye dağlık su havzaları yüksek rakımda, engebeli, taşlık ve kayalık, sıg topraklı, uzun bir dönem karla örtülü, soğuk kış şartları ile hassas ve kırılğan bir ekosisteme sahiptir. Özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ardı ve Toros Dağları'nın yüksek havzaları, şehirlere uzak köylere, doğal kaynaklara son derece bağımlı, az okumuş, fakir ve küçük ölçekte topraklı ve topraksız köylülere, sürü hayvancılığına, az gelişmiş ahır hayvancılığına, verimi düşük, miktarı ve çeşidi az ve pazara uzak tarımsal üretime sahiptir.

Bunun yanında havzada yaşayan nüfus, havza kapasitesinin üstündedir. Havzada işsizlik, yoksulluk ve göç, azalan genç bir nüfus ve artan yaşlı bir nüfus vardır. Kapalı bir ekonomi mevcuttur. Sel, taşkın, kuraklık, çölleşme ve kırsal fakirliğin mevcut olduğu sorunlu havzalardır.

6.2.3 Havza Yönetiminin Temel Amacı

Havza yönetiminin temel amacı, ormanların iyileştirilmesi ve çoğaltılması, meralarda ot veriminin artırılması, erozyonun, sel ve taşkınların önlenmesi, tarımsal üretimin artırılması ve sonuçta su havzalarında yaşayan kırsal nüfusun doğal kaynaklara olan bağımlılığının azaltılmasıdır.

6.2.4 Havza Planlama Tekniğinin Gelişimi

Türkiye dağlık su havzalarının iyileştirilmesinde yönetimin karar verme süreçleri gittikçe daha çeşitli ve karmaşık bir hale gelmektedir. Planlamada, havzanın her türlü sosyal, ekonomik, çevresel, kültürel ve politik değerleri de dikkate alınmaktadır. Bu durum, son yıllarda havzadan beklenen faydaların çeşitlenmesinden ve isteklerin artmasından kaynaklanmaktadır.

Yukarı havzalarda yaşayan yoğun insan nüfusu, aşırı kaynak tüketimi ve yoksulluk arasındaki sıkı ilişkinin varlığı, havza yönetim yaklaşımlarının çeşitlenmesine ve daha karmaşık olmasına sebep olmuştur.

Dünyada ve Türkiye'de doğal kaynaklarının korunmasında, geliştirilmesinde ve özellikle erozyonun azaltılmasında, katılımcı ve entegre planlama yapılmadan istenilen amaca ulaşılamayacağı anlaşılmıştır. Örnek vermek gerekirse,

tek başına bir sektör, havzalarda erozyonun azaltılması için birçok faaliyet yapsa da erozyonu istenilen seviyeye indiremediği, bu hususta diğer sektör yatırımlarına ve koordinasyonuna ihtiyaç olduğunu artık bilinmektedir.

Buna rağmen, dış kaynaklı projeler dışında, mevcut kurum ve kuruluşlar, çeşitli kurumsal ve yasal zorunluluktan dolayı, kırsal talep odaklı, katılımcı ve entegre havza proje planlaması yapamamaktadır. Havzada görevli kurumlar, planlarının yapımında, uygulanmasında ve sonuçlarının alınmasında, aralarında bir koordinasyon olmaksızın birbirlerinden bağımsız, habersiz şekilde çalışmaktadır.

Yatırımlarının finansmanı devlet tarafından karşılanmaktadır. Faaliyetlerin cinsi ve miktarı, ciddi bir fayda maliyet analizi yapılmadan veya bağımsız kuruluşlara yaptırılmadan, ekonomik ve sosyal gerekliliği çok da hesap edilmeden merkezden planlanmaktadır.

Uygulama projeleri, belirli fiziki sonuçları hedefleyen, mühendislik işlerine odaklı, toprak ve su planlama yaklaşımını içermektedir.

İzleme ve değerlendirme bir faaliyet olarak planlanmamıştır. İzleme, sayısal değerler üzerinden yapılmakta, sosyal, ekonomik ve dışsallığı içeren bir izleme ve değerlendirme gereklilik anlayışı ile yapılmamaktadır.

6.2.5 Havza Yönetimi Proje Uygulamalarının Yararları

Türkiye’de ilk havza projesi Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesidir. Proje havza bazında, katılımcı ve entegre olması ile bir ilktir.

Entegre havza yönetim çalışmaları, devlet tarafından finanse edilen yatırımların, farklı kurumlar tarafından yapılması ve uygulanmasıdır. Kurumsal ve finansal birliktelik etkili bir uygulama sağlamış ve tekil sektör yaklaşımlarının yerine birliktelik veya silo yaklaşımı zihniyetinin geliştirilmesini sağlamıştır.

Kurum ve kuruluşlar daha etkin bir hizmet sunabilmek için koordinasyon kapasitelerini geliştirmiş ve plan disiplini içinde çalışma ve uygulama alışkanları kazanmıştır.

Bir diğer gelişme, yerelde köy seviyesinde yaşanmıştır. Çiftçilerin birbirleri ile işbirliği yapma kapasitesi kuvvetlenmiş ve aynı zamanda çiftçi ve köylüler, sektör yatırımlarının daha iyi denetleyebilmişlerdir.

6.3 TÜRKİYE’DE VE BENZER ÜLKELERDE HAVZA YÖNETİMİNİN İZLEME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARINDA ÖNEMLİ TESPİTLER

- Proje başlangıç bilgileri, proje başlangıcından önce, zamanında toplanmadığından izlemede sıkıntılar olmuş, bazı faaliyetlerde hiç izleme yapılamamıştır.
- Proje tamamlandıktan sonra bazı projelerde izleme ve değerlendirme önemini yitirmiş ve tam olarak devam etmemiştir.

- Birçok projede izleme ve değerlendirme sistemi proje faaliyeti olarak alınmamış ve kullanılmamıştır.
- Havza projelerinin çoğu dağlık su havzalarında kırsal fakirliğin azaltılmasını amaçlamasına rağmen uygulamaların gerçek etkileri ölçülemedi. Havzada gelir artırıcı faaliyetler belirlenmiş, uygulamalar başarı ile gerçekleştirilmiş, ancak yoksulluğun azaltılmasına dair çok az raporlama ile karşılaşılmış ya da hiçbir raporlama ile karşılanmamıştır.
- Özellikle çevresel etkilerin ve dışsallıkların ölçülmesinde kaliteli bir veri yoktur. Proje dışsallıklarının ölçülmesi parça parça ve yetersizdir. Yukarı havza yatırımları ve aşağı havza etkileri arasında ilişkiler belirsizdir. Çok az projede planlanan faaliyetlerin ve uygulamaların uzun zaman sonucunda beklenen yararlı dışsallıklara dönüşüp dönüşmediği konusunda bilgiler varsa da belirsizlikler çok fazladır.
- Ekonomik analizler sadece havzadaki faaliyetlerle sınırlı olmuş, çevresel faydalarla ilgili dışsallıklar göz ardı edilmiştir. Hâlbuki önemli dışsallıklar, projenin ekonomik olup olmayacağı konusunda çok önemli bir veridir.
- Güçlü sivil toplum kuruluşlarının varlığı, havza faaliyetlerinin belirlenmesinde önemli bir güç kaynağıdır. Söz konusu bu örgütlerin projeye katılımları ve etkileri konusunda herhangi bir veriye rastlanılmamıştır.

6.4 GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE HAVZA YÖNETİMİNDE TEMEL FARKLILIKLARA ÖZET HALİNDE TOPLU BİR BAKIŞ

Gelişmiş ve az gelişmiş/gelişmekte olan ülkelerde havza yönetim anlayışı ve uygulamalardaki göze çarpan önemli farklılıklar Tablo 23'te toplu olarak sunulmuştur.

Tablo 23. Gelişmiş ve Az Gelişmiş/Gelişmekte Olan Ülkelerde Havza Yönetimindeki Temel Farklılıklar

Konular	Gelişmiş Ülkelerde Mevcut Durum	Az Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Mevcut Durum
Yönetimin Temel Amacı	<ul style="list-style-type: none"> • Su kalitesinin ve miktarının artırılması ve geliştirilmesi • Biyolojik çeşitliliğin, ekonomik türlerin korunması ve geliştirilmesi • Yaban hayatının korunması ve sürdürülebilirliği 	<ul style="list-style-type: none"> • Erozyonun önlenmesi, sel ve taşkın kontrolü • Ormanların korunması ve geliştirilmesi • Meraların ıslahı • Tarımsal üretimin geliştirilmesi • Gelir seviyesinin yükseltilmesi
Havza Rehabilitasyonundan Sağlanan Fayda	<ul style="list-style-type: none"> • Havza içinden çok havza dışı insanlara yönelik olması 	<ul style="list-style-type: none"> • Genellikle havza içi insanlarına yönelik olması
Arazi Kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Doğal kaynakların kullanılmasında, koruma ve kullanma dengesinin hâkim olması 	<ul style="list-style-type: none"> • Orman ve mera tahribatı, yanlış tarım, yamaç tarımı yapılması
Havzanın Nüfus Yoğunluğu	<ul style="list-style-type: none"> • Az, orta 	<ul style="list-style-type: none"> • Yoğun, çok yoğun

Konular	Gelişmiş Ülkelerde Mevcut Durum	Az Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Mevcut Durum
Altyapı	<ul style="list-style-type: none"> • Yollar standart • Elektrik, telefon ve şebekeli içme suyu mevcut • Isınma kömür ve elektrik 	<ul style="list-style-type: none"> • Yollar toprak ve stabilize • Elektrik ve telefon genellikle mevcut • Şebekeli içme suyu az, çoğunluk çeşmeli • Isınma çoğunlukla odun, kömür ve tezek
İnsanlarının Sosyal ve Ekonomik Durumu	<ul style="list-style-type: none"> • Okumuş, kendini geliştirmiş, zengin, büyük topraklı çiftçiler • Ahır hayvancılığı son derece gelişmiş, büyük hayvan çiftlikleri hâkim 	<ul style="list-style-type: none"> • Doğal kaynaklara bağımlı, az okumuş, fakir, küçük topraklı çiftçiler ve köylüler • Sürü hayvancılığı hâkim • Az gelişmiş ahır hayvancılığı
Mülkiyet	<ul style="list-style-type: none"> • Mülkiyet belirli, kadastro tamamlanmış • Tarım, orman ve merada genellikle özel mülkiyet hâkim 	<ul style="list-style-type: none"> • Mülkiyette devlet-halk işbirliği yaygın • Orman ve meralarda devlet mülkiyeti • Tarım, çok parçalı ve küçük arazilerde, marjinal tarım çok yaygın. • Özel mülkiyet yanında, devlet mülkiyetinde olup da tarım yapılan önemli ölçekte arazi mevcut
Sektör Yatırımları	<ul style="list-style-type: none"> • Kırsal alandan planlama ve uygulama • Katılımcı ve talebe dayalı entegre projeler • Güçlü sivil toplum örgütleri • Yoğun uygulamalı araştırmalar • Bağımsız izleme ve değerlendirmeler 	<ul style="list-style-type: none"> • Merkezden planlama ve uygulama • Kurum ve kuruluşlar arası zayıf koordinasyon • Zayıf sivil toplum örgütleri • Tek başına kurum ve sektör planlaması ve uygulaması • İzleme ve değerlendirme yok denecek kadar az
Havza Büyüklüğü	<ul style="list-style-type: none"> • Büyük ölçekte geniş havza 	<ul style="list-style-type: none"> • Küçük ölçekte mikro havza

7 EROZYONUN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİNDE ULUSLARARASI KABUL GÖRMÜŞ MODELLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ¹⁰

7.1 EROZYON MODELLERİ VE LİTERATÜR

Farklı alansal büyüklüklerde toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için birçok teknik geliştirilmiştir. Eğim ölçeğindeki veya belirli bir eğim boyunca yapılan ölçümler, arazi yapay yağmurlama ve yüzey akış parsel çalışmalarını içermektedir ve çeşitli bitkisel örtü ve toprak tipleri koşullarında erozyon oranları üzerine değerli veriler sağlamaktadır. Toprak kaybı tahmini modellerinin kalibrasyonu ve doğrulanması (geçerliliği) için gerekli olmalarına karşın, böyle arazi çalışmaları ancak bir veya birkaç eğim profili için uygulanabilir ve bütün bir havza için erozyonu değerlendirmek ve izlemek amacıyla doğrudan alansal dağılımları yapılamamaktadır (doğrudan parsel veya eğim ölçeğinden havza ölçeğine geçiş yapılamamaktadır). Bu yüzden, daha büyük alansal ölçeklerde (havza, bölge ve ülke ölçeklerinde) analizler ve yorumlamalar yapmak amacıyla tasarlanan yöntemlerin önemi gittikçe artmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojilerinin uygulanmasındaki son gelişmeler, bu gereksinimleri karşılamak için oldukça önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Modeller arasındaki ayırım, genellikle toprak erozyon süreçlerini temsil edebilmek için kullanılan karmaşıklık düzeyine ve modelin konumsal ve zamansal çözünürlüğüne dayanmaktadır. Modeller üç ana kategoride yer almaktadır: ampirik (deneysel), kavramsal ve fiziksel-tabanlı modeller. Tablo 24, sınıflandırma ve uygulama ölçekleri bakımından seçilmiş modelleri özetlemektedir ve model kısaltmaları ise Tablo 25'de verilmiştir. Bölgesel ölçekte toprak kayıplarını hesaplamak için en çok bilinen ve yaygın bir şekilde uygulanan ampirik modeller 1970'li yıllarda ABD Tarım Bakanlığı (USDA: United States Department of Agriculture) tarafından geliştirilen ETKE (Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği) (USLE: Universal Soil Loss Equation) ve bu eşitliğin yenilenen versiyonu YETKE (Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği) (RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation)'dir. Küçük eğim kesitleri için geliştirilmiş olmasına karşın, (Y)ETKE ve türevleri dünya genelinde birçok bölge-ölçeği çalışmalara dâhil edilmiştir. Avrupa Çevre Ajansı (The European Environment Agency) [Ref 92], ABD Tarım Bakanlığı [Ref 93] ve Avustralya Ulusal Su Kaynakları Bölümü Water Resources Audit of Australia) [Ref 94], sırasıyla CORINE, USLE ve SOILOSS olarak adlandırılan çok yönlü çalışmaları ortaya koymuşlardır. Kavramsal modeller, temel sediman taşınım, yüzey akış ve sediman birikimi süreçlerini bünyelerinde toplayarak erozyon koşullarını daha gerçekçi gösterebilirler. Fiziksel tabanlı modeller çok daha gelişmiş bir model yapısına sahiptirler; bir eğim kesitinde veya bir havzada akış ve sediman taşınmasını tanımlayan temel fiziksel eşitliklerin çözümüne dayandırılmışlardır [Ref 55].

¹⁰ Raporun bu bölümü ve uygulama örneği Prof. Dr. Günay ERPUL tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 24. Farklı Ölçeklerde ve Farklı Zaman Kesitleri İçin Yaygın Olarak Kullanılan Toprak Bozunumu Yaklaşımları ve Toprak Erozyonu Örnek Modelleri [Ref 56]

Kısaltma ve (Model Tipi)	Adı	Geliştiren	Amaç	Zaman Aralığı Hesaplama Birimi
(ACRU Kavramsal)	Tarımsal Havza Araştırma Modeli	Natal Üniversitesi-Ziraat Mühendisliği Bölümü	Alt-havza modellemesi	Günlük Alt havza
AGNPS (Kavramsal)	Tarımsal Kaynaklı Noktasal Olmayan Kirlilik	ABD Tarım Bakanlığı - Tarımsal Araştırma Servisi	Tarımsal havzalardan gelen yüzey akış sularının kalitesinin hesaplanması	Günlük olay tabanlı Hücre
CORINE (Deneysel ve uzman bilgisine dayalı)	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu	Avrupa Çevre Ajansı	Çok yönlü icraatları yapmak amacıyla kıta ölçeğinde ETKE etmeleri/göstergelerinin haritalanması ile toprak erozyonu tehlikesinin modellenmesi	Yıllık Kıtasal 1:1 milyon
EUROSEM (Fiziksel)	Avrupa Toprak Erozyon Modeli	Avrupa Birliği	Bir sağanak (yağış fırtınası) boyunca sediman taşınması, erozyon ve birikimin hesaplanması	Olay tabanlı, yağış kesilme noktasında Kanal, bir eğim kesiti boyunca
GLASOD (Uzman bilginse dayalı)	İnsan Kaynaklı Toprak Bozunumunun Küresel Değerlendirmesi	Uluslararası Toprak Referans ve Bilgi Merkezi (ISRIC)	Dünya genelinde birçok ülkede uzmanlar tarafından elde edilen dağıtılmış nokta verilerine dayandırılan gerçek toprak erozyonu	Hâlihazırdaki tehlike Küresel
KINEROS (Uzman bilgisine dayalı)	Kinematik Yüzey-akış ve Erozyon Modeli	ABD Tarım Bakanlığı - Tarımsal Araştırma Servisi	Küçük tarımsal ve kentsel havzalarda sedimantasyon, infiltrasyon, yüzey akış ve erozyon süreçlerini tanımlayan olay güdümlü ve fiziksel tabanlı model	Olay tabanlı Arazi
LISEM	Limburg Toprak Erozyon Modeli	Utrecht Üniversitesi Fiziki Coğrafya Bölümü ve Winard Staring Merkezi Toprak Fiziki Bölümü	EUROSEM'i esas alan, konumsal olarak dağıtılmış, fiziksel tabanlı hidroloji ve toprak erozyonu modeli	Olay tabanlı 100 km ² 'ye kadar olan havzalarda
MEDALUS	Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı	Avrupa Komisyonu	Güney Avrupa'da çölleşme etkilerinin anlaşılması ve azaltılması	Olay tabanlı, Günlük Arazi, havza
(R)USLE (Deneysel)	(Yenilenmiş) Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği	ABD Tarım Bakanlığı	Temel toprak erozyon etmenlerine dayandırılan yıllık parmak ve parmaklar-arası (sıçrama ve yüzey) erozyonu tahmin eden birleştirilmiş deneysel (ampirik) modeller	Yıllık Bir eğim kesiti boyunca
SLEMSA (Deneysel)	Güney Afrika Toprak Kaybı Hesaplama Yöntemi	Tarım Teknikleri Servisi Bölümü	Temel toprak erozyon etmenlerine dayandırılan yıllık parmaklar-arası (sıçrama ve yüzey) erozyonu tahmin eden birleştirilmiş deneysel (ampirik) modeller	Yıllık Bir eğim kesiti boyunca
SOILOSS (Deneysel)	YETKE Modelinin Avustralya Versiyonu	New South Wales Toprak Koruma Servisi	Avustralya koşullarına göre YETKE etmenleri kalibre ve modifiye-eden bir bilgisayar programı	Aylık, yıllık Kıtasal, Bölgesel
SWAT (Kavramsal)	Toprak ve Su Değerlendirme Aracı	ABD Tarım Bakanlığı - Tarımsal Araştırma Servisi	Ölçüm istasyonları olmayan kırsal havzalarda yönetim kararlarının sediman verimi üzerine olan etkilerinin tahmini	Günlük olay tabanlı Alt-havza
WEPP (Fiziksel)	Su Erozyonu Tahmin Projesi	ABD Tarım Bakanlığı - Tarımsal Araştırma Servisi	Toprak ve su korumanın planlanması ve değerlendirilmesi	Yağış kesilme noktasında, sürekliliği Kanal, bir eğim kesiti boyunca

Tablo 25. Farklı Ülkelerde Genellikle Kullanılan Erozyon Modellerinin Kısa-Adları İle Türkçe ve İngilizce Açılımları

Model Adı (Akronim)	İngilizce Açılımı	Türkçe Açılımı
ACRU	Agricultural Catchment Research Model	Tarımsal Havza Araştırma Modeli
AGNPS	Agricultural Non-point Source Pollution	Tarımsal Kaynaklı Noktasal Olmayan Kirlilik
CORINE	Coordination of Information on the European Environment	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu
EUROSEM	European Soil Erosion Model	Avrupa Toprak Erozyon Modeli
GLASOD	Global Assessment of Human-induced Soil Degradation	İnsan Kaynaklı Toprak Bozunumunun Küresel Değerlendirmesi
KINEROS	Kinematic Runoff and Erosion Model	Kinematik Yüzey-akış ve Erozyon Modeli
LISEM	Limburg Soil Erosion Model	Limburg Toprak Erozyon Modeli
MEDALUS	Mediterranean Desertification and Land Use	Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı
R)USLE	(Revised) Universal Soil Loss Equation	(Yenilenmiş) Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği
SLEMSA	Soil Loss Estimation Method for Southern Africa	Güney Afrika Toprak Kaybı Hesaplama Yöntemi
SOLOSS	Soiloss: Australian version of the RUSLE	YETKE Modelinin Avustralya Versiyonu
SWAT	Soil and Water Assessment Tool	Toprak ve Su Değerlendirme Aracı
WEPP	Water Erosion Prediction Project	Su Erozyonu Tahmin Projesi

Diğer kategoriler devamlı simülasyon modellerini (Örn: SWAT, AGNPS, ACRU), olay-tabanlı modelleri (Örn: KINEROS, LISEM), birleştirilmiş modelleri (Örn: RUSLE, SLEMSA) ve dağıtılmış modelleri (Örn: KINEROS) içerirler. İlk kategori bir gün içerisinde bir saatlik zamansal dilimleri simüle etmektedir; ikinci kategori tek bir bağımsız yağış olayını simüle etmek için küçük bir zaman dilimini (< 1 dk) kullanmakta; üçüncü kategori konumsal değişkenliği olmayan girdi parametrelerinin yalnız bir tek değerini almaktadır. Son kategoride ise konumsal değişkenliği hesaba katarak konumsal olarak dağıtılmış parametreler model bünyesine katılmıştır.

Modellerin veri gereksinimi konumsal ve zamansal (olay-tabanlı ve zamansal-devamlı) karmaşıklığın hesaba katılması ile önemli ölçüde artar. Örneğin, dağıtılmış ve devamlı simülasyon modelleri, iklim ve arazi kullanımı için çok miktarda konumsal ve zamansal verilere gereksinim duyarlar. Özellikle, tarımsal faaliyetler sonucu toprak yapısında meydana gelen değişimler gibi ek bilgiler sonuçların kalitesini büyük oranda artırır. Fakat karmaşık modeller, çoğunlukla araştırma havzaları ile sınırlı kalır ve bölgesel devlet politikalarını oluşturmak ve uygulamak için gerek duyulan zaman süreleri açısından pek uygun değildirler. Prosser vd. (2001)'e göre, bu nedenden dolayı özellikle bölgesel ölçekte daha karmaşık modellere kıyasla ampirik modeller sıklıkla tercih edilmektedir [Ref 57]. Ampirik modeller sınırlı verisi olan alanlarda uygulanabilir ve bilhassa sediman kaynaklarının belirlenmesinde ilk adım olarak oldukça kullanışlıdır.

Ek olarak, model girdi hataları artan model karmaşıklığı ile artış gösterebilir. Bu, WEPP ve KINEROS gibi Amerikan modellerinin veya EUROSEM ve MEDALUS gibi Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiş modellerinin uygulanmasını engeller. Garen vd. (1999)'a göre, Doğal Kaynaklar Koruma Servisi (NRCS: Natural Resources Conservation Service) (vaktiyle Toprak Koruma Servisi) (SCS: Soil Conservation Service)'nin eyalet ve arazi teşkilatlarında WEPP gibi fiziksel süreç tabanlı modellerin uygulanacağı beklenmemektedir [Ref 58]. Bunun yerine RUSLE, SWAT ve AGNPS olarak adlandırılan ampirik ve kavramsal modeller, bölgesel ölçekteki modellemeler için NRCS tarafından benimsenmiştir. Bir kullanıcı ara yüzü, AGNPS ve SWAT modelleri için ABD'de geliştirildiği gibi, anahtar veritabanlarına erişimi kolaylaştırmaktadır ve veri kümeleri girişini hızlandırmaktadır. CBS ve sayısal arazi analizleri algoritmalarını (çözüm yollarını) içeren yöntemler rahatlıkla erişilebilir ve modellerdeki hidrolojik süreçlerin tanımlanmasını sürekli geliştirmektedir. Böyle algoritmalar hâlihazırda havza sınırlarının teşhis edilmesinde, akarsu ağlarının belirlenmesinde ve yüzey akış yollarının saptanması ve oluşturulmasında kullanılmaktadır.

Toprak erozyonunun modellenmesi, veri değişkenliği, aşırı parametrisasyon (çok fazla model parametresinin olması), gerçekçi olmayan girdi ihtiyaçları, model varsayımlarının uygun olmayışı veya arazi koşullarını temsil etmeyen parametre değerleri ve doğrulama verileri eksikliğini kapsayan bir dizi sorun ile uğraşmaktadır. Erozyon modellerinin nitelikleri üzerine yapılan bazı değerlendirmeler, konumsal erozyon dağılımının zayıf bir şekilde tahmin edildiğini göstermiştir [Ref 55], [Ref 59]. Ayrıca, mutlak erozyon miktarlarının doğru tahminlerini elde etmek için modellere nadiren güvenilmektedir. Yeterli girdi verileri ve kalibrasyon olmaksızın, modellerden sadece arazi yönetiminin erozyon üzerine etkilerinin görece durumunu vereceği beklenilmelidir. Girdi verileri hazırlığı zahmetli bir iştir ve modellerin işletilmesi ve çalıştırılması mekanizmaları bazen karmaşık ve anlaşılabilir olabilmektedir [Ref 55]. Çabaların büyük bir kısmı, genellikle ham veri biçiminde elverişli olan birkaç temel değişkenden türetilen girdi veri kümelerinin oluşturulması için harcanmaktadır. Bu sınırlamalara rağmen, erozyon modelleri, senaryo analizleri, tehlike değerlendirmeleri, araştırma ve toprak koruma hedefleri için önemli karşılaştırmaları yapmak amacıyla modifiye edilmekte ve ülke, bölge ve havza ölçeklerinde uygulanmaktadır.

Yukarıda belirtildiği üzere, ampirik ve kavramsal modeller ülke, bölge ve havza ölçeklerinde toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için daha çok benimsenmektedir. Uzman bilgisine dayalı yaklaşımlar [Ref 60], erozyon süreçlerinin hangi alanlarda önemli olduğunu gösteren niteliksel haritalar üretmektedir. Ancak, bu tür yaklaşımların önemli bir kısıtı, alansal sınırların hangi ölçütlere göre belirlendiğine dair açık bir tanımlama yapamamasıdır [Ref 61].

Faktöriyel derecelendirme veya sınıflandırma, toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yaklaşımdır [Ref 62]. Örnek olarak, Akdeniz bölgesindeki erozyon tehlikesinin CORINE yöntemi (CORINE, 1992) ile değerlendirilmesi verilebilir. Bu yaklaşımda erozyon tehlikesi, toprak erozyon duyarlılığı 4 sınıf, yağışların erozyon oluşturma gücü 3 sınıf ve eğim derecesi 4 sınıfta olacak şekilde faktöriyel puanlama ile değerlendirilmiştir. Sınıflara verilen sayısal değerler birbiri ile çarpılarak, potansiyel erozyon tehlikesini gösteren haritalama birimleri elde edilmiştir. Gerçek toprak erozyon tehlikesinin belirlenmesi aşamasında ise potansiyel toprak erozyon tehlikesi sınıfları, 2 sınıf olarak verilen arazi örtüsü ile birlikte değerlendirilmektedir.

Yine, uzman bilgisine ve faktöriyel sınıflandırmaya dayalı diğer bir yöntem, ulusal düzeyde Fransa'daki erozyon tehlikesinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır [Ref 63]. CORINE benzer şekilde, bu yöntemde de, sayısal değerlerin

arazi örtüsü (9 sınıf), toprakların kabuk oluşumuna duyarlılığı (4 sınıf), eğim derecesi (8 sınıf) ve toprak erozyon duyarlılığı (3 sınıf) faktörlerine dayandırılması ile işlev görmektedir. Bu şekilde, toprak, bitki örtüsü, eğim ve iklim arasındaki etkileşimler belirli oranlarda göz önünde bulundurulmaya çalışılmıştır.

Puanlandırmaya dayandırılan yöntemlerin çoğunda görülen bir sorun, bu yöntemlerin, sonuçların sayısal değerlerin belirlenme şekliyle çok fazla etkileniyor olmasıdır. Buna ek olarak, kaynak verilerinin sınıflandırılması, örneğin eğim sınıfları, detay kayıplarına neden olmaktadır. Bu yüzden, sonuçların analizi, belirlenen sınıfların alt – üst sınırlarına ve kullanılan sınıfların sayısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Sonuç olarak, faktöriyel yöntemler niteliksel erozyon sınıfları ürettiklerinden, bu sınıfların yorumlanması oldukça güç olmakta ve toprak koruma yöntemlerinin uygulanmasında sorunlar yaşanmaktadır.

Uzman bilgisine dayanan ve faktöriyel yöntemlerin yanında, toprak erozyon tehlikesini değerlendirmede kullanılan birçok matematiksel model bulunmaktadır. Belirli bir modelin seçimi büyük oranda ulaşılmak istenen amaca ve kullanılması mümkün veri, zaman ve parasal kaynağa bağlı olmaktadır. Jager (1994), Baden-Württemberg (Almanya)'da, toprak erozyon tehlikesini değerlendirmek amacıyla, deneysel toprak kayıpları tahmini denklemini (Universal Soil Loss Equation, USLE) kullanmıştır [Ref 64], [Ref 65].

De Jong (1994), SEMMED modelinin temeli olarak Morgan, Morgan ve Finney modelini (Morgan *et al.*, 1984) kullanmıştır [Ref 66], [Ref 67]. Model değişkenleri, meteoroloji verileri, toprak haritaları, farklı-zamanlı uydu görüntüleri, sayısal yükselti modeli ve sınırlı sayıdaki arazi verilerinden elde edilmiştir. Böylece, detaylı arazi etütlerine gereksinim duyulmaksızın, büyük alanlarda toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Şimdiye kadar, SEMMED modeli, Güney Fransa'daki Ardeche bölgesi ve Peyne havzasında bölgesel erozyon haritalarının üretilmesinde başarı ile kullanılmıştır [Ref 66], [Ref 68].

Kirkby ve King (1998), matematiksel modele dayalı bir yaklaşım kullanarak tüm Fransa'nın toprak erozyon risk değerlendirmesini yapmışlardır [Ref 69]. Model, herhangi bir yağış ile oluşabilecek toprak erozyonunu hesaplamayı amaçlamıştır ve toprak erozyon duyarlılığı, topografya ve iklimi girdi parametreleri olarak kullanmaktadır. Toprak özellikleri ve arazi örtüsüne bağlı olarak, kritik eşik değeri üzerindeki yağışların yüzey akışları desteklediği ve erozyonun da yüzey akışlarla orantılı olarak değiştiği kabul edilmiştir. Aylık ve yıllık erozyon tahminleri, yağışların frekans dağılımlarından elde edilmiştir.

Bölgesel veya daha büyük ölçeklerde niceliksel modeller uygulandığında, birçok sorun ortaya çıkabilmektedir. İlk olarak, erozyon modellerinin çoğunluğu parsel ölçeğinde geliştirilmiştir; yani toprak kayıplarının noktasal tahminlerini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu modeller büyük ve geniş alanlarda uygulandığında, model çıktılarının dikkatli bir şekilde yorumlanması gerekmektedir. Tek bir tarımsal arazideki toprak kayıplarını tahmin etmek amacıyla tasarlanan bir modelin, 50 m veya daha büyük pikseli bir grid ölçeğindeki bir bölgeye uygulandığında, doğru erozyon tahminlerini üretmesi beklenilemez. Hangi erozyon süreçlerinin gerçekte modellendiğinin bilinmesi gerekmektedir. Örneğin, USLE sadece parmak ve parmaklar-arası erozyonu (parçalanma ve yüzey erozyonu) tahmin etmek için

geliştirilmiştir. Bu yüzden, bu modelin, oyuntu erozyonu ve toprak kayması gibi kütle hareketlerinin hâkim olduğu yerlerde iyi bir şekilde kullanılması beklenilemez.

Ayrıca, bölgesel veya ülkesel ölçekte, çoğunlukla model girdi parametrelerinin (toprak ve bitki parametrelerinin) doğrudan arazide belirlenmesi pek mümkün değildir. Genellikle, model parametreleri, toprak ve bitki haritalama birimlerine sayısal değerlerin verilmesi veya bitki örtüsü ve bazı uydu kökenli spektral indisler arasındaki regresyon aracılığıyla yaklaşık olarak belirlenebilmektedir. Ancak, bu yaklaşım arazi çalışmalarından elde edilen parametre değerlerinden çok daha az güvenilir değerler üretecektir. Bütün bunlar yüzünden, modellerce üretilen görelî toprak kaybı değerleri, mutlak değerlerden genellikle daha güvenilir olmaktadır ki bu da, model bulgularının, doğru ve mutlak erozyon oranlarını sağlamaktan daha çok, görelî farklılıkların genel bir desenine veya yayılımına geniş bir bakış oluşturduğu bilindiği sürece bir problem oluşturmayabilir. Bu yüzden, model girdi verilerinin elverişliliği, bölgesel/ülkesel ölçekte bir erozyon modeli seçileceğinde, en önemli konu olmaktadır. Eğer yeterli girdi verileri elverişli değil ise, karmaşık bir modelin kullanılması pek akılcı değildir. Veri noksanlığında modelin çalıştırılması, bazı parametrelerin tahmin veya sabit olarak kabul edilmesine neden olacağından, elde edilen bulgular, daha az veri gerektiren basit bir modelden elde edilenlerden daha az güvenilir olabilir [Ref 70]. Bunun yanında, model girdilerindeki belirsizlikler modelin tümünde etkili olabilir, bu nedenle, girdi verileri niteliği yeterli değil ise, çok parametrelî modellerin kullanılmasında dikkatli olunmalıdır.

Aşağıda ülke, bölge ve havza bazında toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için kullanılan uluslararası proje örnekleri verilmiştir.

7.2 AVRUPA'DA TOPRAK EROZYON TEHLİKESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ ÖRNEĞİ

7.2.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler

Avrupa'da su erozyonu tehlikesinin boyutları önemli olduğu için, önlenmesi hem ülkeler ekonomisini hem de doğal kaynakların, özellikle toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından kaçınılmaz görünmektedir. Üye ülkelerin güncel verileri ile yapılan bu çalışma, bölgeler ve havzaların görelî farklılıklarının genel durumunun ortaya konulması ile toprak-su koruma açısından öncelikli alanların belirlenmesini öngörmüştür. Bölgesel ve havza ölçeğinde yapılacak kalkınma projelerinin hazırlanmasında yardımcı olabileceği gibi, projenin korumalı tarım yöntemlerinin planlanmasına öncülük etmesi beklenmektedir. (Y)ETKE teknolojisi, toprak oluşum hızı ile orantılı bir şekilde, izin verilebilir toprak kayıplarını göz önünde bulundurarak bitki deseninde yapılabilecek değişimleri ve uygulanacak tarım ve koruma tekniklerini ortaya koyduğundan, hazırlanan sayısal haritaların, bu alanda çalışan uzman ve mühendisler tarafından yaygın bir şekilde kullanılacağı da beklenmektedir. Proje çıktıları yardımıyla, belirli bir bölge/havza ve iklim koşulları altında, farklı bitki desenleri ve tarım teknikleri senaryoları ile toprak kayıpları tahminleri kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada kıtasal ölçekte Avrupa'da toprak erozyon tehlikesini değerlendirmek için model-tabanlı bir yaklaşım kullanılmıştır. Yukarıda açıklandığı gibi, bölgesel, ülkesel veya kıtasal ölçekte toprak erozyonu tehlikesi değerlendirildiğinde, girdi verilerinin elverişliliği önemli bir seçim kistası olarak karşımıza çıkmaktadır. Şimdiye değin

geliştirilen modeller ile karşılaştırıldığında, daha yaygın bir şekilde farklı ölçeklerde uygulanabilen ve daha az veri gereksinimi olan (Y)ETKE modeli [Ref 71] kullanılmıştır. (Y)ETKE, ABD’de erozyon parsellerindeki toprak kaybı oranlarının regresyon analizlerine dayandırılmış basit bir ampirik (deneysel) modeldir (Tablo 24). Model tarım arazilerinde uzun dönem erozyon oranlarını hesaplamak amacıyla tasarlanmıştır. (Y)ETKE’nin birçok eksikliği ve kısıtları olmasına karşın, göreceli basitliği ve yapısal tutarlılığı yüzünden yaygın olarak kullanılmaktadır [Ref 72]. Ayrıca, standardize edilmiş bir yaklaşımı temsil etmektedir.

Proje, ayrıntılı niceliksel bir değerlendirmeden daha çok, Avrupa’da erozyon tehlikesinin bölgesel dağılımının geniş bir görünümünü vermeyi amaçlamıştır. Böylece toprak erozyonuna duyarlı alanlar belirlenecek, etkilenen alanların genişliği veya konumsal dağılımı üzerine bilgiler elde edilecek ve en nihayetinde, mümkün olur olmaz, sorunu kontrol altına almak amacıyla önlemlerin geliştirilmesinde yardımcı olacaktır.

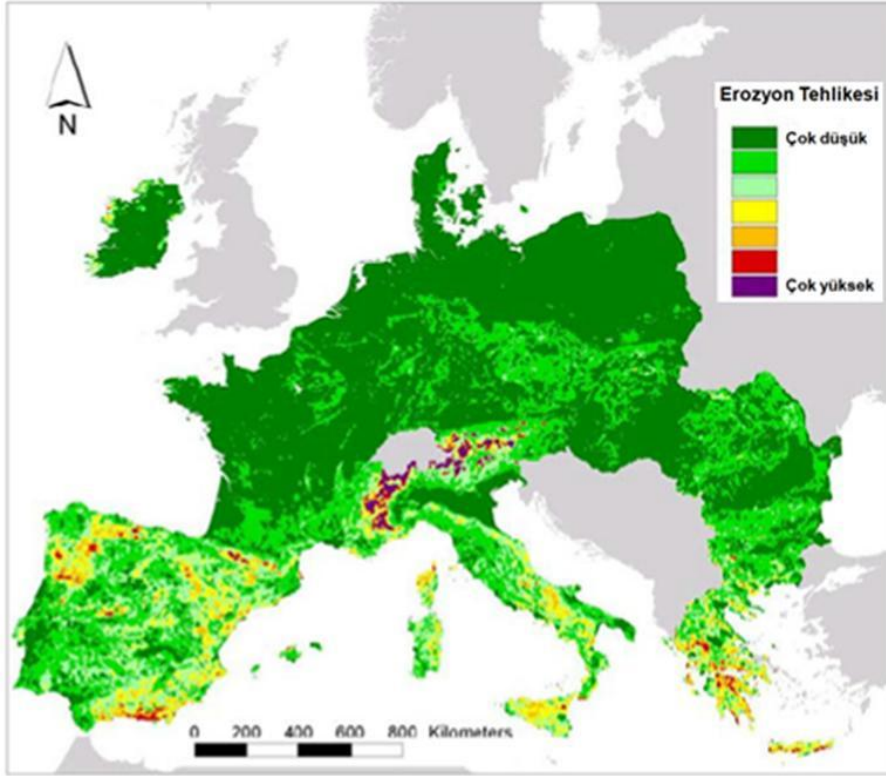
7.2.2 Proje Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın konusu, Avrupa geneli için su erozyonunun dağılımı ve şiddetini gösterir toprak erozyon haritalarının hazırlanmasıdır. Proje, Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (ETKE) ile Avrupa’da ülkesel olarak mevcut sayısal veritabanları ve CBS yöntemleri kullanılarak toprak erozyon tehlikesi ortaya konulmuştur. Yukarıda belirtildiği gibi sonuç haritalarının, bölgesel veya havza bazında yapılacak daha detaylı erozyon araştırmalarının planlanmasında kullanılabileceği gibi, toprak ve su koruma çalışmalarının yapılmasında da yardımcı olacağı amaçlanmıştır.

Modern sayısal teknikleri kullanarak Avrupa’da erozyon miktarını hesaplamak için, kıtasal ölçekte erozyon tehlikesini değerlendirmeyi amaçlayan bu projenin sonuç çıktıları, erozyona duyarlı bölgeleri belirlemeye yardımcı olarak kullanılabilen haritalardan oluşmaktadır. Örnek bir harita Şekil 66’da verilmiştir. Bu çalışma, sadece parmak ve parmaklar-arası erozyon tehlikesini belirlemeyi amaçlamıştır.

7.2.3 Belirlenen Temaların Değerlendirilmesi

Projede eldeki veritabanları ve (YETKE)/CBS/SYM (Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği/Coğrafik Bilgi Sistemleri/Sayısal Yükselti Modeli) teknolojisi kullanılarak, Avrupa geneli için sayısal su erozyonu haritasının yapılmasıdır. Toprak erozyon potansiyeli, iklim, toprak, topografya ve arazi kullanımının ölçülebilir ve hesaplanabilir parametrelerinden ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak hesaplanmış, böylece Avrupa’daki su erozyonunun dağılımı ve şiddeti güncel hale getirilmiştir ve (Y)ETKE yöntemi ile Avrupa Erozyon Haritası [Ref 73] tamamlanmıştır.



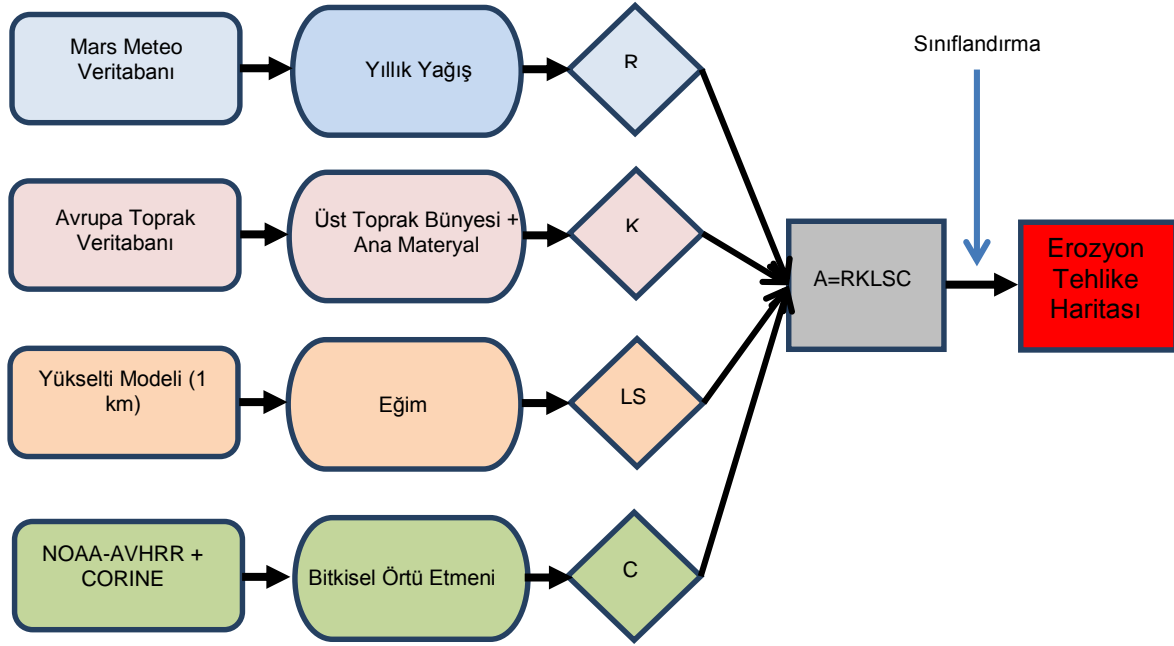
Şekil 66. Avrupa Ölçeğinde Erozyon Tehlikesi

7.2.4 Projede Kullanılan Model, İzlenen Parametreler, Veriler ve Yaklaşımlar

Çalışma yöntemi olarak (Y)ETKE erozyon tahmin teknolojisi kullanılmıştır; eşitliği ile eşitlik parametrelerinin hangi veritabanlarından elde edileceğini gösterir şema ve 'işlem akış şeması' aşağıda sırasıyla Eş. [1] ve Şekil 67'de verilmiştir.

$$A = RKLSCP \quad [1]$$

Burada, A: ortalama yıllık toprak kaybı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$); R: yağış aşındırma enerjisi ($= E \times 130$) ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$); K: toprak erozyon duyarlılığı ($\text{ton ha}^{-1} \times \text{ha MJ}^{-1} \times \text{h mm}^{-1}$); L: eğim uzunluğu; S: eğim dikliği; C: bitkisel örtü ve ürün yönetimi ve P: toprak-su koruma önlemleri etmenidir. Toprak-su koruma mühendislik önlemleri alınmadığı kabulüne dayanılarak, $P = 1$ olarak alınmıştır.



Şekil 67. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Hazırlanmasında Kullanılan Veritabanları ve Parametreleri Gösterir Akış Şeması

Şekil 67'deki akış şemasında görüldüğü üzere modelin R, K, LS ve C parametreleri, Mars Meteorolojik Veritabanı (İklim), Avrupa Toprak Veritabanı (Toprak), Sayısal Yükselti Modeli (Topografya) ve NOAA-AVHRR uydu görüntüsü ile CORINE (Bitki örtüsü) veritabanı sırasıyla kullanılmıştır.

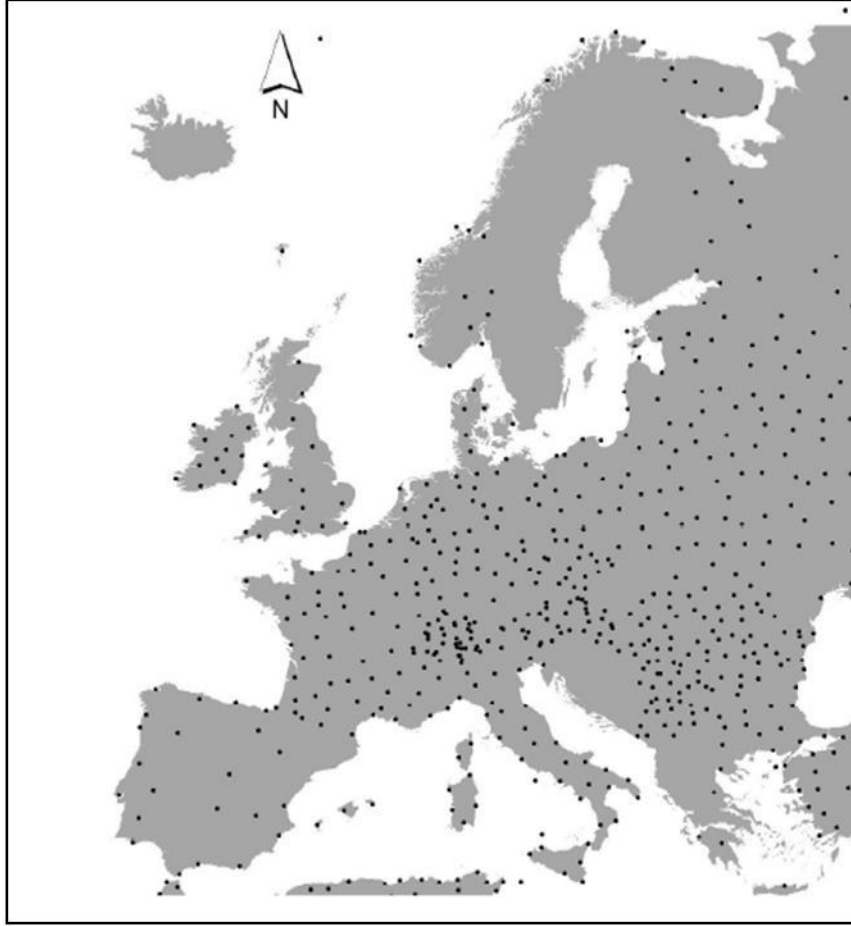
Avrupa toprak erozyonu değerlendirme sisteminde R etmeni hesaplanmasında, gerekli veri kümeleri her ülkenin standart iklim istasyonlarında ölçülmediği için, genellikle R ile hâlihazırda elverişli olan yağış parametreleri arasındaki ilişkiler kullanılmıştır. Bunlar, Eş. [2]'de Baviera-Almanya (Rogler ve Schwertmann, 1981) [Ref 74] ve Eş. [3]'te Toskana-İtalya (Zanchi, kişisel irtibat) için verilen eşitliklerdir.

$$R = 10 \cdot (-1,48 + 1,48N_s) \quad [2]$$

Burada. R: Ortalama yıllık yağış erozyon oluşturma gücü ($MJ.mm.ha^{-1}saat^{-1}yıl^{-1}$) ve N_s : Yaz mevsimi ortalama yıllık yağış miktarıdır (Mayıs-Ekim) (mm)

$$R = aP_j \quad [3]$$

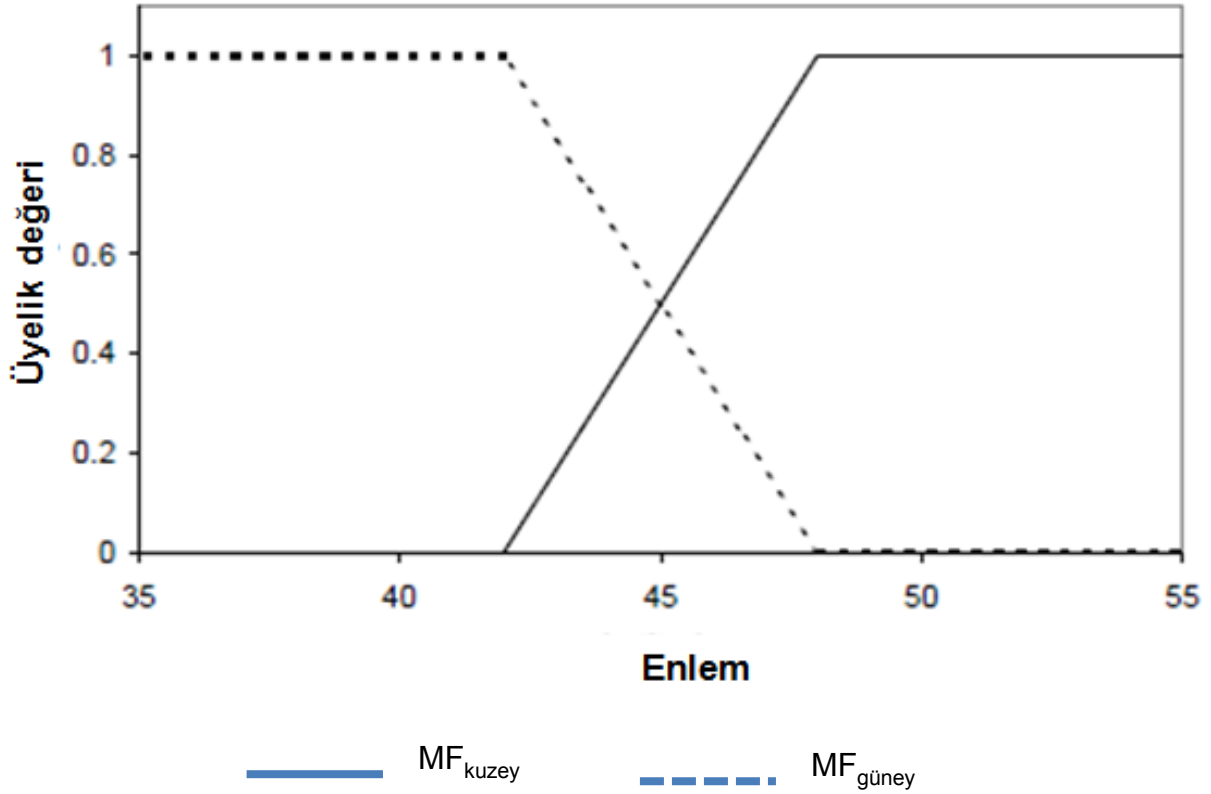
Burada P_j : Yıllık yağış (mm) miktarıdır. Eş.[3], 25 farklı bölge ölçümlerine dayandırılmıştır ve parametrelerinin değişim aralığı $1,1 \leq a \leq 1,5$, (ort. 1,3) ve $600 \leq P_j \leq 1200$ mm'dir. (Y)ETKE-R etmeninin belirlenmesinde kullanılan iklim istasyonların kıta üzerinde dağılımı Şekil 68'de gösterilmiştir.



Şekil 68. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Elde Edilmesi İçin Gerekli Yağış Verilerinin Kullanıldığı İklim İstasyonlarını Gösterir Harita

Ayrıca, Avrupa genelinde (Y)ETKE-R etmenini belirlemek amacıyla sadece iki bölgede belirlenen eşitlikler kullanıldığından (Eş. [2] ve Eş. [3]), bu eşitlikleri konumsal olarak tüm kıta üzerinde dağıtabilmek için bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır (Şekil 69). İlgili eşitlik aşağıda verilmiştir (Eş. [4]).

$$R_{fuzzy} = MF_{kuzey} \cdot R_{kuzey} + MF_{güney} \cdot R_{güney} \quad [4]$$



MF_{kuzey}: kuzeylilik (kuzeyli olma) bağıntısı

MF_{güney}: güneylilik (güneyli olma) bağıntısı

Şekil 69. Bulanık (Fuzzy) Yağış Erozyon Oluşturma Gücü

Bu yöntem ile elde edilen Avrupa yağış erozyon oluşturma gücü (YETKE-R) haritası Şekil 70'de verilmiştir.

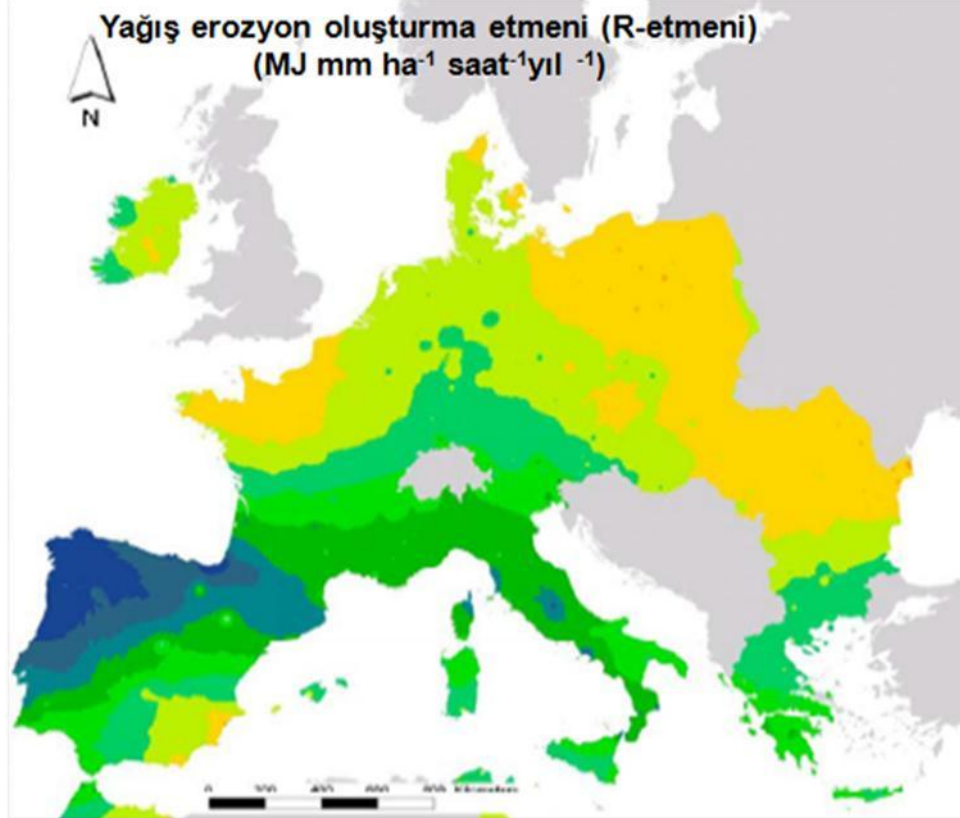
Yüzey toprağı bünye verileri Avrupa Toprak Jeo-grafiksel Veritabanından alınmıştır [Ref 75]. (ESGDB: Europe Soil Geographical Data Base [ölçek: 1/1.000.000]). Veritabanında bünye bilgisi “toprak tipolojik birimi” (Soil Typological Unit = STU) düzeyinde işlenmiştir. Her bir toprak haritalama birimi (Soil Mapping Unit = SMU) bir veya daha fazla STU'dan oluşmuştur (Tipoloji: tiplendirme, tür bilimi) (Şekil 71). Avrupa Toprak Veritabanında bulunan toprak haritalama birimlerindeki her bir birleşim için bir yöntem geliştirilmiştir ve daha sonra, Römken vd. (1986) tarafından verilen eşitlikler kullanılarak K faktörü hesaplanmıştır [Ref 76]:

$$K = 0,0034 + 0,0405 \cdot \exp \left[-0,5 \left(\frac{\log D_g + 1,659}{0,7101} \right)^2 \right] \quad [5]$$

Burada, K: toprak erozyon duyarlılığı (ton ha⁻¹ × ha MJ⁻¹ × h mm⁻¹) ve D_g: birincil toprak taneciklerinin geometrik ortalama çapıdır (mm) ve aşağıdaki eşitlik ile bulunacaktır:

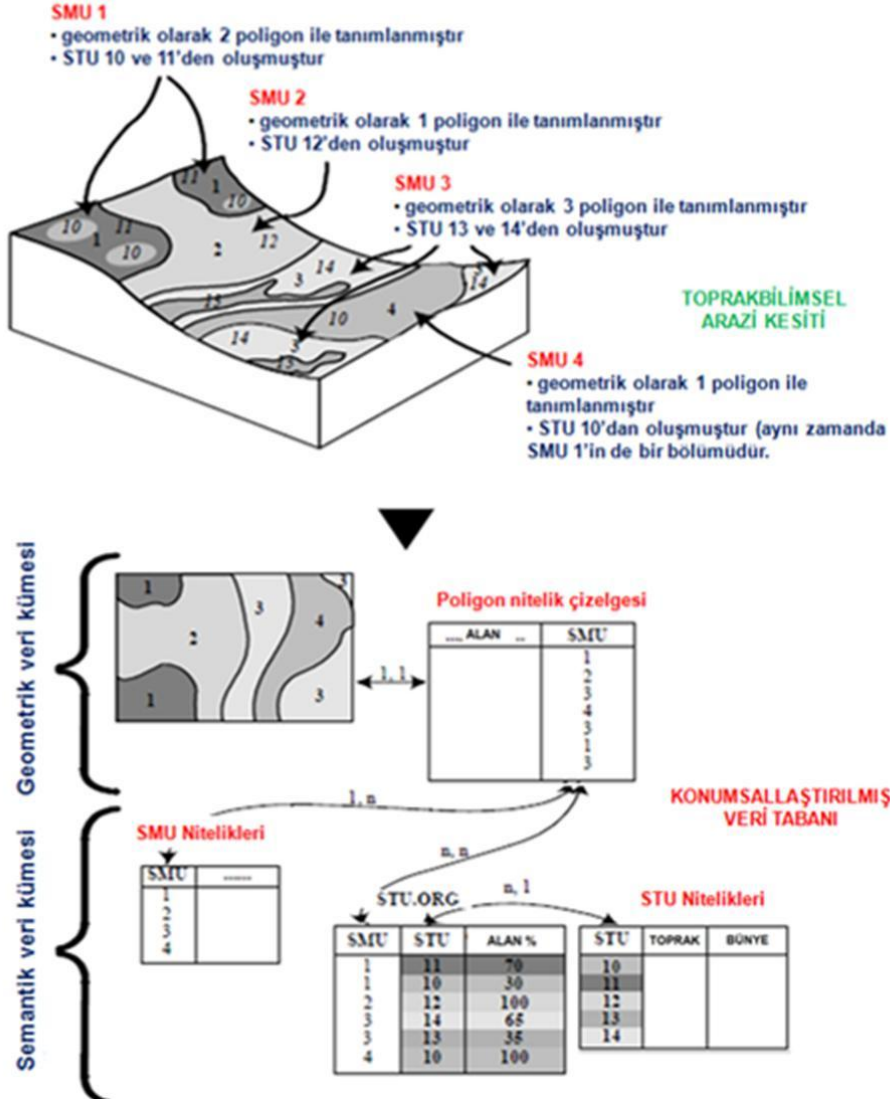
$$D_g = \exp \left[\sum f_i \cdot \ln \left(\frac{d_i + d_{i-1}}{2} \right) \right] \quad [6]$$

Burada, d_i ve d_{i-1} sırasıyla tanecik çapının üst ve alt sınırını göstermektedir (mm). Eşitliklerde, kum, silt ve kil için d_i ve d_{i-1} değerleri 0,05 – 2 mm; 0,002 – 0,05 mm ve < 0,002 mm olarak kullanılmıştır. f_i her bir tanecik sınıfının ağırlık %'sidir.



Şekil 70. Avrupa (Y)ETKE-R Haritası

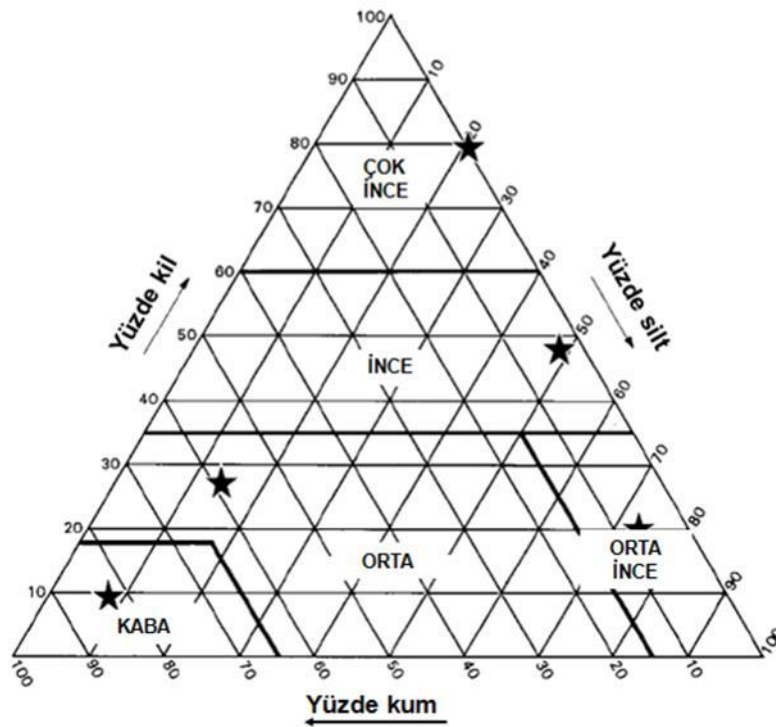
Avrupa jeo-grafiksel toprak veritabanı bilgi düzeninde her bir bünye sınıfı için temsili bünye parametreleri Tablo 26'da ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Proje kapsamında (Y)ETKE-K etmeni için değerlendirilen toprak verileri kil, silt, kum yüzdeleridir. Bünye üçgeni içerisinde bünye parametrelerinin konumu Şekil 72'de gösterilmiştir. Bunlar belirlendikten sonra, Eş. [5] ve [6]'da verilen Römken vd. (1986) [Ref 76] bağıntıları kullanılarak (Y)ETKE-K etmeni hesaplanmıştır. Neticede, Şekil 71'de verilen haritalama birimlerine hesaplanan değerler girilerek Avrupa (Y)ETKE-K Haritası elde edilmiştir (Şekil 73).



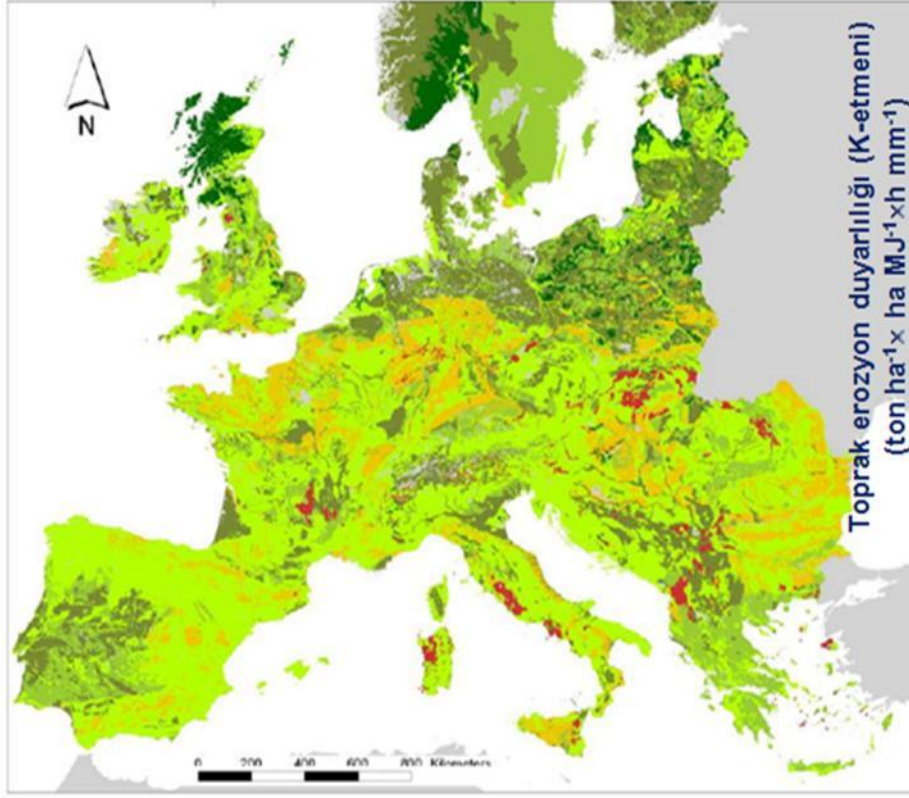
Şekil 71. Avrupa Jeo-Grafiksel Toprak Veritabanında Bilgi Düzeni, Toprak Haritalama Birimlerindeki Tipolojiler ve (Y)ETKE-K Etmeni Hesaplama Yöntemi

Tablo 26. Avrupa Jeo-grafiksel Toprak Veritabanı Bilgi Düzeninde Her Bir Bünye Sınıfı İçin Temsili Bünye Parametreleri

Bünye	STU'da bulunan baskın yüzey bünye sınıfı	% kil	% silt	% kum	K
0	Veri yok	-	-	-	
9	Bünye yok (organik top, ...)	-	-	-	
1	Kaba (kil < %18 ve kum > %65)	9	8	83	0,0115
2	Orta (%18 < kil < %35 ve kum > %15) veya (kil < %18 ve %15 < kum < %65)	27	15	58	0,0311
3	Orta ince (kil < %35 ve kum < %15)	18	74	8	0,0438
4	İnce (%35 < kil < %60)	48	48	4	0,0339
5	Çok ince (kil > %60)	80	20	0	0,0170



Şekil 72. Avrupa Toprak Veritabanı'nda (Y)ETKE-K Etmeni İçin Değerlendirilen Toprak Verilerinin (%Kil, %Silt ve %Kum) Bünye Üçgeni İçerisindeki Konumu

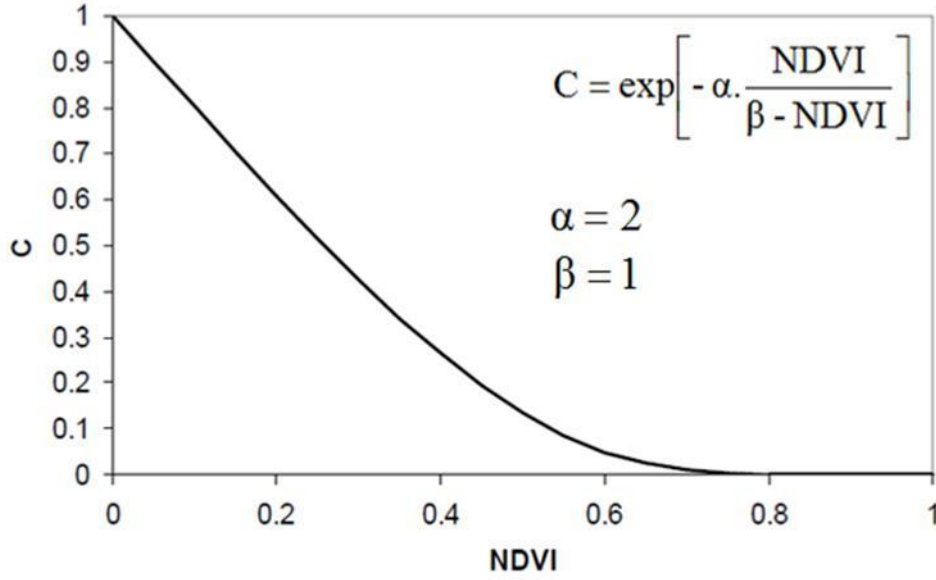


Şekil 73. Avrupa (Y)ETKE-K Haritası

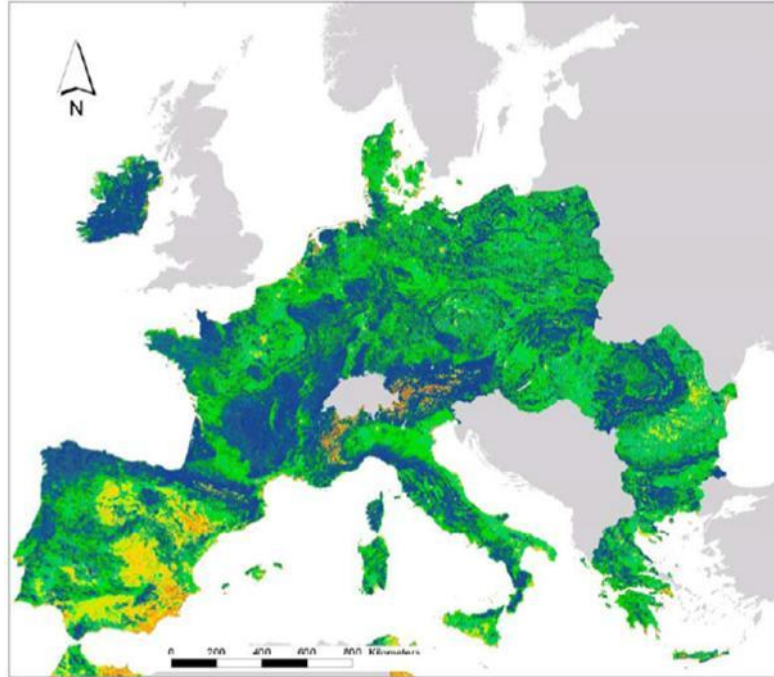
Avrupa'da Toprak Erozyonu Tehlikesi Değerlendirmesi projesinde, kullanılan ölçekte çok geniş iklimsel koşullar olduğu için ve bunun da ürün büyüme-gelişme ve olgunlaşma dönemlerinde konumsal ve zamansal büyük farklılıklara neden olacağından, bitkisel örtü ve ürün yönetimi etmeni ((Y)ETKE-C) değerlerinin elde edilmesinde NOAA AVHRR görüntüsü kullanılmıştır. (Y)ETKE-C ve NDVI bitkisel örtü indeksi arasındaki matematiksel bağıntılar ile haritalama yüzeyi elde edilmiştir (AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer = Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre; NDVI: Normalized Difference Vegetation Index = Normalleştirilmiş Fark Bitki İndisi) (Eş. [7] ve Şekil 74).

$$NDVI = \frac{(AVHRR1 - AVHRR2)}{(AVHRR1 + AVHRR2)} \quad [7]$$

Burada, AVHRR1: Görünür bölgenin yansımaya değeri ve AVHRR2: yakın kızıl ötesi bölgenin yansımaya değeridir ($-1 < NDVI < 1$). Bulunan NDVI değerlerinin (Y)ETKE-C etmenine çevrilmesinde aşağıda Şekil 74'te verilen eşitlik kullanılmıştır [Ref 77], [Ref 78]. Elde edilen Avrupa (Y)ETKE-C Haritası Şekil 75'te verilmiştir.



Şekil 74. Avrupa Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritasının Elde Edilmesinde Kullanılan Bitkisel Örtü ve Ürün Yönetimi Etmeninin ((Y)ETKE-C) Belirlenmesinde Kullanılan Matematiksel Bağıntı ve Eğrisi



Şekil 75. Avrupa (Y)ETKE-C Haritası

Eğim uzunluğu ve dikliği etmeni (topografik etmen) ((Y)ETKE-LS), Avrupa Sayısal Yükselti Modeli'nden (1-km) Eş. [8], Eş. [9] ve Eş. [10] kullanılarak elde edilmiştir [Ref 79]:

$$L = 1,4 \left(\frac{A_s}{22,13} \right)^{0,4} \quad [8]$$

$$S = \left(\frac{\sin\beta}{0,0896} \right)^{1,3} \quad [9]$$

Burada As özel hesaplama alanıdır (m²/m) ve 50 m olarak alınmıştır. β eğim dikliğidir (o).

$$LS = 1,4 \left(\frac{\chi\eta}{22,13} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{\sin\beta}{0,0896} \right)^{1,3} \quad [10]$$

Burada, χ : yüzey akış yoğunlaşma sayısı (Arcview Watershed Delineation Tools), η : hesaplama yapılan hücrelerin büyüklüğüdür. Eş. [10] kullanılarak elde edilen Avrupa (Y)ETKE-LS Haritası Şekil 76'da verilmiştir.

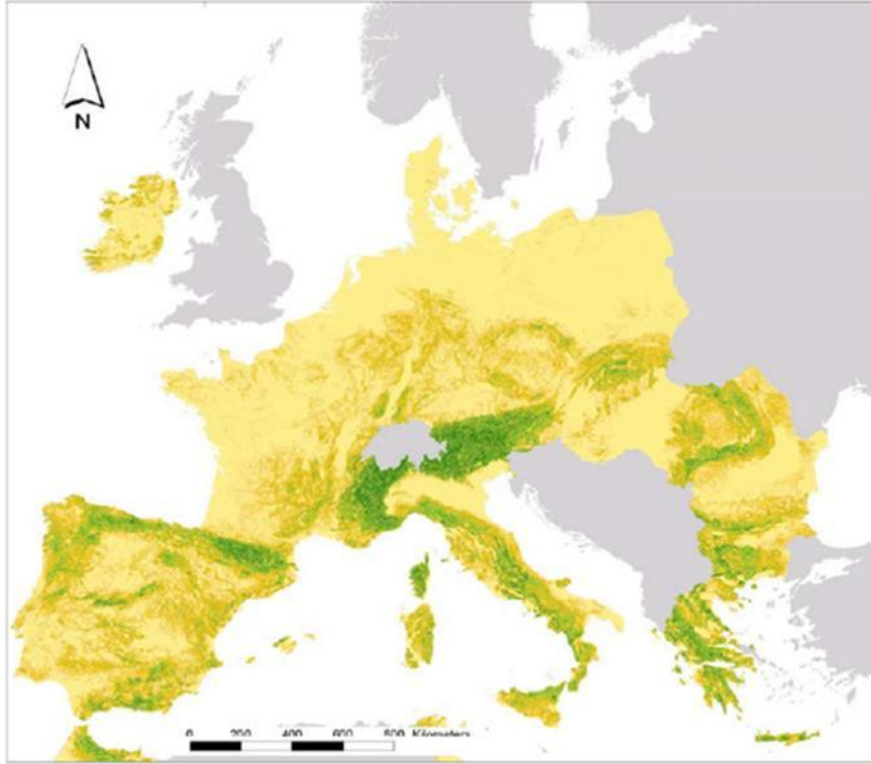
7.2.5 Proje Çıktıları

Sonuçta, CBS ortamında belirlenen (Y)ETKE metodolojisinin değişkenleri Eş. [1] kullanılarak bir araya getirilmiş (Şekil 77) ve Avrupa gerçek toprak erozyonu tehlikesi haritası oluşturulmuştur (Şekil 78). Yukarıda ayrıntılı bir şekilde belirtildiği üzere, bu haritanın elde edilmesinde toprak-su koruma mühendislik önlemleri alınmadığı kabulüne dayanılmıştır ve P = 1 olarak alınmıştır (Eş. [11]).

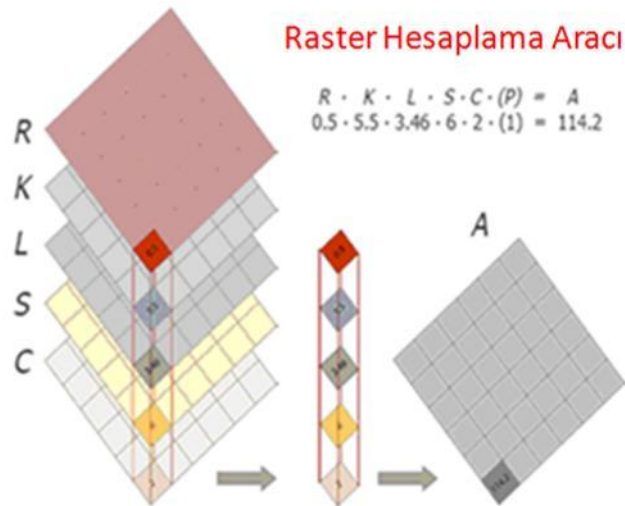
$$A = RKLSC \quad [11]$$

Ayrıca, potansiyel erozyon tehlikesi, bitkisel örtünün tamamıyla olmadığı varsayımı ile (Y)ETKE yöntemi çalıştırılarak değerlendirilmiştir (C = 1) (Eş. [12]). Gerçek toprak kaybı oranlarından (ton ha⁻¹ yıl⁻¹) daha çok, potansiyel toprak erozyonu tehlikesi niteliksel terimler ile değerlendirilmiştir (Şekil 79). Bunun nedeni, model niceliksel bir çıktı oluşturmasına karşın, elverişli verilerin niceliksel bir değerlendirmeye gerçekten uygun olmamasıdır. Kullanılan ölçekte sonuçların uygun bir şekilde doğrulanması (validasyonu) pek mümkün değildir. Fakat haritalarda gösterilen genel desen üzerinde bazı yorumların yapılması olasıdır.

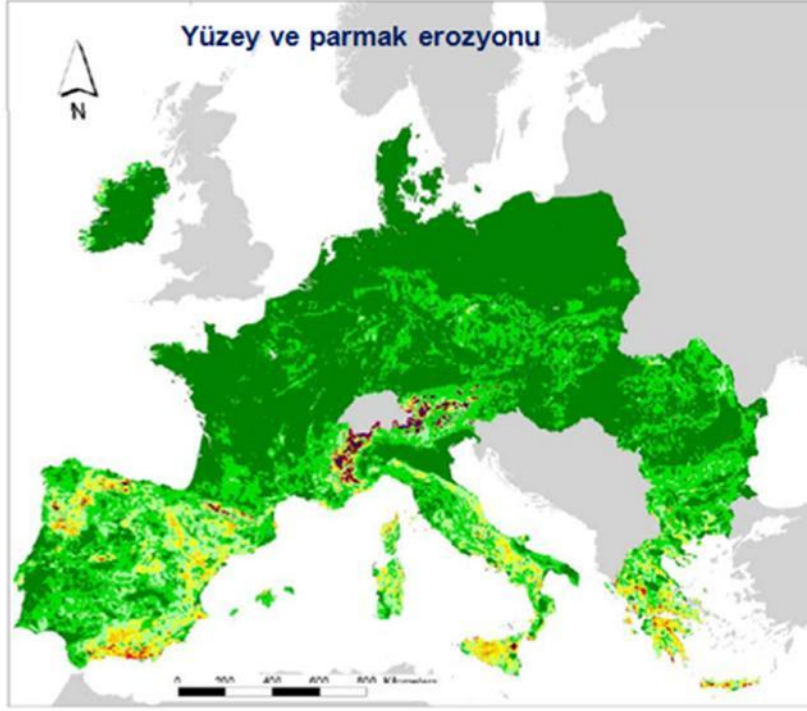
$$A = RKLS \quad [12]$$



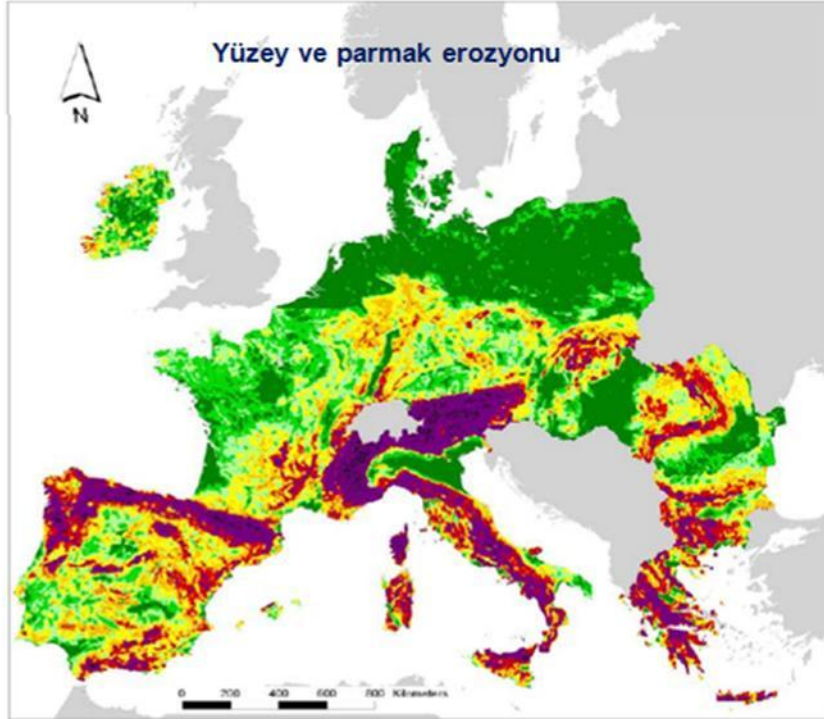
Şekil 76. Avrupa (Y)ETKE-LS Haritası



Şekil 77. CBS Araçları ile (Y)ETKE Metodolojisiinde Niceliksel Toprak Kayıplarının Hesaplanması (Eş. [1])



Şekil 78. (Y)ETKE Yöntemi ile Hazırlanmış Avrupa “Gerçek Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritası



Şekil 79. (Y)ETKE Yöntemi ile Hazırlanmış Avrupa “Potansiyel Toprak Erozyonu Tehlikesi Haritası

7.2.6 Proje Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yukarıda verilen haritalarda en dikkat çeken şey, Kuzey ile Güney Avrupa arasındaki zıtlıktır. Genel olarak toprak erozyon tehlikesi, Kuzey Avrupa'nın büyük bir kısmında düşük hesaplanmıştır. Bunun temel nedeni, yağışların erozyon oluşturma gücünden ((Y)ETKE-R etmeni) kaynaklanmıştır: Kuzey Avrupa için tahmin edilen (Y)ETKE-R değerleri genellikle güney için belirlenen değerlerden oldukça düşüktür. Kuzeydeki yağışlar, güneydeki yağışlar ile karşılaştırıldığında, daha az şiddetli olmasına karşın, haritadaki farklılıkların çok aşırı olduğu görülmektedir. Bu sorun muhtemelen R etmenini hesaplamakta kullanılan Bavyera-Almanya eşitliğinin (Eş. [2]) sadece yaz yağışlarına dayandırılmış olma gerçekliğinden kaynaklanmıştır. Bu durum, Kuzey Avrupa'nın çoğunda (Y)ETKE-R değerlerinin, gerçek değerlerinin altında hesaplanmasına veya düşük tahmin edilmesine neden olmuş gibi görünmektedir. Bavyera-Almanya eşitliğinin Kuzey Avrupa'nın tamamına ekstrapole edilmesinin pek uygun olmadığı görülmüştür.

Bunun dışında, birçok diğer kısıtlar ve eksik yönler belirlenebilir. Her şeyden önce, (Yenilenmiş) Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği sadece uzun vadeli muhtemel toprak kayıplarının kaba tahminini verir ve sadece parmak ve parmaklar-arası erozyon süreçleri oluşan toprak kayıplarını tahmin eder; oyuntu erozyonu hesaba katılmamıştır. Toprak parçalanması ve taşınması belirli oranlarda temsil ediliyor olmasına karşın, (Y)ETKE toprak birikmesi süreçlerini içermemektedir, sadece brüt erozyonu hesaplamaktadır. Eşitlikteki etmenlerden herhangi birisi sıfırdan daha büyük bir değer aldığı sürece, gerçekte erozyon olmasa bile, bir miktar erozyon olacağı tahmin edilmektedir. Dahası, toprak erozyonunu etkileyen bazı önemli etmenler hiçbir biçimde hesaba katılmamıştır. İlk önce, toprak yüzeyindeki taş ve kaya parçacıkları göz önünde tutulmamıştır. Römkens (1985), taşların etkisinin en iyi şekilde (Y)ETKE-C etmeni içerisinde değerlendirilebileceğini önermiştir. Çünkü toprak yüzeyinde bulunan taş parçacıkları yüzey kuru ot örtüsüne benzer şekilde veya bir malç gibi toprak yüzeyini korur [Ref 80]. Avrupa Toprak Jeo-grafiksel Veritabanı, bir pedo-transfer fonksiyonu aracılığıyla, taş hacmini hesaplama yöntemine sahip olmasına karşın [Ref 81], sistemde sadece iki tane taş hacmi sınıfı belirlenmiştir ve erozyon tehlikesini tahmin edebilmek için yetersiz durumdadır.

İkinci olarak, toprak-su koruma önlemleri etmeni ((Y)ETKE-P) veya konturlama (tesviye eğrilerine paralel yapılan arazi işlemleri), şeritsel ekim uygulamaları, sekileme (teraslama) ve yüzey-altı drenaj sistemleri gibi arazi yönetimi uygulamalarının etkisi modelde doğrudan konu edilmemiştir [Ref 82]. Bu tür arazi yönetim faaliyetleri toprak-su koruma önlemleri etmeni ((Y)ETKE-P) içerisinde katılabilir olmasına karşın, bu projede arazi yönetimi uygulamalarının etkisi kıta ölçeğinde değerlendirmek hemen hemen olası olmamıştır. Fakat birçok durumda, erozyonu etkileyen en önemli etmenlerden birisinin arazi yönetimi uygulamaları olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Üçüncü olarak, dağlık alanlarda muhtemelen önemli olmasına karşın, eriyen karlar ile oluşabilecek toprak erozyonu hesaba katılmamıştır.

Muhtemelen yukarıda sözü edilen problemlerden daha önemlisi birçok veri kaynakları ile ilişkili belirsizliklerdir. Belirsizliklerin ana kaynaklarından bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Sırasıyla Tuscany ve Bavyera'daki yıllık ve yaz yağışları ile elde edilen yaklaşık ilişkilere dayandırılan yağışların erozyon oluşturma gücünün ((Y)ETKE-R etmeni) hesaplanması. Bu eşitliklerin Avrupa'nın

tamamına ekstrapole-edilmesi, kıta genelinde çok çeşitli iklimsel koşulların olmasından dolayı, potansiyel olarak uygun değildir ve eşitlikler ile saptanılan koşullardan önemli sapmalara neden olacaktır. Muhtemel bir iyileştirme, Avrupa'nın diğer kısımlarından elde edilecek benzer regresyon eşitliklerinin hesaplama kapsamına alınması ile yapılabilir.

- Toprak erozyon duyarlılığı etmeni ((Y)ETKE-K), üst toprak bünyesinden hesaplanmıştır (volkanik topraklar hariç). Fakat (Y)ETKE-K ve toprak bünye parametreleri arasındaki gerçek korelasyon (ilgileşim) oldukça zayıftır. Hatta Avrupa Toprak Jeo-grafiksel Veritabanı haritalama birimi içerisindeki varyans ya oldukça yüksektir ya da bilinmemektedir.
- Bitkisel örtü ve ürün yönetimi etmeni ((Y)ETKE-C), yıllık NDVI görüntülerden gelişigüzel bir sınıflandırma işlemi kullanılarak hesap edilmiştir. İtalya'da ülke ölçeğinde gerçekleştirilen benzer bir çalışma bu yaklaşımın bazı zayıf yönlerini daha önce ortaya koymuştur. Büyük bir sorun, NDVI'nin sadece foto-sentetik olarak aktif, sağlıklı bir bitki örtüsüne duyarlı olmasıdır. Fakat bitkisel örtünün toprak erozyonuna karşı koruyucu özellikleri ile ilişkili olarak, bitkisel koşullar görece olarak mühim değildir. Bir çözüm olarak en yüksek (Y)ETKE-C değerleri CORINE arazi örtüsü veritabanındaki orman ve otlak-mera sınıflarına verilmiştir. Üstelik mevsimsel etkiler nazara alınmamıştır, çünkü ortalama yıllık değerler kullanılmıştır. Bütün bunlardan dolayı, sonuçta oluşan (Y)ETKE-C değerleri ancak kaba tahminlerdir.
- Eğim uzunluğu ve dikliği etmeni (topografik etmen) ((Y)ETKE-LS) için, eğim derecesi (S) 1-km çözünürlüklü yükselti modelinden elde edilmiştir. Bu çözünürlük toprak erozyonunu tahmin etmek için çok fazla kaba veya geneldir. Daha güvenilir sonuçların elde edebilmesi için, daha ayrıntılı yükselti modeline acilen gereksinim vardır. Keza, mevcut sayısal yükselti modelinin (SYM) eğim uzunluğunu (m) veya hesaba konu olan özel destekleme alanını ($m^2 m^{-1}$) kestirmeye uygun olduğu düşünülmüdüğü için, gelişigüzel sabit bir eğim uzunluğu değeri kabul edilmiştir ve bu yüzden eğim uzunluğu etkisine hemen hemen hiç yer verilmemiştir.

Bunlar ve diğer birçok belirsizlikler model işleyiş sürecine yansımaktadır ve hesaplanan erozyon oranlarında bir belirsizliğe neden olmaktadır. Teorik olarak ya analitik bir yaklaşımı veya Monte Carlo simülasyonunu kullanarak bu belirsizliğin niceliğini belirlemek olasıdır [Ref 83]. Gerçekte (Y)ETKE'deki bağımsız etmenlerin her biri ile ilişkili hataların kaba tahminlerini yapmak bile oldukça zordur. Ayrıca, bazı bağımsız değişkenlerin birbiri ile bağıntılı olması da model sonuçlarını önemli ölçülerde etkilemektedir.

Bu çalışma Avrupa genelinde parmak ve parmaklar-arası (sıçrama ve yüzey) erozyon süreçleri sonucu oluşan toprak erozyonu tehlikesini haritalamak için yapılan ilk denemedir. Çalışmanın değeri, erozyon tehlikesi hesaplarının Avrupa geneli için standardize edilmiş, uyumlaştırılmış (harmonize edilmiş) veri kümelerine dayandırılması gerçeğinde yatmaktadır. Ama bu aşamada, analiz sonuçlarının, örneğin tarımsal ve kentsel planlamalar için çok yararlı olup olmadığına karar vermek güçtür. En kritik problem uygun bir sayısal yükselti verisinin eksikliği ve yağış erozyon oluşturma gücünün ((Y)ETKE-R etmeni) zayıf bir şekilde temsil ediliyor olmasıdır.

İkincil olarak, örneğin uydu görüntülerinden bitkisel örtünün hesaplanması için daha iyi yöntemlere acilen gereksinim vardır. Gerçek verilerin elde edilmesinde karşılaşılan problemler muhtemel olarak daha büyük sınırlamalar oluşturduğu için, elde edilen verilere (özellikle yağış erozyon oluşturma gücü verilerine) daha uygun bir modelleme yaklaşımı daha makul görünmektedir. Temel olarak, Avrupa'da çok çeşitli hidrolojik rejimler bulunmaktadır, su

erozyonu ile toprak kayıplarını etkileyen farklı süreçler süre-gelmektedir ve bunlar da haritaların yorumlanmasını oldukça karmaşık ve zor bir hale getirmektedir. Ek olarak, bu ölçekte sonuçların geçerliliğinin (validasyonunun) bilimsel olarak ve güvenilir bir şekilde test edilmesi son derece zordur. Sonuçları yorumlaması için ulusal uzmanlardan bilgi almak, bir ülkeye ait erozyon tehlikesi haritasını doğrulamanın en pratik yolu olabilir.

Ayrıca, analiz sonuçlarının dikkatle kullanılması gerekliliğine vurgu yapılmalıdır. Haritaların kullanılması bazı durumlarda uygun olmayabilir. Örneğin, bağımsız bir tarım parselindeki olası toprak kayıplarını veya herhangi bir yılda oluşabilecek toprak kayıplarını tahmin etmek için bu haritalardan yararlanmak yerinde olmayabilir. Su erozyonu süreçlerinden sadece parmak oluk ve parmaklar-arası erozyon hesaba katılmıştır. Bu yüzden, haritalar arazi kaymaları gibi kütle hareketlerinin oluşumunu tahmin etmek için kullanılmamalıdır.

Özetlersek, bu çalışmanın sonuçları Avrupa'nın harmonize-edilmiş (veritabanlarında uyum sağlanmış) toprak erozyon tehlikesi haritasına yönelik ilk adım olarak düşünülebilir. Bazı önemli iyileştirmelere, daha detaylı bir sayısal yükselti modeli, yağış erozyon gücünün daha iyi temsil edilmesi yöntemi ve hâlihazırda kullanılan NOAA AVHRR verilerinden daha iyi spektral ve geometrik karakteristiklere sahip uydu verilerini kullanılarak ulaşılabilir. Çok zamanlı (farklı zaman erişimli) uydu görüntüleri, bitkisel gelişim (veya yıllara bağlı olarak yaşlılık) ve yağış arasındaki karşılıklı etkileşimleri hesaba katmak amacıyla tercihen kullanılmalıdır. Sonuç olarak, daha detaylı toprak verilerine (özellikle toprak derinliği, taşlılık ve üst toprak bünyesi verilerine) ihtiyaç vardır.

7.2.7 Proje Sonuçlarının ve Modellerin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Hâlihazırda, ETKE/YETKE (Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği/Yenilenmiş Evrensel Torak Kayıpları Eşitliği) kullanılarak T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından ulusal ölçekte erozyon tehlikesi haritaları oluşturulmuştur. Resmi olarak mevcut veritabanlarına uygunluğunun yanı sıra, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA) ve jeo-istatistik (konumsal istatistik) yöntemleri ile kolaylıkla bütünleştirilebildiği için tüm havzaların potansiyel ve gerçek erozyon alanlarını gösteren haritaların elde edilmesinde bu yöntem seçilmiştir. Türkiye Erozyon Tehlikesi Haritası veritabanı ilgili bakanlıkta bulunmaktadır.

Aynı yöntem kullanılarak hazırlanan bu veritabanı ile yukarıda ayrıntıları verilen Avrupa Erozyon Tehlikesi Haritası arasında, ölçek ve (Y)ETKE parametrelerini belirleme metodolojileri açısından, önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Her şeyden önce, gerçek ve potansiyel Türkiye Erozyon Tehlikesi Haritaları, ulusal ölçekte bir değerlendirmeye imkân vermekle beraber, büyük akarsu havzaları, alt havzalar ve mikro havzalar ölçeğinde hesaplamalar yapılmasına da fırsat tanımaktadır. Diğer bir deyişle, 25 havzaya ait tüm mikro ve alt-havza sınırları içerisinde hesaplamalar yapılmıştır. Böylece, veritabanında en küçüğü 1,1 ha büyüklüğünde olan 14.608 adet mikro havzada (Y)ETKE modeli ile tahmin edilen niceliksel toprak kayıpları (ton ha⁻¹ yıl⁻¹) mevcuttur.

Diğer bir önemli farklılık Türkiye Erozyon Tehlikesi Veritabanı'nda mikro havza bazında "sediman iletim oranları" (SİO) da belirlenerek, niceliksel olarak hesaplanan gerçek erozyon miktarlarının ne kadarının ilgili havzanın açıldığı akarsulara ulaştığı da hesaplanmıştır. Sonuç olarak, (Y)ETKE modeli, mikro havza büyüklükleri göz önünde tutularak belirlenen sediman iletim oranı yaklaşımı ile birlikte CBS ortamında analiz edilerek, her bir havzaya ait potansiyel

erozyon haritası, gerçek erozyon haritası ve akarsulara ulaşan sediman miktarlarını gösterir haritalama yüzeyleri geliştirilmiştir.

Avrupa Toprak Erozyon Tehlikesi sonuçlarının, havza ölçeklerinde tahminler için elverişli olmadığından, uygun bir şekilde doğrulanmasının (validasyonunun) pek mümkün olmadığı daha önce belirtilmişti. Buna karşın, Türkiye Toprak Erozyon Tehlikesi sonuçlarının validasyonları, alt havzalar bazında, “Sediman İletim Oranları” belirlenmesi ile hesaplanan akarsu sistemlerine ulaşan sediman miktarları ile E.İ.E.İ. tarafından belirli istasyonlar için resmi olarak verilen sediman miktarlarının karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Bu çalışmaların mikro havza ölçeğinde yaygınlaştırılması ile veritabanı kolaylıkla güncellenebilir durumdadır; belirli mikro havza çıkışlarına kurulacak sediman istasyonları ile denklem sonuçlarının geçerliliği test edilebilecektir.

Ek olarak, çıkış ağzlarında DSİ tarafından inşa edilen baraj göllerinin bulunduğu alt havzalardaki hesaplamalarda, üst havzalardan gelebilecek sedimanların baraj su toplama havzasında tutulduğu kabul edilmiş ve aşağı havzaya sediman geçişi olmadığı varsayılmıştır. Diğer bir ifade ile bu barajlar, P etmeni olarak kullanılmıştır. DSİ tarafından resmi olarak verilen baraj havzalarının alansal büyüklükleri (Y)ETKE-P etmenini belirlemede kullanılmıştır (Eş. [13]).

$$P = \frac{S_b}{S_h} \quad [13]$$

Burada, S_b : Çıkış ağzında bir baraj bulunan alt veya mikro havzaların toplam alanı (km^2) ve S_h : havza toplam alanıdır (km^2). Bu alt havzalarda (Y)ETKE-P $\neq 1$ olarak alınmıştır. Hâlbuki bu hesaplamaların etkisi Avrupa Toprak Erozyon Tehlikesi hesaplamalarında hiç konu edilmemiştir.

(Y)ETKE yöntemi kullanılarak “Türkiye Genelinde Sediment Modelinin Geliştirilmesi ve Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması Projesi”nde, (Y)ETKE-R etmeni yüzeyi, bir TÜBİTAK projesi (Türkiye’de Su Erozyonu Çalışmaları İçin Uzun Dönem Meteoroloji Verileri Kullanarak Ulusal Ölçekte Yağış Enerji ve Şiddetlerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: ÇAYDAĞ 107Y155) (Erpul vd., 2009) [Ref 84] ve Kaya (2008) [Ref 85] tarafından yapılan bir yüksek lisans tezi kapsamında yağış istasyonları bazında noktasal olarak elde edilen değerler kullanılarak jeo-istatistiksel yöntemler ile oluşturulmuştur. Türkiye genelinde 253 yağış istasyonunda noktasal olarak saptanan uzun yıllık ortalama (1993-2007) R değişkeni değerleri ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ saat}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), jeo-istatistik yöntemleri ile CBS ortamında konumsal dağılımları en uygun kestirim (kriging) modeli ile temsil edilmiştir [Ref 86], [Ref 87]. Yine Avrupa toprak erozyonu değerlendirme sistemi (Y)ETKE-R etmeni hesaplamaları ile karşılaştırıldığında, Türkiye’de mevcut iklim istasyonları için doğrudan yağış şiddeti ve enerji hesaplamalarının olduğu görülecektir. Başka cümleler ile anlatmak gerekirse, R etmeni hesaplamaları (Y)ETKE yönteminin gerektirdiği yağış şiddeti ölçümlerine ve enerji hesaplamalarına dayandırılmıştır (Eş. [14]) ve herhangi bir regresyon eşitliğine bağlı değildir.

$$R = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\sum_{i=1}^m (E_i \cdot I_{30})_i \right] \quad [14]$$

Burada, E_i birim yağış enerjisi ($MJ ha^{-1} mm$), I_{30} 30 dakikalık en yüksek yağış şiddeti ($mm saat^{-1}$) ve N : hesaplamaların yapıldığı toplam yıl sayısıdır. Ayrıca, hesaplamalar ülke genelinde yayılmış 253 iklim istasyonunda yapıldığından, herhangi bir ekstrapolasyon (dış kestirim) metodolojisine gerek duyulmamıştır; noktasal veriler bir konumsal istatistik tekniği ile ülke yüzeyine dağıtılmıştır. Avrupa için kullanılan yöntemle göre birçok üstünlüğü olmasına karşın, hesaplamalara temel oluşturan iklim istasyonu sayısının, ülke büyüklüğüne kıyasla oldukça az olması, (Y)ETKE-R etmeninin haritalanmasında önemli bir kısıtlamadır. Uzun dönemde farklı iklimsel koşullara sahip bölgelerde kurulacak yeni iklim istasyonları ile var olan veritabanının desteklenmesi eşitliğin güvenilirliği, geçerliliği ve uygulanabilirliğini epeyce artıracaktır. Diğer yandan, (Y)ETKE-R etmeninin hesaplanmasında ancak uzun dönemli veriler kullanılabildiği için (Eş. [14]), kısa dönemde yeni istasyonlardan elde edilecek verilerden pek bir fayda beklenmemektedir; bunun yerine sınırlı veri kümesinin ülke geneli üzerinde daha iyi temsil edilmesini sağlayacak analitik yöntemlerin geliştirilmesi önemli iyileştirmelere neden olacaktır.

Türkiye projesinde toprakların erozyona göstermiş olduğu duyarlılıkları belirlemek amacıyla Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı [Ref 88] kullanılmıştır. Sayısal ortamda Büyük Toprak Grupları (BTG)'na ait toprak özellikleri bileşikleri (Y)ETKE-K değerleri için yeniden düzenlenmiş ve CBS yöntemleri kullanılarak haritalama yüzeyi haline getirilmiştir. Uzman bilgisine göre, ara vasıflar ile birlikte, alt ve üst sınırları çok düşük ve çok yüksek olmak üzere niteliksel olarak sınıflandırılan değerler, çevirmen çizelgeler vasıtasıyla sayısal değerlere dönüştürülmüştür.

Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı bilgi düzeni, yukarıda detayları verilen Avrupa Jeo-grafiksel toprak veritabanındaki bilgi düzenine bir hayli benzerdir ve bu yüzden yukarıda verilen sınırlamalar olduğu gibi, belki daha fazla geçerlidir. Hepsinden önemlisi, veritabanında bulunan toprak özellikleri ülke geneli için (Y)ETKE-K'nın belirli bir eşitlik ile hesaplanmasına el vermemektedir. Özellikle tarımsal ovalar dışındaki yüksek arazileri temsil eden haritalama birimleri içerisindeki varyans ve bilinmezlikler oldukça yüksektir ve daima tartışmalara neden olmaktadır. Netice olarak, Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı içinde daha detaylı toprak verilerine (özellikle toprak derinliği, taşlılık ve üst toprak bünyesi ile organik madde verilerine) ihtiyaç vardır.

Avrupa projesinde (Y)ETKE-C yüzeyinin elde edilmesinde, haritalama yüzeyi yıllık NDVI görüntülerden gelişigüzel bir sınıflandırma işlemi kullanılarak hesap edilmiştir (Şekil 74) ve bulunan değerler bir şekilde CORINE arazi örtüsü veritabanındaki orman ve otlak-mera sınıfları ile kalibre edilmeye çalışılmıştır. Türkiye projesinde ise, "Arazi İzleme Sistemi" kapsamında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı CBS Şube Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen "Çevresel Verilerin Düzenlenmesi Arazi Kullanım Projesi" (Coordination of Information on the Environment) veritabanı (CORINE, 2006), (Y)ETKE-C yüzeyinin elde edilmesinde doğrudan kullanılmıştır.

CORINE Projesi; Avrupa Birliği GMES (Global Monitoring for the Environment and Security) Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme programı kapsamındaki önemli arazi yönetimi projelerinden biridir. Proje, "Avrupa Çevre Ajansı" kıstaslarına göre, 2000 ve 2006 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak çevre koruma amaçlı, çevrenin izlenmesine yönelik arazi örtüsü/arazi kullanımındaki değişikliklerin UA ve CBS yardımıyla tespit edilmesi ve netice itibarıyla 2006 yılına ait Türkiye'nin güncel arazi kullanım haritalarının oluşturulmasını amaçlamaktadır. Sözü geçen projede CORINE arazi örtüsü (CORINE Land Cover = CLC) 2006 haritalama metodolojisi olarak, uydu görüntülerinin

bilgisayar destekli görsel yorumlama yaklaşımı kullanılmıştır ve SPOT-4 ve IRS-P6 uyduları görüntülerinden yararlanılmıştır.

CORINE arazi örtüsü sınıflama sistemi 5 temel sınıf, 44 alt sınıftan oluşmaktadır. Ayrıca Türkiye için 12 adet ek dizgi tanımlanmıştır. Elde edilen harita ölçeği 1:100.000 olup en küçük haritalama alanı 25 ha ve doğrusal elemanların en küçük genişliği 100 m olarak seçilmiştir. CORINE arazi örtüsünde (CORINE land cover 2000) [Ref 89] tanımlanan ETKE/YETKE-C değerleri (EEA, 2000), bu projede bitkisel örtü ve ürün yönetimi için kullanılmıştır. Yapay alanlar (1), tarımsal alanlar (2), orman yeri ve yarı-doğal alanlar (3), sulak alanlar (4) ve su yapıları için belirlenen toplam 33 adet arazi örtüsü türüne ait değerler Tablo 27’de verilmiştir. Bu değerlendirmede yapay alanlar ile tuzlalar ve su yapılarının C etmeni değerleri “0”dır ve bu arazilerden toprak kayıpları oluşmadığı anlamına gelmektedir. Tarımsal alanların C değerleri 0,04 ile 0,451 arasında değişiklik gösterirken, orman ve yarı doğal arazilerin değerleri 0 ile 0,36 arasında yer almaktadır.

Ayrıca Tablo 27’de verilen orman alanlarının bitkisel örtü ve ürün yönetimi (Y)ETKE-C) değerleri, hâlihazırdaki meşcere haritalarındaki kapallık verileri kullanılarak ve kendi içlerinde ara değer hesabı ile yeniden belirlenmiştir (Tablo 28).

Tablo 27. CORINE Arazi Örtüsünde (CORINE Land Cover 2000) Tanımlanan ETKE/YETKE-C Değerleri (EEA, 2000)

Kod	CORINE Arazi Örtüsü	C Etmeni
1	Yapay Bölgeler	0
2	Tarımsal alanlar	
2111	Sulanmayan ekilebilir alanlar	0,4
2112	Sulanmayan Ekilebilir Alanlar İçinde Sera Alanları	0,4
2121	Sürekli sulanan alanlar	0,2
2122	Sürekli Sulanan Alanlar İçinde Sera Alanlar	0,2
213	Pirinç tarlaları	0,1
221	Üzüm bağları	0,451
2221	Sulanmayan meyve alanları	0,296
2222	Sulanan meyve alanları	0,296
223	Zeytinlikler	0,296
231	Mera Alanları	0,04
2421	Sulanmayan karışık tarım alanları	0,335
2422	Sulanan karışık tarım alanları	0,335
243	Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları	0,04
3	Orman yeri ve yarı doğal alanlar	
311	Geniş yapraklı ormanlar	0,003
312	İğne yapraklı ormanlar	0,001
313	Karışık ormanlar	0,002
321	Doğal çayırliklar	0,005
323	Sklerofil bitki örtüsü (Maki)	0,04
324	Bitki değişim alanları	0,04

Kod	CORINE Arazi Örtüsü	C Etmeni
331	Sahiller, kumsallar ve kumluklar	0,36
3321	Çıplak kayalık	0,36
3322	Tuz İçeriği Yüksek Çıplak Kayalık	0,36
333	Seyrek bitki alanları	0,36
334	Yanmış alanlar	0,36
335	Buzul ve kalıcı kar	0
4	Sulak alanlar	
411	Bataklıklar	0,001
421	Tuz bataklığı	0,001
422	Tuzlalar	0
5	Su Yapıları	0

Tablo 28. Orman Alanları Meşcere Tipi ve Kapalılıklarına Göre Belirlenmiş ETKE/YETKE-C Değerleri

Meşcere Tipi	Kapalılık			
	K.3 Kapalı (0,71 – 1,00)	K.2 Aralanmış (0,41 – 0,70)	K.1 Seyrelmiş (0,11 – 0,40)	K.0 Çok bozuk (< 0,10)
İbrelili	0,00025	0,00075	0,00125	0,00175
Yapraklı	0,00100	0,00150	0,00250	0,00350
Karışık	0,00050	0,00010	0,00150	0,00250

Her iki projede farklı yöntemler kullanılmış olsa da, her iki yaklaşım mevsimsel etkileri nazara almamıştır, çünkü ortalama yıllık değerler kullanılmıştır; (Y)ETKE-C değerleri ancak kaba tahminlerdir. Yıl içerisinde farklı zamanlarda elde edilecek uydu görüntüleri ile bitkisel örtü çok daha iyi bir şekilde temsil edilebilir. CORINE kodlarının arazi denemeleri ile düzenlenmesi ve doğrulanması, (Y)ETKE-C yüzeyinde önemli iyileştirmeleri de beraberinde getirecektir.

TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında yürütülen "Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi" kapsamında, meralarda durum tespiti (mera alanlarının tespiti, merada hâkim vejetasyonların tespiti, meraların kalite derecelerine göre sınıflanıp haritalanması), mera veritabanının oluşturulması (mera vejetasyonu veritabanı, toprak yapısı ve dağılımına ait veritabanı, her homojen alan için mera vejetasyon modellerinin geliştirilmesi, bitki herbaryumunun oluşturulması) işleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda sahada alınan veriler ve bu veriler yardımıyla üretilen bilgi ve bulgular Türkiye (Y)ETKE-C haritasının güncellenmesinde bir şekilde kullanılabilir. Bunun için arazi çalışmaları yardımıyla (Y)ETKE yönteminin [Ref 82] gerektirdiği 5 ayrı alt-etmenin ölçülmesi gerekmektedir; bunlar sırasıyla Önceki Arazi Kullanımı Alt-çarpanı, Kanopi Örtüsü Alt-çarpanı, Yüzey Örtüsü Alt-çarpanı, Yüzey Pürüzlülüğü Alt-çarpanı ve Toprak Nemi Alt-çarpanıdır.

Aynı şekilde, yine hâlihazırdaki sayısal meşcere haritalarındaki kapalılık verileri kullanılarak (Y)ETKE-C üzerinde ek çalışmalar yapılabilir. Yukarıda kısaca belirtilen (Y)ETKE-C hesaplama yönteminin alt parametrelerinin belirlenmesi ihtiyacı vardır.

Her iki projede de (Y)ETKE-LS değişkeninin belirlenmesinde aynı yöntem kullanılmıştır: “Sayısal Yükseklik Modeli” (SYM) ve Arcview 3.2 “Hidrolojik Akım Birikimi” hesaplama yeteneği aracılığıyla haritalar elde edilmiştir. Matematiksel eşitlikler, Eş. [8], [9] ve [10] CBS ortamında çözülmüştür [Ref 90], [Ref 91], [Ref 79]. İki proje arasındaki en büyük farklılık kullanılan SYM’lerin farklı ölçeklerde olmasıdır. Türkiye projesinde 1/25.000 ölçekli Sayısal Yükselti Modeli kullanılmıştır. Bu yüzden, Avrupa haritası için eleştirilen çözünürlük (1-km) sorunu, Türkiye projesinde belirli ölçülerde giderilmiştir ve elde edilen sonuçlar daha güvenilirdir.

Yine yukarıda (Y)ETKE-LS etmeninin hesaplanmasına yöntemsel olarak getirilen diğer bir eleştiri, gelişigüzel sabit bir eğim uzunluğu değeri kabul edilmiş ve bu yüzden de eğim uzunluğu etkisinin tamamıyla gözardı edilmiş olmasıdır. Halbuki, (Y)ETKE [Ref 82] eğim uzunluğu ile yüzey akışların ve toprak erozyonunun artacağı kabulüne dayandırılmıştır. Arcview 3.2 “Hidrolojik Akım Birikimi” hesaplama yeteneği sanki sabit bir eğim uzunluğu ile hesap yapıyor gibi görünse de, hesaplama eşitliğindeki (Eş. [10]) yüzey akış yoğunlaşma sayısı (χ) bu eksikliği gidermek için kullanılmaktadır. Eğim uzunluğu arttıkça χ sayısı da artmaktadır ve eğim uzunluğu ((Y)ETKE-L) böylece etkin bir biçimde hesaplamalara etki etmektedir.

Türkiye veritabanı ile ilgili sonuçları özetlemek gerekirse, bu çalışmanın sonuçları, Avrupa örneğinde olduğu gibi, ulusal ölçekte harmonize-edilmiş (veritabanlarında uyum sağlanmış) toprak erozyon tehlikesi haritasına yönelik ilk adım olarak düşünülebilir. Bazı önemli iyileştirmelere, daha detaylı bir sayısal yükselti modeli, yağış erozyon gücünün daha iyi temsil edilmesi yöntemi ve hâlihazırda kullanılan NOAA AVHRR verilerinden daha iyi spektral ve geometrik karakteristiklere sahip uydu verilerini kullanılarak ulaşılabilir. Çok zamanlı (farklı zaman erişimli) uydu görüntüleri, bitkisel gelişim (veya yıllara bağlı olarak yaşlılık) ve yağış arasındaki karşılıklı etkileşimleri hesaba katmak amacıyla tercihen kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, daha detaylı iklim, toprak ve bitki örtüsü verilerine ihtiyaç vardır. Topografik veriler de geliştirilebilir, ama diğerleri ile karşılaştırıldığında, daha öncelikli gibi görünmektedir.

7.2.8 Yöntem Açısından Uygunluk (Bölgesel Şartlar Açısından)

Avrupa Projesinde kullanılan model havza ölçeğinde erozyonun izlenmesi ve değerlendirilmesi için uygun değildir. Ama aynı modelin Türkiye’ye uyarlamasının havza ölçeğindeki çalışmalara fırsat tanıdığı ayrıntılı bir şekilde yukarıda tartışılmıştır. Özellikle Türkiye Toprak Erozyonu veritabanının, Türkiye Havza Veritabanını bir altlık olarak kullanması, 25 su havzası, alt ve mikro havzaları üzerinde erozyonun izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından çok önemli bir adımdır. Güncel veriler ile mevcut veritabanının sürekli kullanılması ve geliştirilmesi, havzaların görece farklılıklarının genel durumunun ortaya konulması ile toprak-su koruma açısından öncelikli alanların belirlenmesini mümkün olacaktır. Bölgesel ve havza ölçeğinde yapılacak kalkınma projelerinin hazırlanmasında yardımcı olabileceği gibi, projenin korumalı tarım yöntemlerinin planlanmasına öncülük etmesi beklenmektedir. (Y)ETKE teknolojisi, toprak oluşum hızı ile orantılı bir şekilde, izin verilebilir toprak kayıplarını göz önünde bulundurarak bitki deseninde yapılabilecek değişimleri ve uygulanacak tarım ve koruma tekniklerini ortaya koyduğundan, hazırlanan sayısal haritaların, bu alanda çalışan uzman ve mühendisler tarafından yaygın bir şekilde kullanılacağı da beklenmektedir.

Proje çıktıları yardımıyla, belirli bir bölge/havza ve iklim koşulları altında, farklı bitki desenleri ve tarım teknikleri senaryoları ile toprak kayıpları tahminleri kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.

7.2.9 Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu

Projede kullanılan veriler Avrupa ölçeğinde ülke temelinde resmi olarak mevcut olan iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsüne aittir ve yapılan çalışmalar ile her zaman güncellenmeye ve geliştirilmeye uygun veri kümelerinden oluşmaktadır. Toplanan veriler, ülkeler ölçeğinde doğal kaynaklar verilerini yakından ilgilendirdiği için, Türkiye’de bulunan resmi verilerin tamamıyla örtüşmektedir. Ancak veritabanlarındaki ayrıntılar ile veri-geri besleme ve toplama yöntemleri ve sıklıkları açısından büyük farklılıkların olduğu veya olabileceği öngörülmektedir.

7.2.10 Uygulanan Mevzuatlar

Birleşmiş Milletler 1972 Stockholm İnsan Çevresi Konferansı’ndan bu yana dört yüzden fazla Çok Taraflı Çevre Anlaşması yapılmıştır. Bunlardan en önemlileri ve en çok bilinenleri Rio’da 1987 yılında gerçekleştirilen Dünya Zirvesi olarak da adlandırılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı sırasında ve sonrasında kabul edilenlerdir. Rio Sözleşmeleri; **Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (BMBÇS)**, **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)** ve **Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (BMÇMS)**’den oluşmaktadır.

Bunlardan erozyon ve çölleşme ile ilgili olanlar aşağıda açıklanmaktadır:

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS): 24 Mayıs 2004 tarihinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne taraf olmuştur. Ayrıca, BMİDÇS’ye yönelik Kyoto Protokolü’ne Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun 05 Şubat 2009 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunda kabul edilmiştir. Sözleşmeye taraf olmadan önce ulusal düzeyde bir İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK) kurulmuştur. Söz konusu kurul, 22 Ocak 2001 tarihli bir genelge ile Başbakan tarafından kurulmuş, koordinasyonu Mülga Çevre Bakanlığı tarafından sağlanmıştır. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu’nun önemli yetkilerinin olduğu konu başlıkları şu şekilde sıralanabilir: İklim Değişikliği Etkilerini Araştırma, Sera Gazları Emisyonu Envanteri, Sanayi- İnşaat- Atık Yönetimi - Hizmet Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazlarının Azaltılması, Ulaşım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazlarının Azaltılması, Arazi Kullanımı-Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık, Politika ve Stratejilerin Geliştirilmesi, Eğitim ve Halkın Bilinçlendirilmesi. Koordinasyon Kurulu, iklim değişikliği ile ilgili konuların koordinasyonu ve uygulanmasından önemli yetkilere sahiptir. Sözleşmenin yürürlüğe girmesinden üç yıl sonra 1997 yılında BM’nin Japonya’nın Kyoto kentinde düzenlediği toplantıda BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içerisinde katılımcı hükümetler tarafından **“Kyoto Protokolü”** imzalanmıştır. **Türkiye de bu protokole taraf olmuştur.** Protokol şimdiye değin imzalanmış en geniş kapsamlı çevre işbirliği anlaşmasıdır. Bu anlaşmaya göre ülkeler iki gruba ayrılmıştır: Gelişmiş ülkeler (Ek-I ülkeleri) ve gelişmekte olan ülkeler (Ek-I’de yer almayan ülkeler). Gelişmiş ülkeler (Ek-I ülkeleri) sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında 1990 yılı seviyesinden %5,2 aşağıya çekmekle sorumludurlar.

Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (BMÇMS): Türkiye BMBÇS'ne taraf olmadan önce 1997'de Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi'ni tamamlamıştır. Bu süreç Dünya Bankası ile işbirliği içerisinde 1995 Ulusal Çevre Eylem Planı'nın bir parçası olarak başlatılmış; ancak ayrı bir ulusal girişim olarak 1997'de tamamlanmıştır. Bu tarihten itibaren Türkiye, Sözleşmenin IV'üncü Eki olan "Kuzey Akdeniz Bölgesel Uygulama Eki" çalışmalarında aktif olarak yer almaya başlamıştır. Genel olarak, çölleşme ile mücadele, çevre koruma, tarım, ormancılık, mera, kırsal kalkınma, sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi, genetik biyolojik çeşitliliğin yerinde korunması, deniz ve göl ekosistemlerinin korunması gibi konularda politikaların geliştirilmesi Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı ve ilgili uygulayıcı kurum ve kuruluşların sorumluluğu altındadır.

7.2.11 Teknolojik ve Teknik Gereksinimler Açısından Uygunluk

Proje kapsamında kullanılan model ve yöntemler göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye koşullarına uygun olduğu görülmektedir. Bunların gerekçeli açıklamaları ayrıntılı bir şekilde yukarıda tartışılmıştır. Fakat veritabanlarının güvenilirliği, ilgili model değişkenleri ile ilgili havza temelinde yapılacak analitik ve deneysel çalışmalara doğrudan bağlı olacaktır. Özellikle model doğrulama çalışmaları için belirli havzalarda hem iklim istasyonları ve sediman istasyonlarının kurulmasına hem de fiziksel olarak toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin ölçümlerine gereksinim vardır. Doğrudan ölçümler ile yeterli verilerin toplanılması ve depolanması için muayyen parasal kaynaklara ve zamana ihtiyaç olduğundan, kısa dönemde var olan veritabanlarının sayısal ortamlara aktarılması, standardize edilmesi ve harmonize edilmesi ile elverişli bir hale getirilerek analitik çalışmalara başlanması daha uygun olacaktır.

8 HAVZA İZLEME SİSTEMİNDE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ VE ULUSLARARASI ÖRNEKLER

Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri çalışması kapsamında havza izleme sistemlerine esas teşkil edecek olan mevcut literatürde farklı ülkelerde gerçekleştirilen uzaktan algılama çalışmaları derlenmiştir. Bu kapsamda mevcut konu;

(1) Havza içerisinde özellikle doğal kaynaklara ve doğal kaynakların değerlendirilmesinde ayrıca izlenmesi muhtemel doğal süreçlere yönelik sayısal görüntü analizleri ve sınıflandırma teknikleri,

(2) Söz konusu proje tanımı kapsamında havza izleme çalışmalarına esas teşkil edecek doğal kaynakların ve doğal süreçlerin zamansal değişimlerinin ortaya çıkarılmasına yönelik farklı uzaktan algılayıcılardan elde edilen sayısal görüntülerin değerlendirilmesi,

olmak üzere iki alt başlıkta derlenmiştir. Buna göre her bir konu başlığına yönelik genel literatürün (inceleme makalelerinin) değerlendirilmesine müteakip farklı ülkelerde gerçekleştirilmiş güncel örnek uygulamalar derlenmiştir.

8.1 DOĞAL KAYNAKLARA VE DOĞAL SÜREÇLERE YÖNELİK SAYISAL GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ VE SINIFLANDIRMA TEKNİKLERİ¹¹

Bu bölümde sayısal görüntü analizleri ve sınıflandırma tekniklerine direkt olarak girmeden önce, görüntü sınıflandırma sistemleri ve bu amaçla yapılan sayısal görüntü analizleri ile ilgili kısa bilgiler vermek yerinde olacaktır.

Görüntü sınıflandırması üzerine odaklanmış olan uzaktan algılama araştırması, uzun yıllardan beri uzaktan algılamayla çalışanlar arasında hayli ilgi çekici bir konu olmuştur. Bunun nedeni, sayısal sınıflandırma sonuçlarının çok sayıda çevresel ve sosyo-ekonomik uygulamaların temelini oluşturmuş olmasıdır. Bunun yanı sıra, uzaktan algılanmış bir veriyi, tematik bir haritaya dönüştürmek halihazırda devam eden bir sorun olmuştur. Çünkü çalışılan herhangi bir alandaki arazi yapısının kompleks oluşu, seçilmiş olan uzaktan algılama verisi, görüntü işleme ve sınıflandırma yaklaşımları gibi birçok faktör bir sınıflandırmanın başarısını etkileyebilmektedir. Bu noktada, yersel bir sorunun çözülmesinde uzaktan algılama verisi kullanılarak ve sayısal görüntü sınıflandırması ile tematik bir harita oluşturulmasına kadar geçen işlemler sürecinde dikkat edilmesi gereken konuları aşağıdaki şekilde irdelemek gerekir.

¹¹ Raporun bu bölümü ve örnekler Doç. Dr. Aykut AKGÜN tarafından hazırlanmıştır.

8.1.1 Uzaktan Algılama Sınıflandırma İşlemi

Uzaktan algılama sınıflandırma işlemi karmaşık bir süreç olup pek çok faktörün dikkate alınmasını gerektirir. Görüntü sınıflandırmasının en temel adımlarını uygun bir sınıflandırma sisteminin belirlenmesi, eğitim örneklerinin seçilmesi, ön görüntü işleme, özellik çıkarımı, uygun sınıflandırma yaklaşımlarının seçimi, sınıflandırma sonrası işlemler ve doğruluk değerlendirmesi oluşturmaktadır. Kullanıcı ihtiyacı, çalışma alanının ölçeği, ekonomik koşullar ve analizi yapacak kişi/kişilerin yetenekleri uzaktan algılama verisinin seçimi, sınıflandırma işleminin tasarımı ve sınıflandırma sonuçlarının kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir.

8.1.2 Uzaktan Algılama Verisinin Seçimi

Uzaktan algılama verisi mekânsal, radyometrik, spektral ve zamansal çözünürlük bakımından değişiklik göstermektedir. Farklı algılayıcı verilerinin kuvvetli ve zayıf taraflarını anlamak, görüntü sınıflandırması için uygun uzaktan algılama verisinin seçimi için temel bir aşamadır. Bu noktada, başarılı bir görüntü sınıflandırması için en uygun uzaktan algılama verisinin seçimi en önemli başlangıç aşamasıdır. Bu aşama, kullanıcı ihtiyacı, çalışma alanının ölçeği ve temel karakteristikleri, değişik uzaktan algılama görüntü verisinin mevcudiyeti ve bunların özellikleri, maliyet ve zaman kısıtları ve seçilen görüntünün kullanılmasında analizi yapan uzmanın deneyimi gibi faktörlerin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Ölçek, görüntü çözünürlüğü ve kullanıcı ihtiyacı, uzaktan algılama seçimini etkileyen en önemli faktörlerdir. Kullanıcı ihtiyacı, sınıflandırmanın doğasını ve çalışma alanının ölçeğini belirlemede, dolayısıyla uzaktan algılama verisinin mekânsal çözünürlüğünün belirlenmesini etkilemektedir. Genel olarak, büyük ölçekli bir sınıflandırma sistemi, lokal düzeyde bir sınıflandırma için gerekli olup, IKONOS, Quickbird, WorldView gibi yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntüler oldukça yardımcıdır. Bölgesel bir ölçekte, Landsat TM/ETM+, Terra ASTER, Spot 5 gibi orta mekânsal çözünürlüklü görüntüler ise en fazla sıklıkla kullanılan verilerdir. Kıtasal veya global ölçekte ise düşük mekânsal çözünürlüklü AVHRR, MODIS, NOAA gibi görüntü verileri genellikle tercih edilen verilerdir. Uzaktan algılama verisinin seçiminde etki eden bir diğer faktör ise atmosferik koşuldur. Nemli tropikal bölgelerde yoğun bulutluluk durumu yüksek kaliteli optik algılayıcıların kaliteli veri elde etmesi önünde genellikle bir engel oluşturmaktadır. Bu gibi durumlarda çoğunlukla Radar verisi kullanılması tercih edilmektedir.

8.1.3 Bir Sınıflandırma Sistemi ve Eğitim Örneklerinin Seçimi

Uygun bir sınıflandırma sistemi ve yeterli sayıda eğitim örneklem sayısı başarılı bir sınıflandırma için ön koşullardır. Cingolani vd. (2004) orta ölçekli mekânsal veri kullanılarak bitki örtüsü sınıflandırması yapılması durumunda üç temel problem tanımlamıştır [Ref 146]. Bunlar: Haritalama için uygun hiyerarşik seviyelerin tanımlanması, seçilen uzaktan algılama verisi ile ayırt edilebilen arazi örtüsü birimlerinin tanımlanması ve temsil edici eğitim örneklerinin seçimidir.

Genel olarak bir sınıflandırma sistemi kullanıcı ihtiyacına, seçilen uzaktan algılama verisinin mekânsal çözünürlüğüne, önceki çalışmalarla olan uyumluluğuna, görüntü işleme ve sınıflandırma algoritmalarının mevcudiyetine ve zaman kısıtlarına dayandırılmaktadır. Böyle bir sistem, bilgi verici, kapsamlı ve ayırt edici olmalıdır.

Yeterli sayıda eğitim örneklem sayısı ve bunları temsil ediciliği görüntü sınıflandırması için kritiktir. Eğitim örneklemi genellikle arazi çalışması veya yüksek mekânsal çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden

toplanmaktadır. Bir çalışma alanının arazi yapısı karmaşık ve heterojen olduğu zaman yeterli eğitim örneklem seçimi yapmak zor olmaktadır. Söz konusu bu problem, çok sayıda piksel karışması meydana gelebilen orta veya düşük mekânsal çözünürlüklü görüntü verisi kullanılması durumunda karmaşık olmaktadır. Dolayısıyla, eğitim örneklemelerinin seçimi kullanılan uzaktan algılama verisinin mekânsal çözünürlüğü, yer referans verisinin varlığı ve çalışılan arazi yapısının karmaşıklığını göz önünde bulundurmaya zorundadır.

8.1.4 Veri Ön İşleme

Görüntü ön işleme, kötü çizgilerin belirlenmesi ve düzeltilmesi, geometrik rektifikasyon ve görüntü kaydı, radyometrik kalibrasyon ve atmosferik düzeltme ve topoğrafik düzeltme işlemlerini içerebilir. Şayet farklı yardımcı veriler kullanılıyorsa, bunların bir sınıflandırma işleminde bir araya getirilmeden önce farklı kaynaklar ve formatlardaki veriler arasındaki dönüşümü ve bu verilerin kalite değerlendirmeleri de aynı zamanda gereklidir. Uzaktan algılama verisinin doğru bir geometrik rektifikasyonu veya görüntü kaydı, farklı veri kaynaklarının bir sınıflandırma işleminde bir araya getirilmesi için ön koşuldur. Şayet sınıflandırmada tarihli bir veri kullanılıyorsa, atmosferik düzeltme gerekli değildir. Çok zamanlı veya çok algılayıcı veriler kullanıldığı zaman ise atmosferik düzeltme şarttır. Bunun yanısıra, dağlık veya engebeli bölgelerde yer alan çalışma alanlarında bir diğer önemli parametre ise topoğrafik düzeltmedir.

8.1.5 Bilgi Çıkarımı ve Seçimi

Birçok potansiyel değişken, spektral işaretler, bitki örtüsü indeksleri, dönüşmüş görüntüler, dokusal veya bağlamsal bilgi, çok zamanlı görüntüler, çok algılayıcı görüntüler ve yardımcı veri içeren görüntü sınıflandırmasında kullanılabilir. Arazi örtüsünün ayırımındaki farklı yeteneklerden dolayı sınıflandırma çok fazla sayıda değişkenin kullanılması, sınıflandırma doğruluğunu azaltabilmektedir. Özellikle hiperspektral veya çok algılayıcı veri kullanıldığı zaman, arazi örtüsü veya bitki örtüsü sınıflarının ayırılmasını için en önemli nokta sadece gerekli değişkenlerin seçilmesidir. Bu amaç için temel bileşenler analizi, diskriminant analizi, vb. yaklaşımlar özellik çıkarımı için kullanılabilir. Pratikte, seçilmiş değişkenlerin farklı birleşimlerinin karşılaştırması sıklıkla uygulanmakta olup bunun için iyi bir referans verisinin varlığı hayati olmaktadır. Uzaklaşma ile ilgili algoritmalar, sınıf ayrılabilirliğini ve daha sonra da her bir sınıf için eğitim örneklemelerinin rafine edilmesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır.

8.1.6 Uygun Sınıflandırma Yönteminin Seçimi

Bir sınıflandırma yöntemi seçerken uzaktan algılama verisinin mekânsal çözünürlüğü, farklı veri kaynakları, sınıflandırma sistemi ve sınıflandırmada kullanılacak bir yazılımın varlığı gibi pek çok faktör dikkate alınmak zorundadır. Farklı sınıflandırma yöntemlerinin her biri kendi çerçevesinde faydalara sahiptir. Buradaki temel soru olan spesifik bir çalışma için hangi sınıflandırma yaklaşımının uygun olduğunu cevaplamak ise kolay bir yanıtı sahip değildir. Farklı sınıflandırma sonuçları sınıflandırıcının seçimlerine bağlı olarak elde edilebilir.

8.1.7 Sınıflandırma Sonrası İşlem

Geleneksel piksel - piksel sınıflandırma yapan sınıflandırıcılar, sınıflandırılmış haritada “tuz - biber” etkisine çoğunlukla neden olmaktadır. Çoğunlukla bir filtre uygulaması ile bu görüntüler görüntüde azaltılabilir. Birçok görüntü sınıflandırması, uzaktan algılanmış spektral cevaplara dayandırılmaktadır. Biyofiziksel çevrenin karmaşıklığı nedeniyle, spektral bozulma arazi örtüsü sınıfları arasında yaygındır. Dolayısıyla, kurulan uzman kurallarına dayalı

olarak sınıflandırma görüntüsünü modifiye etmek için sıklıkla yardımcı veri kullanılır. Örneğin, dağlık alanlardaki orman dağılımı, yamaç eğimi, yamaç yönelimi ve yüksekliğe bağlıdır. Dolayısıyla arazi özelliklerini tanımlayan veriler, topoğrafik faktörler ve spesifik bitki sınıfı bilgisine dayalı sınıflandırma sonuçlarını modifiye etmek için kullanılabilir.

8.1.8 Sınıflandırma Performansının Değerlendirilmesi

Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesi sınıflandırma işlemlerinde önemli bir süreçtir. Bunun için uzman görüşüne dayalı kalitatif yaklaşımlardan örneklem stratejilerine dayalı kantitatif bir doğruluk değerlendirmesine kadar farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Bu amaçla, Cihlar vd. (1998) tarafından, bir sınıflandırma yönteminin performansının değerlendirilmesi için altı kriter önerilmiştir. Bunlar; doğruluk, tekrarlanabilirlik, kuvvetlilik, verinin bilgi içeriğini bütünüyle kullanma kabiliyeti, uniform uygulanabilirlik ve objektifliktir [Ref 147].

8.1.9 Sınıflandırma Doğruluk Değerlendirmesi

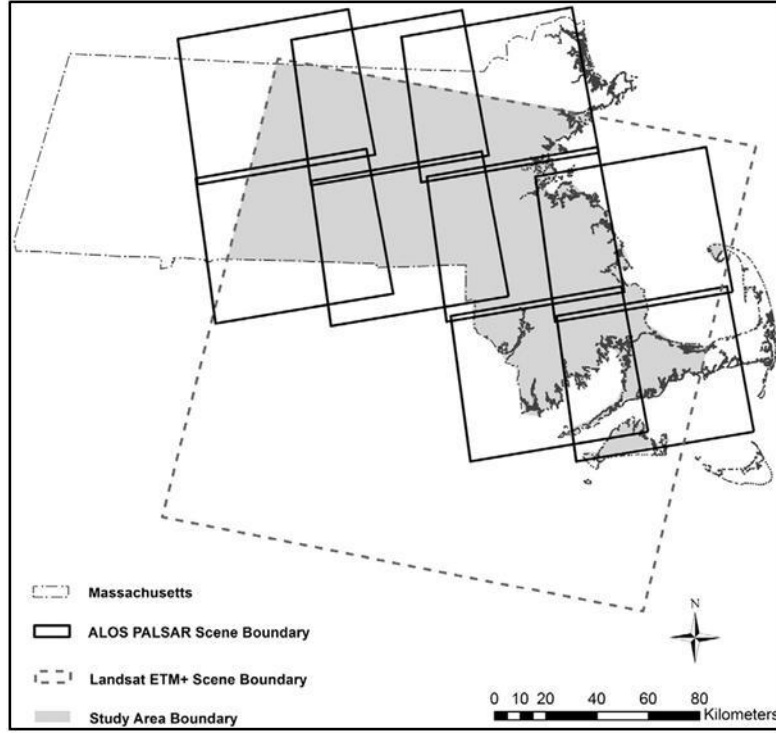
Bir sınıflandırma doğruluk değerlendirmesini uygulamadan önce, uygulayıcının hata kaynaklarını bilmeye ihtiyacı vardır. Sınıflandırmanın kendisinden ileri gelen hatalara ilave olarak kayıtlandırmadan ileri gelen konum hataları, yorumlama hataları, zayıf kalitede eğitim örneklem veya test örnekleme gibi diğer hata kaynakları tüm sınıflandırma doğruluğunu etkilemektedir. Bir sınıflandırma doğruluk sistemi genel olarak üç temel bileşen içermektedir: Örneklem tasarımı, cevap tasarımı ve tahmin ve analiz işlemleri [Ref 148]. Uygun bir örneklem stratejisinin seçimi kritik bir aşamadır [Ref 157]. Bir örneklem stratejisinin ana bileşenlerini örneklem birimi (piksel veya poligonlar), örneklem tasarımı ve örnek boyutu oluşturmaktadır [Ref 150]. Hata matrisi yaklaşımı, doğruluk değerlendirmesinde en sık kullanılan yaklaşımlardan birincisidir [Ref 151]. Düzgün bir şekilde hata matrisini oluşturmak için kullanıcı şu faktörleri dikkate almak zorundadır: a) referans veri toplanması, b) sınıflandırma planı, c) örneklem planı, d) mekânsal otokorelasyon ve e) örnek boyutu ve örnek birimi [Ref 149]. Bir sınıflandırma matrisini oluşturduktan sonra, tüm doğruluk, ihmal hatası, atama hatası ve kapa katsayısı gibi diğer önemli doğruluk değerlendirme elemanları elde edilebilir. Hata matrisi yaklaşımı yalnızca “hard classification” sınıflandırıcılar için uygun olup, “soft classification” sınıflandırıcılar için uygun bulunmamaktadır [Ref 152].

8.1.10 Uluslararası Güncel Fiili Uygulamalar

8.1.10.1 LANDSAT ve SAR Verisi Kullanarak Yerleşim ve Yarı-Yerleşim Arazi Örtüsü Sınıflandırması için Spektral, Polarimetrik, Zamansal ve Mekânsal Boyutlarının Değerlendirilmesi [Ref 153].

8.1.10.1.1 Çalışma Alanı Genel Özellikleri

Bu çalışma, Amerika Birleşik Devletlerinde Doğu Massachussets Eyaleti'nde yaklaşık 12.404 km²'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanını yarısından fazlasını kaplayan bir alan orman niteliğinde olup, geniş yapraklı-yaprak döken ağaçların hâkim olduğu ağaçları içermektedir. Ormanlık alan dışında yer alan arazi kullanımında ise tarım arazileri ile yerleşim alanları bulunmaktadır. Alanda yükseltiler deniz seviyesinden başlayarak 500 m'ye kadar ulaşmaktadır. İklim yumuşak bir karaktere sahip olup ortalama yıllık sıcaklık 8,8 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 115 - 130 cm olarak verilmiştir. Hâkim toprak niteliği ise iri kumlu verimli toprak olarak belirtilmiştir.



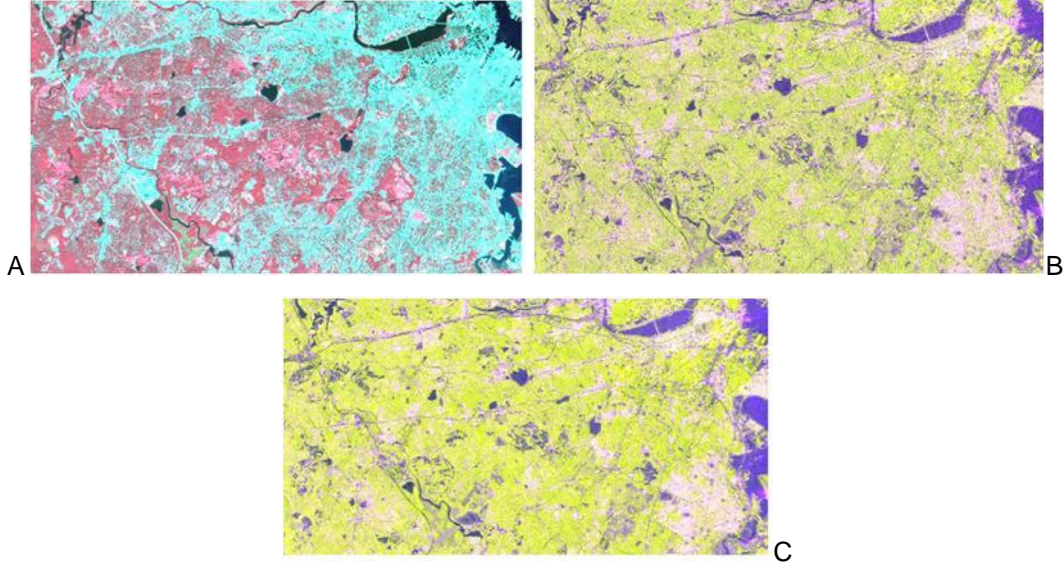
Şekil 80. İnceleme Alanı ve Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Verisinin Alansal Yayılımları

8.1.10.1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, farklı boyutlardaki (spektral, polarimetrik, zamansal ve mekânsal) görüntülerin önemini sayısal olarak ifade etmek ve hem optik hem de SAR algılayıcıların birlikte kullanılarak arazi örtüsü ve kentsel yerleşim alanlarının en iyi doğrulukla tahmini olarak belirtilmiştir. Bu maksatla ilk amaç PALSAR görüntüleri tarafından sağlanan polarimetrik ve mekânsal boyutların önemini araştırmak olmuştur. Daha sonra, Landsat verisinin spektral, zamansal ve mekânsal boyutlarının katkıları incelenmiştir. Son olarak, mevcut tüm boyutları ile en iyi arazi örtüsü haritasının elde edilmesi için Landsat ile ALOS verisi birleştirilmiş ve farklı boyutlardan elde edilen değişkenlerin önemi analiz edilmiştir.

8.1.10.1.3 Kullanılan Uzaktan Algılama Verileri

Bu çalışmada hem optik hem de radar uzaktan algılama verisi kullanılmıştır. Radar görüntüsü olarak 2007 Haziran-Temmuz aylarında algılanan L-Band ALOS PALSAR görüntülerinden ve optik olarak ise Eylül 2000, Aralık 2001 ve Nisan - Haziran 2002 Landsat ETM+ görüntülerinden yararlanılmıştır.

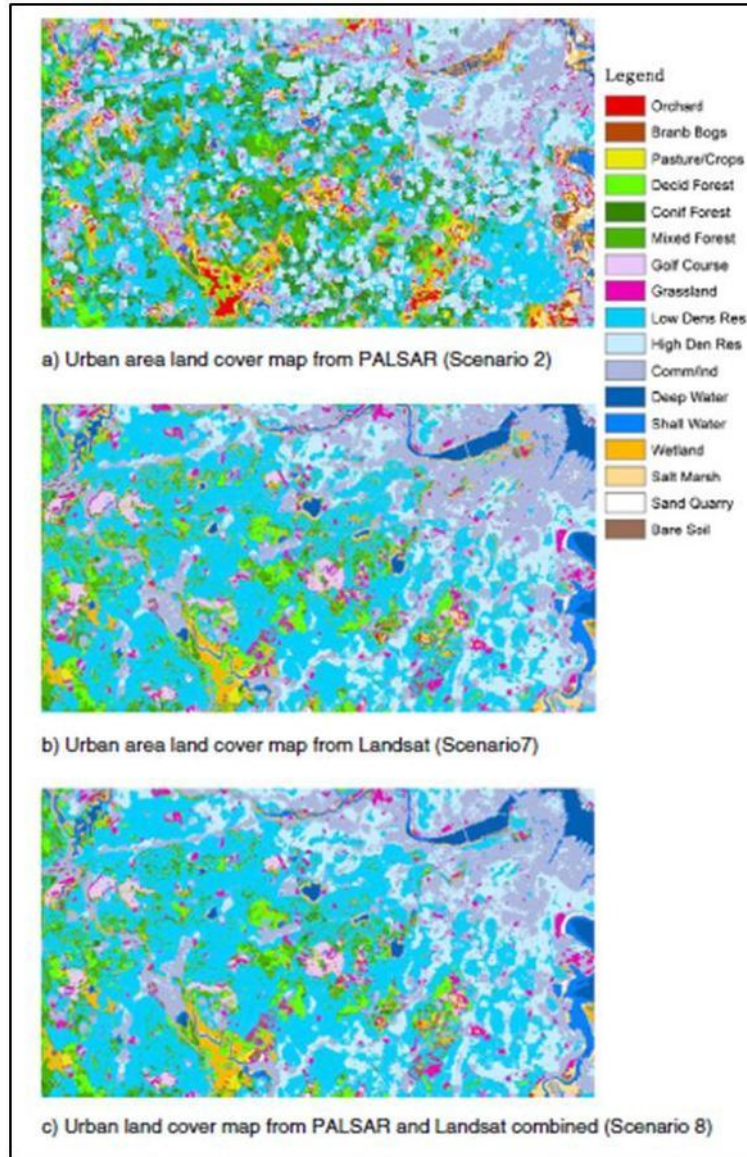


Şekil 81. İncelemede Kullanılan a) Landsat ETM+ (4,3,2 Band kombinasyonu) ile b) Filtrelenmemiş ve c) Filtrelenmiş PALSAR (HH, HV VE HH/HV) Uydu Görüntüleri

Bu görüntülerden elde edilen sınıflandırılmış verilerin doğruluk değerlendirmesi için yer referans verileri de kullanılmıştır. Bu amaçla, 2005 - 2007 arasını kapsayan hava fotoğrafları ile arazi çalışmalarından elde edilen haritalardan yararlanılmıştır.

8.1.10.1.4 Görüntü Sınıflandırması ve Analizi

Yukarıda sözü edilen uydu görüntüleri üzerinden on yedi arazi örtüsü sınıfı ayırt edilmesi hedeflenmiştir. Bu arazi örtülerinin sözü edilen uydu görüntülerinden çıkartılması amacıyla Random Forest Classifier (RFC) olarak isimlendirilen bir karar ağacı (decision tree) sınıflandırıcı türü kullanılmıştır. Bu sınıflandırıcı, parametrik olmayan ve karar ağacı sınıflandırıcılarının birlikteliğini kullanan bir sınıflandırıcıdır. Söz konusu bu sınıflandırıcı ile elde edilen sınıflandırılmış görüntü haritaları aşağıda, Şekil 82'de sunulmuştur.



Şekil 82. PALSAR ve Landsat Uydu Görüntülerinden Sayısal Görüntü Sınıflandırması ile Elde Edilen Arazi Kullanım Haritaları ve Bu Harita Üzerinde Belirlenen Bitki Örtüsü Türleri

8.1.10.1.5 Doğruluk Değerlendirmesi

Sayısal görüntü sınıflandırması ile elde edilen arazi kullanım haritalarının doğruluk değerlendirilmesi amacıyla, eğitim veritabanı ile elli adet çapraz sorgulama analizi yapılmıştır. Bu amaçla, yer referans verisinin %80'i sınıflandırıcıyı eğitmek için rastgele seçilirken, geri kalan %20'lik veri ise üretilen haritaların doğruluk değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Bu işlem elli kez tekrarlanmış ve girdi verilerinin farklı kombinasyonları için elde edilen sonuçların bütünsel doğruluğunu (overall accuracy) karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Sonuç olarak hata matrisi, üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu hesaplanmıştır. Buna göre yalnızca PALSAR görüntüsü ile elde edilen sınıflandırılmış verinin bütünsel doğruluğu %30,99, tekstür özellikleri eklenerek elde edilen sınıflandırılmış veri doğruluğu ise %72,24 olarak belirlenmiştir. Yalnızca Eylül ayına ait Landsat verisi ile üretilen sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu %77,69, diğer tarihlerdeki Landsat görüntülerinin de işleme katılması ile üretilen

sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu %86,86 ve diğer tekstür özelliklerinin de katılması ile üretilen sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu ise %92,69 olarak belirlenmiştir. En yüksek doğruluk oranı ise Landsat ve PALSAR görüntülerinin kaynaştırılması ile elde edilen sınıflandırılmış görüntü ile elde edilmiş olup doğruluk değeri %93,82 olarak tespit edilmiştir.

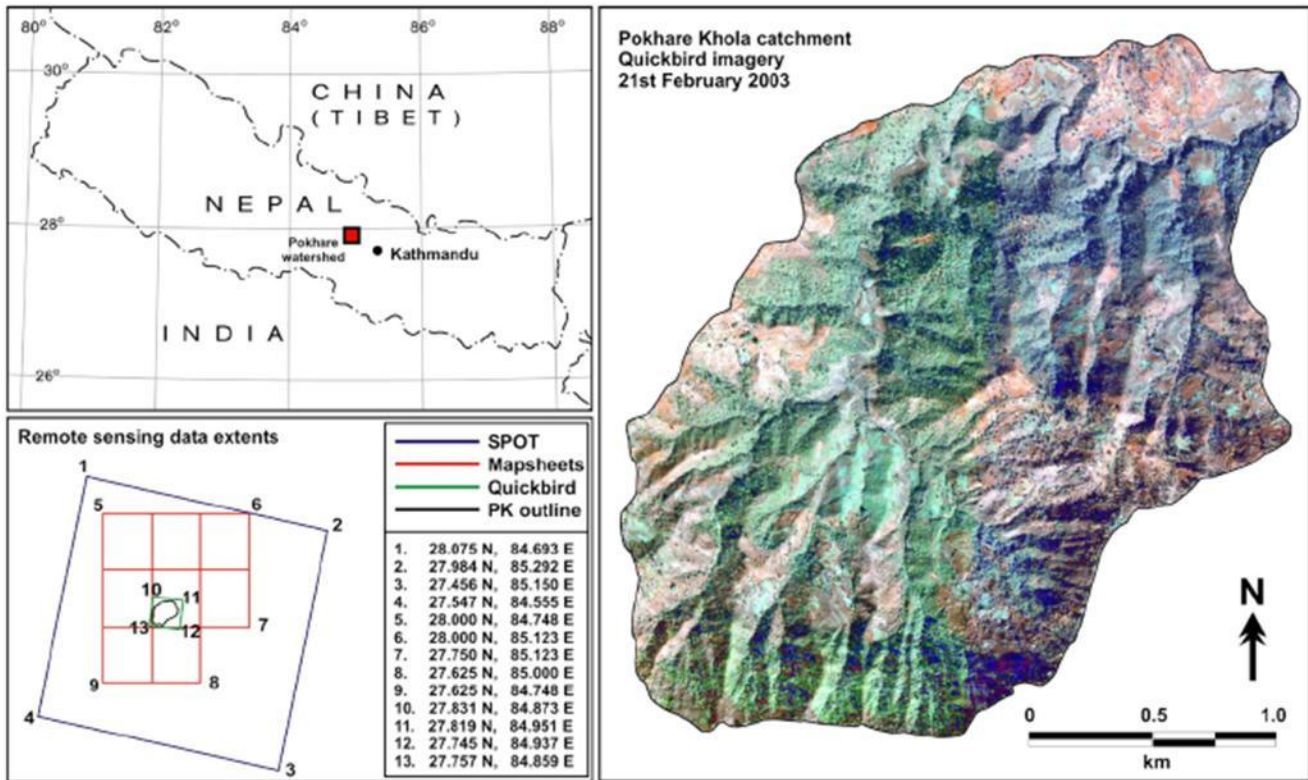
8.1.10.1.6 Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki arazi örtüsü, yerleşim ve yarı yerleşim alanlarının belirlenmesinde Landsat, PALSAR ve diğer tekstürel değişkenlerin birleştirilmesi ile elde edilen sınıflandırılmış görüntünün doğruluk değerleri, görüntülerin tek başlarına kullanılarak üretilen sınıflandırılmış sayısal görüntülere göre çok daha yüksektir.

8.1.10.2 Himalayalardaki Havza Sürdürülebilirliğinin Modellenmesi ve Yüksek Çözünürlüklü Uzaktan Algılanması

8.1.10.2.1 Çalışma Alanı Genel Özellikleri:

Söz konusu çalışma, Hindistan'da Nepal Bölgesi, Pokhare Khola Havzası'nda gerçekleştirilmiştir. Havzanın alanı yaklaşık olarak 5,28 km²'dir. Yarı tropikal bir iklime sahip olup, yaz aylarında maksimum sıcaklık 31 °C, kış aylarında ise 8 °C olarak bildirilmiştir. Yıllık ortalama yağış miktarı Muson döneminde 1370 mm'dir. Havza, bölgenin güneyinin en sarp alanı olup, yükseklik değerleri 380 m'den 1079 m'ye kadar ulaşmaktadır. Havza arazi örtüsü karışık orman, çalılık ve geçim amaçlı tarım terasıdır.



Şekil 83. İnceleme Alanı ve Kullanılan Veri Seti ile Alansal Kaplama Kapasiteleri

8.1.10.2.2 Çalışmanın Amacı

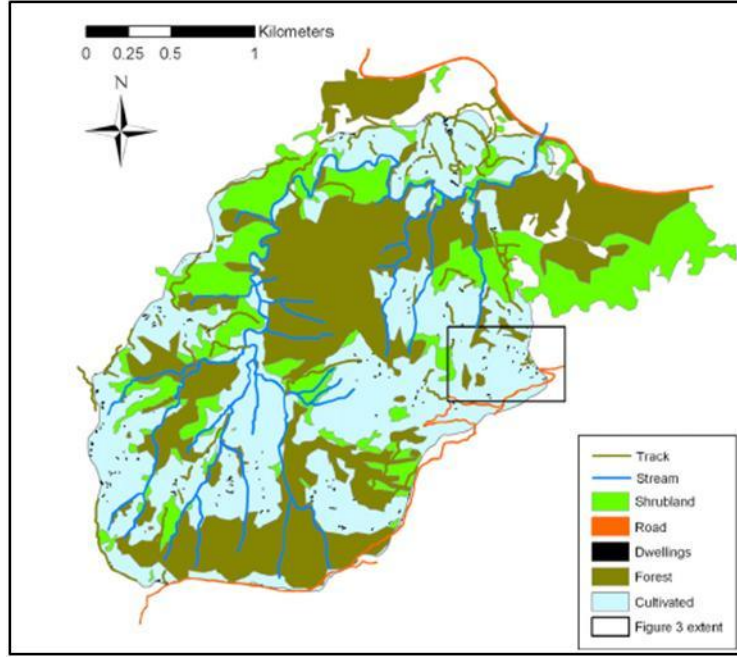
Himalaya bölgesinde ekolojik olarak hassas arazi üzerine teras çiftçiliğinin etkisinin anlaşılması konusunda oldukça zayıf olduğu için bu çalışmada, Himalaya'da çevresel bozulmayı kapsayan anahtar konuların güncel analizinin yapılması hedeflenmiştir. Bu maksatla, ilk olarak GIS ile yüksek mekânsal çözünürlüklü uzaktan algılama verisi birleştirilerek arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki trendlerin nasıl belirlendiği ve arazi sürdürülebilirliği üzerinde etkilerinin nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun gerçekleştirilebilmesi için bazı anahtar hedeflere ulaşılması gerekmektedir. Bunlar: a) Quickbird uydu görüntüsü ile havzanın arazi örtüsünün haritalanması, son birkaç on yılda nasıl bir değişim gösterdiğinin analizi için eski tarihli görüntü ve basılı haritalarla bunun karşılaştırılması. b) Havza ölçeğindeki arazi örtüsü trendleri ile bölgesel trendlerin karşılaştırmasını yapmak için önceki çalışmaları da içeren farklı kaynaklardan elde edilmiş verilerin, daha düşük mekânsal çözünürlüklü ama daha geniş alanları içerebilen uydu görüntüleri ve sınıflandırılmış eski tarihli basılı harita verilerinin kullanımı. c) Himalaya havzalarındaki teras tarımı ve ormansızlaşmanın toprak erozyonu üzerindeki etkisinin modellenmesi için yeni potansiyelleri göstermek amacıyla yüksek mekânsal çözünürlüklü arazi örtüsü haritaları ile yükseklik verisinin çiftleştirilmesidir.

8.1.10.2.3 Kullanılan Uzaktan Algılama Verisi

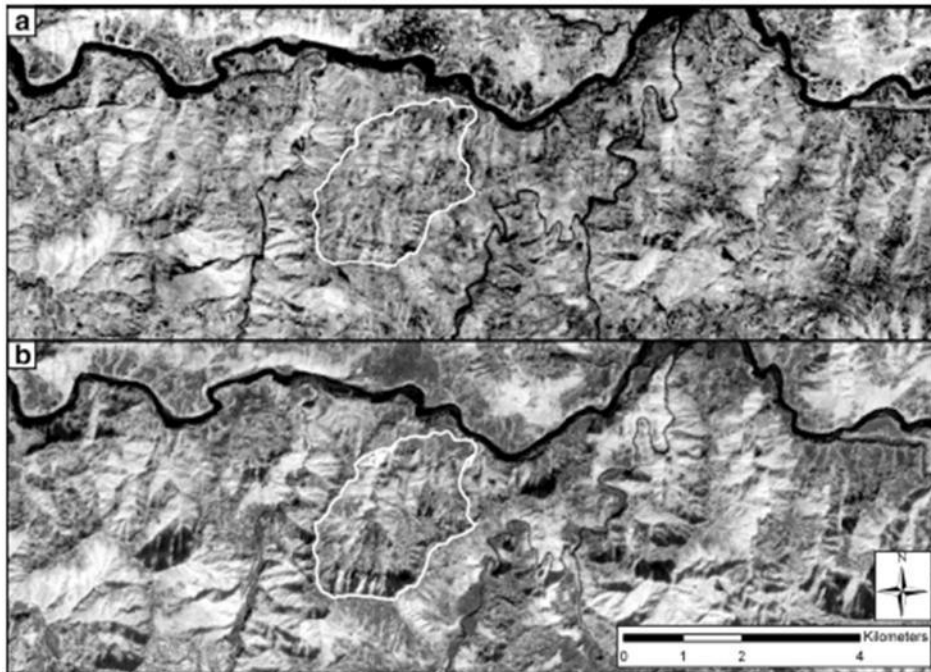
Bu çalışmada, 2003 Şubat ayına ait 0,6 m mekânsal çözünürlüklü Quickbird görüntüsü, havzanın daha dar bir alanını kapsayan Ekim 1986 tarihli 20 m mekânsal çözünürlüklü SPOT 1 HRV ile Aralık 2001 tarihli 10 m mekânsal çözünürlüklü SPOT HRVIR görüntüleri kullanılmıştır. Bunlara ilave olarak Aster DEM verisinden de yararlanılmıştır.

8.1.10.2.4 Görüntü Sınıflandırması ve Analizi

İlk olarak 1986 ve 2001 tarihli SPOT görüntüleri, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak ortorektifiye edilmiştir. Önceden ortorektifiye edilmiş Quickbird görüntüsü ile SPOT görüntüleri arasında maksimum ± 5 m'lik bir hata ile uyum gözlenmiştir. Aster DEM verisi de yine mevcut topoğrafik haritalara göre jeoreferanslanmıştır. Havza üzerindeki orman, çalılık, teraslar, akarsular, yerleşim yerleri ve yollar pankromatik Quickbird görüntüsü üzerinden vektör veri modelinde sayısallaştırılmış (Şekil 84), multispektral NIR bantları yardımıyla da bitki örtüsü çıkarımı yapılmıştır. Yamaç eğimi haritaları Aster DEM yardımıyla üretilmiştir. Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ise SPOT görüntülerinin NIR ve Kırmızı Bantları kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 85). Böylelikle havzadaki ormansızlaşmış alanlar ve yeni dikim alanları hızlı bir biçimde değerlendirilmiştir.



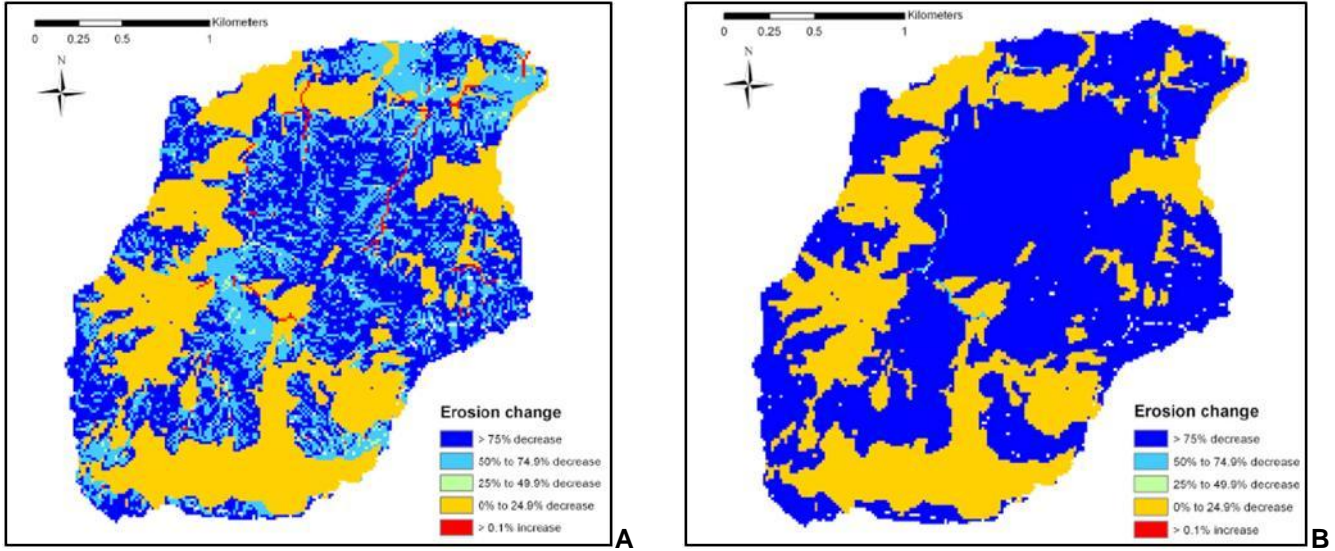
Şekil 84. Havzanın Quickbird Pan Görüntüsü Üzerinden Görsel Yorumlama İle Çıkarılmış Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 85. a) 1986 Tarihli ve b) 2001 Tarihli SPOT Görüntülerinden Elde Edilen NDVI Haritaları

Toprak erozyonu haritasını elde etmek amacıyla fiziksel tabanlı Limburg Toprak Erozyon Modeli (LISEM) [Ref 155] yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, tekil yağış olayları için yüzeysel akış ve erozyonu modellemektedir. LISEM modelini uygulamak amacıyla bu çalışmada havza, bitki örtüsü, toprak ve arazi örtüsü haritalar kullanılmıştır. Bu haritaların bazıları uzaktan algılama ve sayısal görüntü sınıflandırması ile elde edilirken diğerleri ise DEM verisinden

üretimiştir. Yağış verisi için gerçek zamanlı veri toplayan bir yağış istasyonu tesis edilerek veri elde edilmiştir. Bu veriler elde edildikten sonra, erozyon modellemesi iki senaryo düşünülerek üretilmiştir. Bu senaryolardan birisi terasların olmadığı mevcut arazi örtüsü durumu, diğeri ise terasların olduğu mevcut arazi örtüsü durumudur (Şekil 86).



Şekil 86. A) Senaryo 1 ve B) Senaryo 2'ye Göre Elde Edilen Toprak Erozyonu Haritaları

8.1.10.2.5 Doğruluk Değerlendirmesi

Bu çalışmada, çalışmanın fiziksel bir modele dayandırılarak yapılması nedeniyle rutin bir doğruluk değerlendirmesi yapılmamıştır.

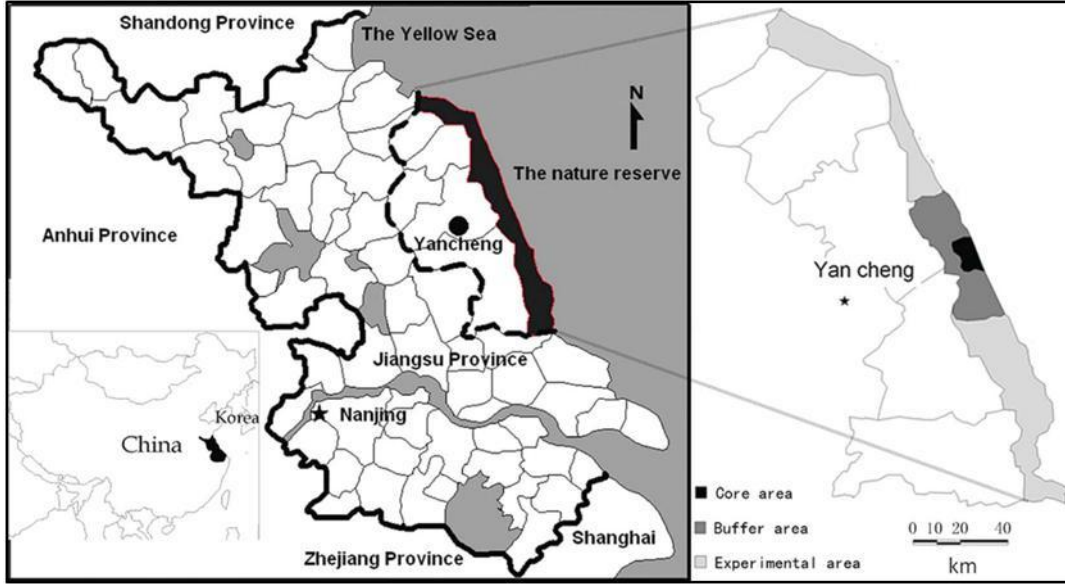
8.1.10.2.6 Sonuç

Bu çalışma sonucunda, yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile son derece başarılı ve yetkin arazi örtüsü haritası üretmenin mümkün olduğuna vurgu yapılmıştır. Bunun yanı sıra, NDVI haritalaması ile ormansızlaşma alanlarının ve yeni dikim alanlarının belirlenmesinin de mümkün olduğu sonucu bildirilmiştir.

8.1.10.3 Bir Landsat Tematik Haritalama Görüntüsü ile Karasal Sulak Alan Bitki Örtüsü Sınıflandırması

8.1.10.3.1 Çalışma Alanı Genel Özellikleri

Bu çalışmada inceleme alanı olarak seçilen alan, Çin'de Yancheng Ulusal Doğa Parkı olup, bu alan Jiangsu Bölgesi'nin sahil kesiminde yer almaktadır (Şekil 87). Bu ulusal park, dünyadaki en büyük gel-git düzlüğü sulak alan doğal rezervi olup, toplam alanı 4530 km²'dir. Buradaki sahil uzunluğu ise 528 km olarak verilmiştir. 1983 yılında kurulan alan, Çin hükümeti tarafından ulusal doğal rezerv olarak ve UNESCO tarafından uluslararası biyosfer rezervi olarak kabul edilmiştir. Buradaki iklim yapısı ılık havadan yarıtropikale geçiş zonu olup, Muson iklim karakteristiklerini göstermektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14 - 15 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 900 - 1050 mm arasında değişmektedir.



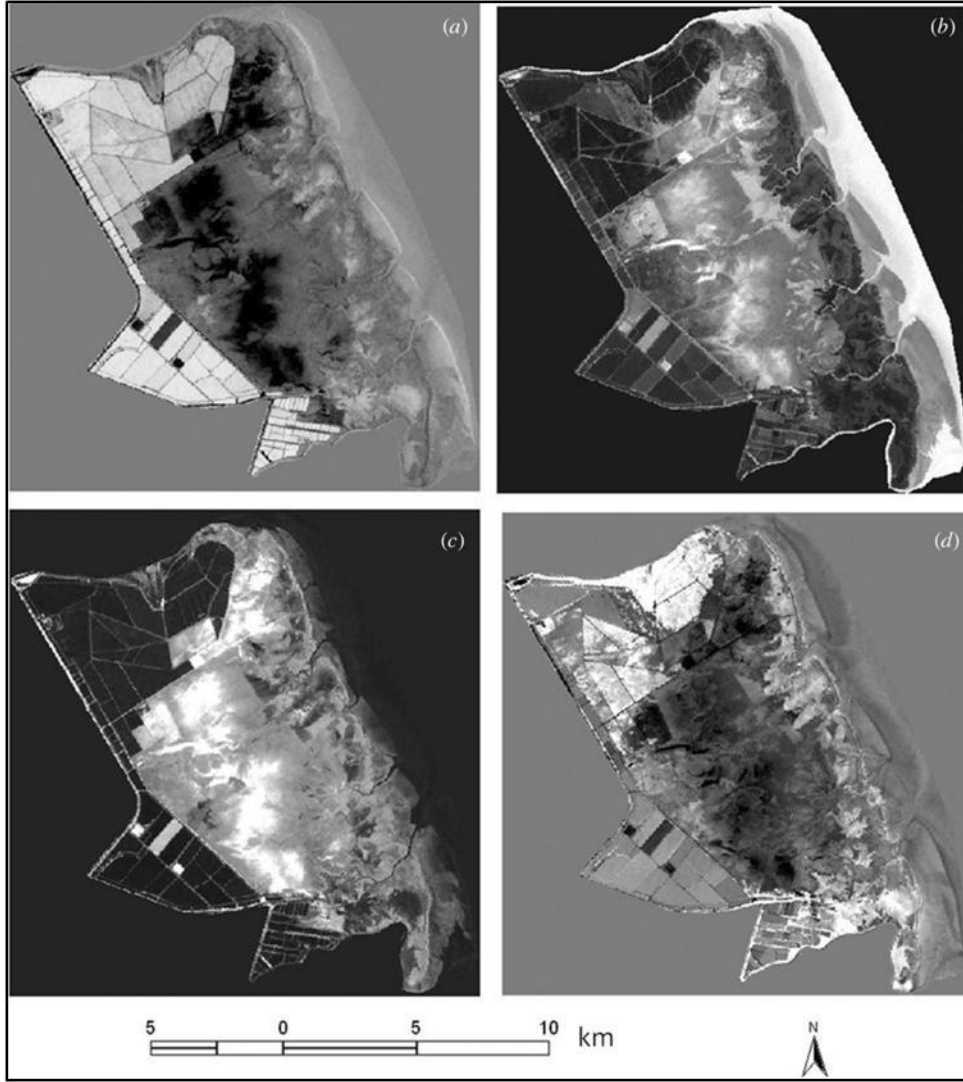
Şekil 87. İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası

8.1.10.3.2 Çalışmanın Amacı

Çalışma kapsamında, inceleme alanında yer almakta olan sulak alan ve bu sulak alanlara ait bitki örtüsünün uzaktan algılama teknikleri ve uzman bilgisi kullanımı ile Landsat TM uydu görüntüsü kullanarak haritalamasının yapılması hedeflenmiştir.

8.1.10.3.3 Kullanılan Uzaktan Algılama Verisi

Çalışma kapsamında, 23 Mayıs 2004 tarihinde çekilmiş bir Landsat 5 TM görüntü seti (Şekil 88) kullanılmıştır. Görüntü geometrik olarak UTM koordinat sistemine göre ve 1/50.000 ölçekli topoğrafik harita üzerinden 35 kontrol noktası kullanılarak 0,5 pikselden daha az bir karekök hatası ile düzeltilmiştir. En yakın komşuluk yapılandırma tekniği ile TM görüntüsünü rektifikasyon süresinde 30 m'ye 30 m'lik bir piksel boyutuna yapılandırma yapılmıştır.

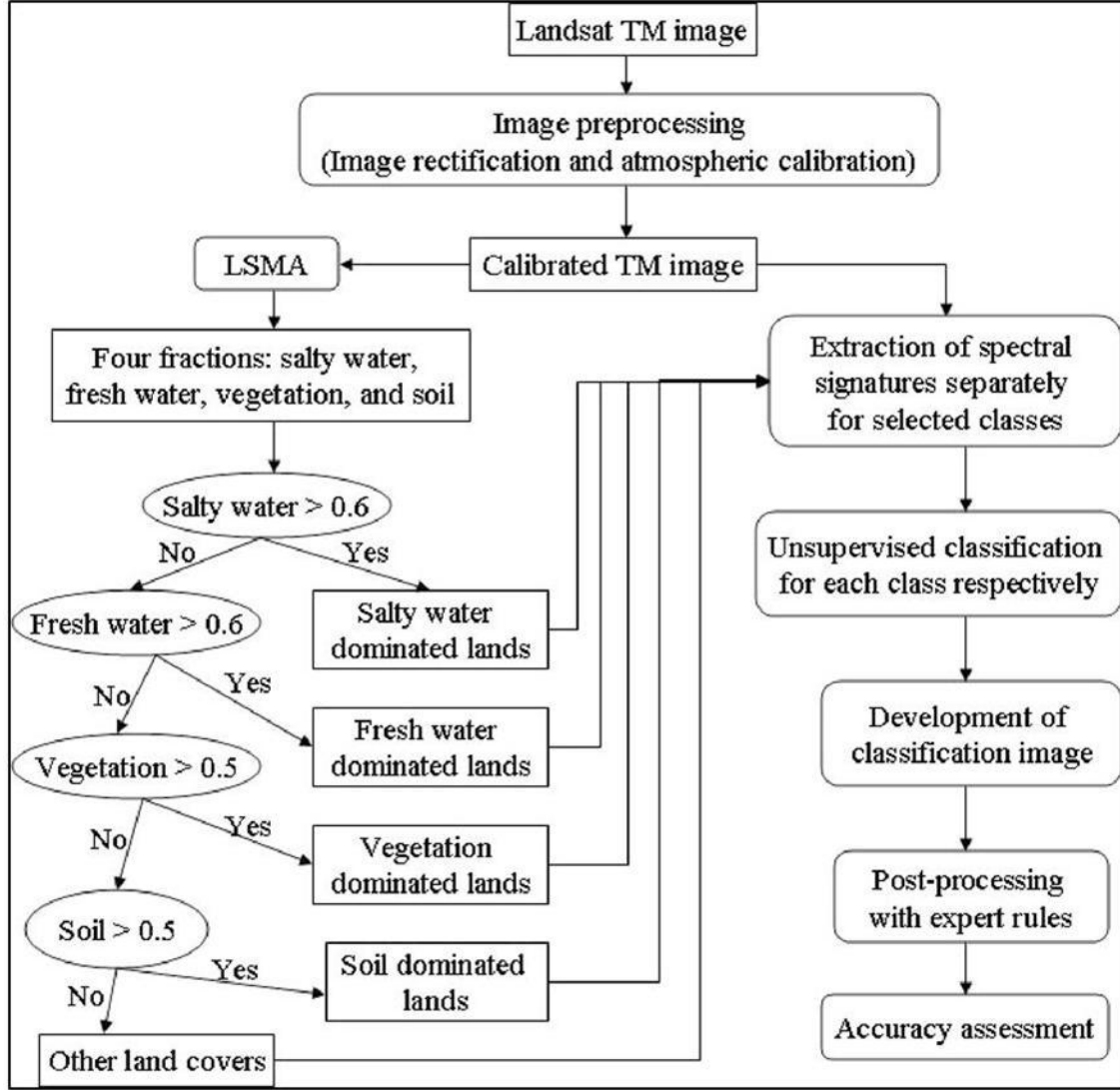


Şekil 88. Landsat 5 TM Görüntüsün: a) Taze Su, b) Tuzlu Su, c) Toprak ve d) Bitki Örtüsü İçin Spektral Karışım Analizinden Elde Edilmiş Dört Kısım Görüntü.

8.1.10.3.4 Görüntü Sınıflandırması ve Analizi

Bu çalışmada, iki görüntü sınıflandırma tekniği kullanılmıştır. Bunlardan ilki, sayısal görüntü sınıflandırması amacıyla en çok kullanılan sınıflandırıcılardan olan maksimum benzerlik sınıflandırıcısıdır (Maximum Likelihood Classifier-MLC). Bu sınıflandırıcı, parametrik bir sınıflandırıcı olup, her ilgi özelliği için normal veya normale yakın spektral dağılım kabulü yapmaktadır. Belirlenen sınıflar arasında bir eş öncelik olasılığı olduğu da farz edilmektedir. Bu sınıflandırıcı, özetle bir pikselin ait olduğu herhangi bir sınıfa ait olma olasılığının ne olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu sınıflandırma amacıyla toplam 135 adet eğitim örneklem noktası toplanmış ve görüntü üzerinde denetimli sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma sonucunda inceleme alanında yer alan sulak alana ait bir tematik harita elde edilmiştir.

İkinci yaklaşımda ise hibrit bir sınıflandırıcı kullanılmıştır. Bu amaçla, doğrusal spektral karışım analizi (linear spectral mixture analysis - LSMA), eşikleme tekniği, denetimsiz sınıflandırma ve işlem sonrası yaklaşımı yöntemleri ile hibrit model geliştirilmiştir. Bu amaçla izlenen yol şeması aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 89. Sulak Alan Bitki Örtüsü Sınıflandırması İçin Landsat TM Görüntüsü Kullanılarak İzlenen Hibrit Sınıflandırma Yöntemi

Bu yaklaşım ile elde edilen sulak alan sınıflandırılmış tematik haritası Şekil 90'da verilmiştir.

8.2 DOĞAL KAYNAKLARA VE DOĞAL SÜREÇLERE İLİŞKİN ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİN ORTAYA ÇIKARILMASINA YÖNELİK SAYISAL GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ¹²

Bu bölümde, hava izleme sistemine esas teşkil edecek olan doğal kaynaklara ve doğal süreçlere yönelik zamansal değişimlerin çıkarılması amacıyla değerlendirilecek sayısal görüntü analizlerine ilişkin incelemeler farklı uluslararası örnek çalışmalardan derlenmiştir. Bu kapsamda, havza doğal kaynakları açısından öncelikle orman ekosistemleri değerlendirilmiştir. Orman ekosistemlerinin zamansal değişimlerinin ortaya çıkarılmasına yönelik sayısal görüntü analizleri Coppin and Bauer (1996) tarafından gerçekleştirilen derleme çalışmasında ayrıntılı olarak tartışılmıştır [Ref 95]. Bu bölüm içerisinde öncelikle söz konusu derleme çalışmaları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca Shaoging and Lu (2008) tarafından sayısal değişim saptama analizlerine yönelik hassasiyet ve uygulama açısından gerçekleştirmiş oldukları karşılaştırmalı çalışma yine bu bölüm içerisinde tartışılmış ve müteakiben havza içi doğal süreçleri de dikkate alan farklı uluslararası güncel fiili uygulamalar değerlendirilmiştir [Ref 96].

Coppin and Bauer (1996) 1930'lu yıllarda hava fotoğrafları kullanılabilir hale gelene kadar orman bilgi sistemlerinin bütünüyle yersel veriye bağlı olarak oluşturulduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, Ladsat-1'in 1972 yılında faaliyete geçmesiyle birlikte yenilenebilir doğal kaynakların değerlendirilmesi sürecinde uydudan elde edilen uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir. Sayısal değişim saptama analizi ilgili fenomenin zamansal değişiminin çoğunlukla uydu üzerine konumlandırılmış çok bantlı algılayıcılardan alınan çok zamanlı görüntülerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Mevcut bilimsel literatür, değişim analizlerinin gerçekleştirilmesi oldukça güç bir iş olduğunu ortaya koymuştur [Ref 95]. Büyük ölçekli hava fotoğraflarını değerlendiren bir uzman, sayısal değişim analizlerine göre her zaman için daha doğru (accurate) ve hassas (precise) sonuçlar elde edecektir [Ref 125], [Ref 95]. Ancak, uzman değerlendirmesine bağlı olarak gerçekleştirilen görsel değişim analizlerinin en önemli sınırlaması tekrarlanabilir olmamasıdır [Ref 125], [Ref 95]. Bir bölge için farklı uzmanlar tarafından farklı değişim sonuçları üretilebilmektedir. Özellikle orman ekosistemlerinin sayısal algılayıcılar ile değişim analizlerinin gerçekleştirilmesinde iki temel kabul bulunmaktadır [Ref 95]: (1) Orman ekosisteminde doğal kaynak araştırmacısının ilgi alanı içerisinde yer alan dinamikler elektromanyetik spektrumda uzaktan algılanabilir değişime neden olur. Bu değişim ilgili zaman aralığında izlenen atmosferik koşullardan, aydınlanmadan ve değerlendirilen alan haricinde kalan bölgedeki değişimlerden görel olarak daha büyüktür; (2) Orman ekosistemi içerisinde elektromanyetik spektrumda zamansal olarak gerçekleşen herhangi bir önemli değişim ilgili fenomenin biyofiziksel özelliklerinin bir göstergesi olan yansıma ve emisyon karakteristiklerinde bir bozulma olarak izlenebilir [Ref 95].

¹² Raporun bu bölümü ve örnekler Yrd. Doç. Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU tarafından hazırlanmıştır.

8.2.1 Zamansal Değişimin Tanımlanması

Yenilenebilir doğal kaynaklara ilişkin değişim çalışmalarında “Değişim” kavramının tanımı farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yapılmıştır. Milne (1988) tarafında değişim, bitki örtüsünün yüzey bileşenlerindeki bozulma olarak tanımlanırken [Ref 97], kavram Lund (1983) [Ref 98] tarafından bir vejetasyonun zaman içerisindeki spektral ve mekânsal hareketi olarak tanımlanmıştır [Ref 95]. Bununla birlikte, orman ekosistemleri içerisinde farklı değişim sınıfları önerilmiştir [Ref 99], [Ref 95]. Aldrich (1975) orman örtüsü içerisindeki değişime tematik açıdan yaklaşmış ve tahribatın bulunmadığı, hasat, ağaçlandırma, vejetasyonun kaldırıldığı, böcek istilası ve hastalığa maruz kalan, yangın, taşkın, yapay veya doğal yenilenme ve diğer alanlar olmak üzere 9 adet orman tahribat sınıfı önermiştir. Aldrich (1975) tarafından tanımlanan sınıflamanın en önemli sıkıntısı sınıflama içerisinde tanımlanan tahribat sınıflarının her zaman birbirinden bağımsız olarak ifade edilememesidir [Ref 99], [Ref 95]. Buna karşılık Colwell et al. (1980; Coppin and Bauer, 1996’dan) daha hiyerarşik bir sınıflama önermiştir (Tablo 29). Colwell et al. (1980) tarafından önerilen sınıflandırma içerisinde önerilen değişim sınıflarının tamamıyla birbirinden bağımsız olmasına karşın söz konusu sınıflandırmanın en önemli sınırlaması değişen fenomen ile değişmeye neden olan süreç hakkında herhangi bir ilişkinin kurulamamasıdır [Ref 100], [Ref 95].

Tablo 29. Değişim Saptama Sınıflama Sistemi [Ref 100], [Ref 95].

DEĞİŞİM

I. Orman Değişimi

A. Vejetasyonun Kaybı

1. Bütün

- a. Sert ağaç
- b. Kozalaklı ağaç
- c. Karışık

2. Kısmi

B. Vejetasyonun Kazanımı

1. Bütün

- a. Sert ağaç
- b. Kozalaklı ağaç
- c. Karışık

2. Kısmi

C. Vejetasyonun kazanımı veya kaybı ile ilişkilendirilmemiş tanımsız değişim (örneğin; fenoloji)

II. Orman Harici Değişim

A. Vejetasyonun Kaybı

1. Bütün

2. Kısmi

B. Vejetasyonun Kazanımı

1. Bütün

2. Kısmi

C. Vejetasyonun kazanımı veya kaybı ile ilişkilendirilmemiş tanımsız değişim (örneğin; fenoloji)

DEĞİŞMEYEN

İlgili analizler içerisinde değerlendirilmeyecek alanlar

Hame (1986; Coppin and Bauer, 1996'dan) daha mekanik bir bakış açısı ile yaklaşmış ve çok zamanlı görüntüler içerisinde izlenen değişimin muhtemel kaynaklarını gruplamıştır (Tablo 30) [Ref 101], [Ref 95]. Hobbs (1990; Coppin and Bauer, 1996'dan) daha çok ekolojik unsurlar üzerine yoğunlaşmış ve vejetasyonun mevsimsel tepkisini, yıl içerisindeki değişkenliğini ve yönelime bağlı değişimlerini ayırt etmiştir [Ref 102], [Ref 95]. Khorram (1994; Coppin and Bauer, 1996'dan) değişimin izlendiği alan içerisinde mekânsal çevre üzerine yoğunlaşmıştır. Khorram (1994; Coppin and Bauer, 1996'dan) bazı değişimlerin belirle alanlarda tüm bölge içerisinde kesintisiz olarak gerçekleştiği, ancak bazı değişimlerin ise değişim alanı içerisinde kesikli olarak gerçekleştiği ve oldukça karmaşık mekânsal bir doku oluşturduğunu ifade etmiştir [Ref 103], [Ref 95]. Orman ekosistemi yönetimi açısından, araştırmacının öncelikli ilgi alanları içerisinde böcek istilası ve taşkın gibi kısa süreli doğal fenomenlerin vejetasyon üzerinde yaratmış olduğu değişimler, insan aktivitesine bağlı olarak gelişen değişimler ve şehirleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak izlenen tahribatlar yer alır [Ref 95]. Lund (1983; Coppin and Bauer, 1996'dan) orman ekosistemleri üzerinde izlenen değişimlerin saptanmasındaki başarının dört önemli faktöre bağlı olduğunu vurgulamıştır [Ref 98]:

1. Aranılan bilginin (değişimin) tipi ve söz konusu değişimin değerlendirildiği alanın önceki durumuna ilişkin bilginin varlığı, bir başka ifadeyle “Biz neyi öğrenmek istiyoruz? Saha içerisinde değerlendirilen unsurlar nasıl değişiyor?”
2. Değişim süreci içerisinde devamlılığı ifade eden sabit kaynakların bilinmesi ve kayıt altına alınması;
3. Değişimin saptanmasında ve tanımlanmasında kullanılacak yöntemin ve araçların seçilmesi;
4. Diğer faktörlerin sabitliğini değerlendiren tamamlayıcı analizler. Değişimin doğasının saptanmasına ve tanımlanmasına imkân veren prensiplerin anlaşılması, ilgili fenomenin sadece basit değişimini saptamaktan daha karmaşık bir süreci oluşturur [Ref 95].

Tablo 30. Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İçerisinde İzlenen Değişimin Muhtemel Kaynakları [Ref 101], [Ref 95].

ARAZİ DEĞİŞİMLERİ	
I. Genel	a. Mevsimsel
II. Özel	a. Kontrollü
	1. Kesimler
	2. Ağaçlandırma sahalarında iyileştirme
	b. Kontrolsüz
	1. Zarar gören alanlar
	2. Mevsimsel yapraklarını döken bodur ağaçlar
DİĞER DEĞİŞİMLER	
I. Muhtemel eş alanlar	a. Güneş açısı farkları
II. Heterojen alanlar	

- a. Gürültü (Noise)
- b. Saçılma (Scattering)
- c. Sıyırılma (Stripping)
- d. Rektifikasyon hataları

8.2.2 Uzaktan Algılama Verisinin Alınmasına İlişkin Dönem ve Değerlendirilecek Zaman Aralığı

Değişim saptama yöntemleri açısından uygun görüntü alım tarihinin seçilmesi uygun algılayıcıların, değişim sınıflarının ve değişim saptama yordamlarının seçilmesi kadar önemlidir [Ref 95]. Coppin and Bauer (1996), söz konusu probleme iki açıdan yaklaşmaktadır: (1) Verinin alınması gereken tarih; (2) Değerlendirilen değişimin zaman aralığı, bir başka ifadeyle zamansal çözünürlük. Vegetasyondaki mevsimsel farklılıkların ve güneş açısı farklarından kaynaklanan etkilerin en aza indirilebilmesi açısından bir yıllık döngüye sahip görüntüleme tarihleri veya açıklıkları sıklıkla değerlendirilir. Ancak bir yıllık döngü içerisinde değerlendiriliyor olsa da yerel yağışlar ve sıcaklık değişimlerine bağlı olarak izlenen fenolojik farklılıklar bu konuda mevcut problemlerin kaynağını oluşturur [Ref 95]. Hame (1988; Coppin and Bauer, 1996'dan) değişim saptama için en uygun dönemlerin fenolojik değişkenlerin durağan olması nedeniyle yaz ve kış ayları olduğunu vurgulamıştır [Ref 104]. Yaz aylarının seçimi veya konuma bağlı olarak en kurak dönemin seçilmesi spektral ayrımı iyileştirecek, diğer dönemler içerisinde baskın olan aşırı yüzey neminden kaynaklanan spektral benzerliği en aza indirecektir (Burns and Joyce, 1981; Coppin and Bauer, 1996'dan) [Ref 105]. Çok zamanlı orman örtüsü içerisindeki değişimin saptanması konusunda en uygun görüntüleme tarihlerinin seçilmesi mevcut literatür içerisinde tam olarak görüş birliği sağlanamayan bir konu olarak kalmıştır [Ref 95]. Moore and Bauer (1990; Coppin and Bauer, 1996'dan) Kuzey-Orta Minnesota'da (ABD) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada Mayıs ayı içerisinde alınan görüntülerin Eylül ayı içerisinde alınan görüntülere oranla daha iyi, ancak özellikle yaz ayları içerisinde alınan görüntülere kıyasla belirgin bir şekilde daha yüksek doğruluğa sahip sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır [Ref 106]. Buna karşılık, Aldrich (1975; Coppin and Bauer, 1996'dan) Georgia eyaleti (ABD) içerisinde geç bahar aylarının ve yaz aylarının orman örtüsü içerisindeki değişimin ortaya konulmasında daha efektif görüntüleme tarihleri olduğunu vurgulamıştır [Ref 99]. Jano and Pala (1984; Coppin and Bauer, 1996'dan) kozalaklı ağaçların bulunduğu alanlarda ağaç kesim alanlarının çıkarılmasında ilkbaharın ilk aylarında, mevsimsel yaprağını döken ağaçların bulunmuş olduğu bölgelerde ağaç kesim alanlarının çıkarılmasında ise yaz ayları içerisinde alınan görüntülerin daha efektif bir şekilde kullanıldığını ifade etmişlerdir [Ref 107]. Gregory et al. (1981; Coppin and Bauer, 1996'dan) Oklahoma eyaleti (ABD) içerisinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, düşük güneş açısı değerlerini dikkate alarak, erken sonbahar dönemi içerisinde alınan görüntülerden itibaren orman örtüsü içerisindeki açıkların değişimini saptamışlardır [Ref 108]. Ekstrand (1989; Coppin and Bauer, 1996'dan) İsveç'te gerçekleştirmiş oldukları çalışmada Eylül ayı içerisinde alınan görüntülerden itibaren değerlendirmiş oldukları orman örtüsü değişim saptama analizlerinde orman altı bitki örtüsünün, yüzey özelliklerinin ve kısa boylu ağaç yapraklarının olumsuz etkilerinin indirildiğini vurgulamışlardır [Ref 109]. Coppin ve Bauer (1994; Coppin and Bauer, 1996'dan) Kuzey Minnesota'da (ABD) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada en yüksek yeşil tonun sağlanmış olduğu yaz ortası dönem içerisinde alınan görüntülerin özellikle orman örtüsü içerisindeki tahribatın ortaya çıkarılmasında efektif olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir [Ref 110], [Ref 95]. Diğer taraftan, Lambin and Strahler (1994; Coppin and Bauer, 1996'dan) söz konusu görüntülerin alınacağı belirli bir tarihi aramaktansa, değişim saptama analizlerinin iki veya daha fazla zaman serisi içerisinde gerçekleştirilmesinin daha doğru olacağını vurgulamıştır [Ref 111]. Araştırmacılar,

Afrika'da gerçekleştirmiş oldukları çalışmada kıta içerisinde bölgesel vejetasyona ilişkin değişiminin saptanmasına yönelik değişik zaman serilerini dikkate almışlardır. Mevcut literatürde görüntü alımına ilişkin değerlendirilen zaman aralığının çoğunlukla ilgili algılayıcının zamansal çözünürlüğüne bağlı olarak seçildiği anlaşılmaktadır [Ref 95]. Aldrich (1975) tarafından Landsat-1 MSS verisi kullanılarak orman örtüsü üzerindeki değişimin saptanmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmada orman alanlarının diğer alanlardan ayırt edilmesi sürecinde değerlendirilmesi gereken en kısa zaman aralığının üç yıl olması gerektiği vurgulanmıştır [Ref 99], [Ref 95]. Colwell et al. (1980; Coppin and Bauer, 1996'dan) tarafından Güney Carolina'da (ABD) yeniden ağaçlandırılan sahaların izlenmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmada değerlendirilen iki yıl zaman aralığının yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, söz konusu amaca yönelik olarak değerlendirilmesi gereken en kısa zaman aralığını beş yıl olarak önermişlerdir [Ref 100]. Park et al. (1983; Coppin and Bauer, 1996'dan) tarafından Landsat MSS verisi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada orman alanlarının (bitki, şehirleşme veya tarım alanlarına) değişiminin saptanmasına yönelik 1-3 yıl, orman örtüsü dışında kalan alanlar içerisinde gerçekleştirilen ağaçlandırmanın izlenmesine yönelik 3-5 yıl ve ardışık olarak geliştirilen orman alanlarının izlenmesine yönelik ise 5-10 yıl zaman aralığı önerilmiştir [Ref 112]. Coppin and Bauer (1995; Coppin and Bauer, 1996'dan) Kuzey Amerika Great Lakes Bölgesi'nde Landsat TM verisi kullanarak kavak ağaçlarındaki fırtına tahribatlarının ortaya konulması amacıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmada iki, dört ve altı yıl zaman aralıklarını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, söz konusu amaca yönelik olarak iki yıl zaman aralığının efektif olarak değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, insan aktivitesine ve doğal süreçlere bağlı olarak gelişen orman örtüsü üzerindeki tahribatların çıkarılması amacıyla gerçekleştirilen değişim saptama analizlerinde dört ve altı yıl zaman aralıklarının efektif olarak değerlendirildiğini vurgulamışlardır [Ref 113], [Ref 95].

8.2.3 Görüntü Ön İşlemleri

Orman ekosistemleri içerisinde izlenen değişimlerin saptanmasına yönelik gerçekleştirilecek uzaktan algılama analizlerinde veri içerisindeki sinyal/gürültü oranlarının en büyük olması istenir [Ref 95]. Bu oranın düşmesi, değerlendirilen görüntü içerisindeki istenmeyen parazit miktarının artması anlamına gelecektir ki bu durum değişim saptama analizlerin zahiri sonuçlar üretmesine neden olacaktır. Söz konusu zahiri değişim sonuçlarının kaynakları atmosfer içerisindeki su buharı ve aerosollere bağlı olarak gelişen atmosferik absorpsiyon ve saçınımdaki zamansal farklılıklar, "solar zenith" ve/veya azimut açılarındaki zamansal farklılıklar ve algılayıcı kalibrasyonlarındaki zamansal tutarsızlıklar olarak sıralanmaktadır [Ref 101], [Ref 95]. Burada ifade edilen etkilerin indirgenmesine yönelik gerçekleştirilen görüntü ön işlemleri sayısal değişim saptama analizlerinin temelini oluşturur [Ref 95]. Görüntü ön işlemleri birbirini izleyen bir dizi işlemten oluşur. Bunlar: (1) radyometrik düzeltme, (2) geometrik düzeltme ve -eğer gerekirse- (3) maskeleyme aşamasından oluşur. Sayısal değişim saptama analizlerine yönelik gerçekleştirilecek görüntü ön işlemleri arasında çok zamanlı görüntüler arasında geometrik ve radyometrik düzeltmelerin gerçekleştirilmesi önem arz eder [Ref 95]. Townshend et al. (1992; Coppin and Bauer, 1996'dan) tarafından gerçekleştirilen çalışmada güvenilir bir izleme çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için farklı zaman serilerine ait sayısal görüntüler arasında yüksek geometrik doğruluğun sağlanması gerektiği açık bir şekilde gösterilmiştir [Ref 114]. Araştırmacılar, Landsat MSS ve MODIS verilerini kullanarak gerçekleştirmiş oldukları çalışmada 250 m ve 500 m yersel çözünürlüklerde bir piksellik geometrik hatanın Normalleştirilmiş Bitki Fark Endeksinde (NDVI) % 50'nin üzerinde hatalı hesaplamaya neden olduğunu göstermişlerdir. Sayısal değişimin saptanmasına yönelik gerçekleştirilecek izleme çalışmalarında ikinci önemli gereksinim zaman serileri içerisinde farklı tarihli görüntülere

ilişkin radyometrik düzeltmelerin gerçekleştirilmesidir (Hall et al., 1991; Coppin and Bauer, 1996'dan) [Ref 115]. Robinove (1982; Coppin and Bauer, 1996'dan) sayısal değişim saptama analizlerinde tutarlı sonuçların güvenilir bir radyometrik düzeltme yapılmadan elde edilemeyeceğini vurgulamıştır [Ref 116]. Hall et al. (1991; Coppin and Bauer, 1996'dan) çalışılan saha içerisinde yansıma değerlerinin zaman içerisinde sabit olduğu bilinen arazi unsurlarının değerlendirilmesini esas alan bir radyometrik düzeltme tekniği önermiştir. Söz konusu teknik herhangi bir algılayıcı kalibrasyonu veya atmosferik veri gerektirmeyen radyometrik düzeltme yöntemi önermektedir [Ref 95]. Bununla birlikte, eğer algılayıcı kalibrasyon kat sayıları ve atmosferik düzeltme modeli ve verisi mevcut ise mutlak yüzey yansıma değeri söz konusu teknik içerisinde ayrıca değerlendirilebilmektedir [Ref 95].

8.2.4 Sayısal Değişim Saptama Teknikleri

Sayısal değişim saptama analizleri mekânsal, spektral, zamansal ve tematik sınırlamalardan etkilenir [Ref 95]. Bununla birlikte, değişim saptama analizleri içerisinde kullanılan yordamın türü ayrıca elde edilen sonuçların doğruluğu ve hassasiyetini oldukça etkiler [Ref 117], [Ref 95]. Literatürde oldukça fazla sayıda sayısal değişim saptama yordamı önerilmiştir [Ref 95]. Maliha (1980; Coppin and Bauer, 1996'dan) söz konusu yordamları değişim ölçüm yöntemleri ve sınıflandırma teknikleri olarak ayırt etmektedir [Ref 118]. Pilon et al. (1987; Coppin and Bauer, 1996'dan) birinci kategoriyi değişimin tekil renk kodlarıyla ifade edildiği kompozit görüntü içerisinde çok zamanlı görüntülerin matematiksel kombinasyonlarını içeren iyileştirme yaklaşımları olarak ifade etmiştir [Ref 119]. Singh (1989; Coppin and Bauer, 1996'dan) konuyu zamansal bir problem olarak ifade ederek söz konusu yöntemleri [Ref 120]: (1) Çok zamanlı verinin eş zamanlı analizi ve (2) Bağımsız olarak sınıflandırılmış çok zamanlı görüntülerin karşılaştırılması olarak gruplamıştır. Nelson (1983; Coppin and Bauer, 1996'dan) sayısal değişim saptama analiz yöntemlerini belirgin değişim gösteren alanların çıkarılmasına yönelik saptama yordamları ve şekil tanımlama teknikleri olarak ayırt etmiştir (Tablo 31) [Ref 121]. Milne (1988; Coppin and Bauer, 1996'dan) yordamları karmaşıklık derecesine bağlı olarak 4 genel grup altında toplamıştır (Tablo 32) [Ref 97], [Ref 95].

Tablo 31. Sayısal Değişim Saptama Yöntemleri [Ref 121], [Ref 95].

Veri dönüşümüne ilişkin yordamlar	Analiz teknikleri
Ham veri	Standart sapma eşik değeri
Fark	Denetimli
Oran	Spektral denetimsiz
Vejetasyon endeks farkı	Spektral/mekansal denetimsiz
Regresyon	Spektral/zamansal katmanlı
Temel bileşenler	
Değişim vektörü	
Sınıflandırma sonrası	

Tablo 32. Sayısal Değişim Saptama Tekniklerinin Sınıflandırılması [Ref 97], [Ref 95].

Karmaşık gruplama	Teknikler
Doğrusal yordamlar	Görüntülerin farklarının alınması Görüntülerin oranlanması
Sınıflandırma	Sınıflandırma sonrası değişim saptama Spektral şekil (patern) değişim analizi Kavramsal şekil değişimi saptama Spektral/zamansal katmanlı değişim saptama Radyans vektör değişimi
Dönüştürülmüş veri kümeleri	Albedo fark görüntüleri Temel bileşenler analizi Vejetasyon endeksleri
Diğer	Regresyon analizi Bilgi-temelli uzman sistemler

8.2.5 Sayısal Değişim Saptama Yordamlarının Hassasiyet ve Uygulama Açısından Değerlendirilmesi

Buraya kadar ifade edilen yordamlar proje kapsamında özellikle “Model İnceleme ve İhtiyaç Analizi” iş paketi kapsamında ayrıntılı olarak ayrıca değerlendirilecektir. Diğer taraftan, Shaoging and Lu (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada özellikle güncel literatürde sıklıkla kullanılan 3 yordam;

1. Görüntülerin farklarının alınması,
2. Görüntülerin oranlanması ve
3. Sınıflandırma sonrası değişim saptama yöntemleri karşılaştırılmıştır [Ref 96].

Shaoging and Lu (2008) söz konusu yordamları hassasiyet ve uygulama açısından ayrıntılı olarak tartışmışlardır [Ref 96]. Buna göre, yordamlara hassasiyet açısından yaklaşıldığında görüntülerin oranlanması yönteminin daha doğru sonuçlar verdiği, doğruluk sıralamasında ikinci ve üçüncü yöntemleri ise sırasıyla görüntü farklarının alınması ve sınıflandırma sonrası değişim saptama tekniklerinin oluşturduğu ifade edilmiştir [Ref 96]. Yordamlar uygulama açısından değerlendirildiğinde ise görüntü farklarının alımı ve görüntülerin oranlanması yöntemlerinin görece olarak basit ve daha az işlem süresi gerektiren teknikler olduğu ifade edilirken, sınıflandırma sonrası değişim saptama tekniğinin ise daha karmaşık ve daha fazla işlem süresi gerektiren bir yöntem olduğu vurgulanmıştır [Ref 96]. Araştırmacılar, görüntü farklarının alınması ve sınıflama sonrası değişim saptama tekniklerinin kentsel alanlar içerisindeki ayrıntıyı ayırt edemediklerini, buna karşılık görüntülerin oranlanması yönteminin ise hem kentsel alanlar hem de özellikle vejetasyon ve toprak değişiminin ortaya çıkarılmasında efektif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan, yordamların üretmiş olduğu sonuçlar genel olarak değerlendirilirse, görüntü farklarının alınması ve görüntülerin oranlanması yöntemlerine bağlı olarak üretilen değişen alanlar bilgisi sadece değişmiş alanların mekânsal dağılımını verebilmektedir [Ref 96]. Araştırmacılar, buna karşılık, söz konusu yöntemlerin değişimin doğasını ve nedenlerini

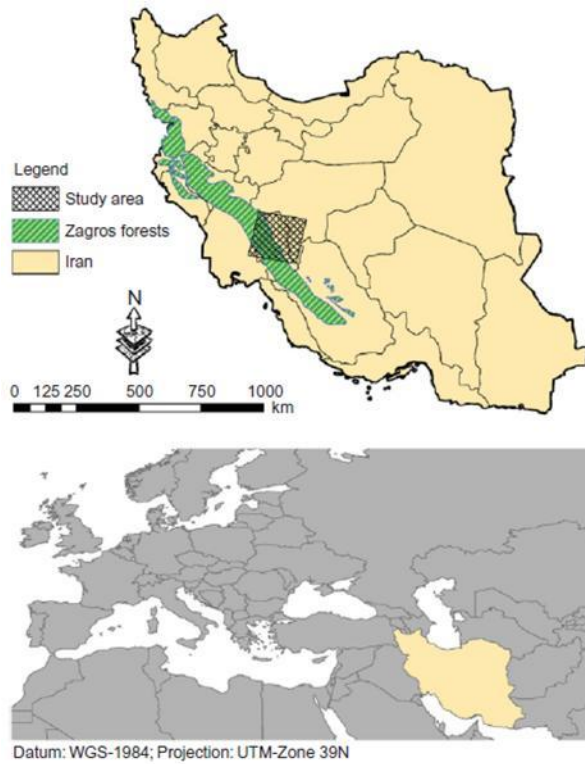
ifade edemediğini vurgulamışlardır. Diğer taraftan, sınıflandırma sonrası değişim saptama analizlerinin en önemli avantajı değerlendirilen değişen alanların kaynağını ve değişim nedenlerini açıklayabilmeleridir [Ref 96].

8.2.6 Uluslararası Güncel Fiili Uygulamalar

Bu bölümde, havza içerisinde özellikle doğal kaynakların ve doğal kaynakların değerlendirilmesine yönelik süreç içerisinde izlenmesi muhtemel doğal süreçlerin zamansal değişimine yönelik güncel literatürde yer yuvarının farklı ekolojik özelliklere sahip bölgelerinde gerçekleştirilmiş uluslararası çalışmalar değerlendirilmiştir.

8.2.6.1 Zagros (İran) Ormanlarında Spektral ve Topografik Değişkenlerin Değerlendiği, Arazi Örtüsündeki Değişimin Çıkarılması

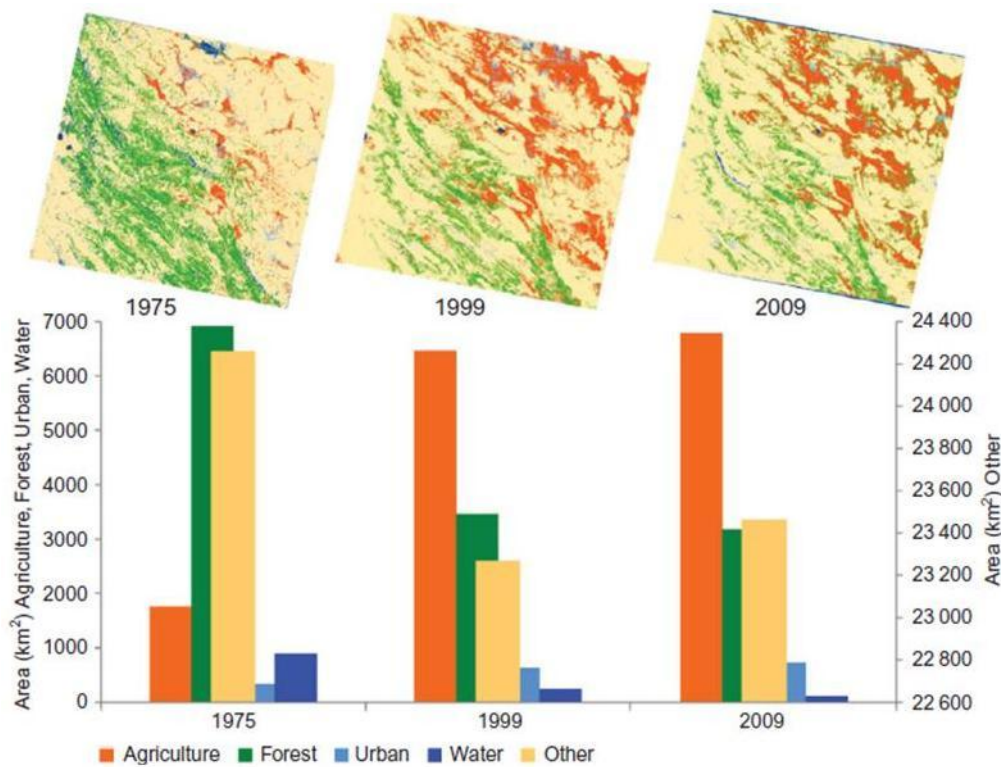
Bu çalışmalardan birincisi Khalyani et al. (2012) tarafından İran Zagros ormanlarında spektral ve topografik değişkenlerin değerlendirildiği, arazi örtüsündeki değişimin çıkarılmasına yönelik gerçekleştirilen uygulamadır (Şekil 91) [Ref 122].



Şekil 91. Khalyani et al. (2012) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 122]

Söz konusu uygulamada, yarıkurak Zagros ormanları içerisinde arazi örtüsünün sınıflandırılmasına yönelik uygun kestirim parametrelerinin mevcut veri kümesi içerisinde seçilmesi ve seçilen spektral ve topoğrafik bağımsız değişkenler kullanılarak çok zamanlı sınıflandırılmış görüntülerden itibaren orman örtüsü içerisindeki değişimin saptanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, sahaya ilişkin Landsat - 5 TM algılayıcısından alınmış 2009 tarihli, Landsat-7 ETM+ algılayıcısından alınmış 1999 tarihli ve Landsat - 2 MSS algılayıcısından alınmış 1975 tarihli görüntüler kullanılmıştır [Ref 122]. Araştırmacılar tarafından çok zamanlı görüntüler içerisinde sınıflandırmaların

gerçekleştirilmesine yönelik veri madenciliği tekniklerinden bir tanesi olan Random Forest (RF) yordamı değerlendirilmiştir. Çok zamanlı görüntüler içerisinde orman örtüsünün çıkarılmasına yönelik model çalışmalarda topoğrafik eğim, normalize edilmiş bitki fark endeksi (NDVI) ve topoğrafik yükseklik değişkenlerinin etkili parametreler olduğu ayrıca vurgulanmıştır [Ref 122]. Görüntülere ilişkin sınıflandırma doğrulukları araştırmacılar tarafından sırasıyla Landsat-5 TM için % 95,43, Landsat-7 ETM+ için % 95,29 ve Landsat-2 MSS için % 97,90 olarak verilmiştir. Sınıflandırma sonrası değişim analizinin bağlı olarak tarım, orman, şehirleşme, su kütlesi ve diğer alanlar (otlak alanlar (grassland), meralar (rangeland) ve çorak alanlar (barren)) olmak üzere 5 alt sınıfta değerlendirilen arazi örtüsü içerisinde özellikle tarımsal alanların artış gösterdiği buna karşılık ilgili dönemde orman alanlarının azaldığı ifade edilmiştir (Şekil 92) [Ref 122].

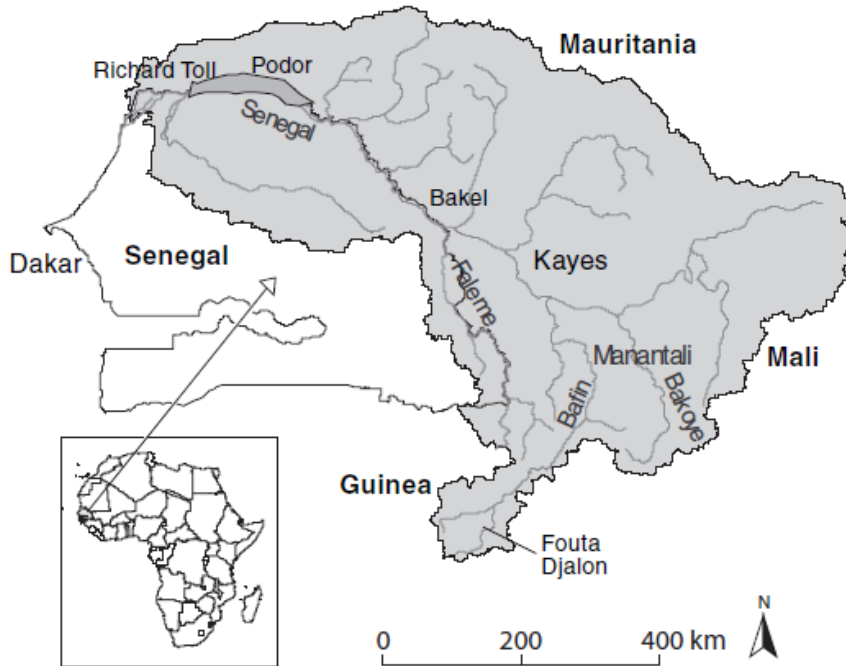


Şekil 92. Khalyani et al. (2012) tarafından çok zamanlı görüntüler içerisinde sınıflandırma sonrası gerçekleştirilen değişim analizine ilişkin sonuçlar (Khalyani et al., 2012'den alınmıştır).

8.2.6.2 Batı Afrika Senegal Nehir Vadisi İçerisinde Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Taşkın İzleme Çalışmaları

Güncel fiili uygulamalar kapsamında Havza İzleme Sistemi içerisinde doğal kaynakların değerlendirilmesine müteakip izlenmesi muhtemel doğal süreçlerden bir tanesi taşkın olayıdır. Söz konusu doğal sürecin havza bazında farklı uzaktan algılayıcılar ile izlenmesi amacıyla karşılaştırmalı olarak gerçekleştirilen örnek çalışma Sandholt et al. (2003) tarafından yayımlanmıştır [Ref 123]. Sandholt et al. (2003) tarafından gerçekleştirilen karşılaştırmalı araştırma yarı kurak Batı Afrika'da Senegal Nehir Vadisi içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 93) [Ref 123]. Araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmada Landsat ETM+, ERS2 SAR ve NOAA AVHRR algılayıcıları kullanılarak Eylül 1999 içerisinde bölgede meydana taşkın olayı haritalanmıştır. Sandholt et al. (2003) Landsat ETM+ ve ERS2 SAR

algılayıcıları ile ilgili doğal sürecin başarılı bir şekilde haritalanabildiğini vurgulasalar da sözkonusu algılayıcıların en önemli sınırlamasının zamansal çözünürlük olduğunu ifade etmektedirler [Ref 123]. Araştırmacılar, Landsat ETM+ ve ERS2 SAR algılayıcılarının zamansal çözünürlüklerinin sırasıyla 16 ve 35 gün olmaları nedeni ile söz konusu taşkın olayının herhangi bir andaki anlık durumunu verebildiğini, buna karşılık, NOAA AVHRR algılayıcısının ise zamansal çözünürlüğünün 1/14 gün olması nedeni ile taşkın sürecinin daha efektif olarak izlenebildiğini vurgulamışlardır. Ancak, Sandholt et al. (2003) sözkonusu algılayıcısının her ne kadar zamansal çözünürlüğünün yüksek olsa da mekânsal çözünürlüğünün oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu dikkate alan araştırmacılar, NOAA AVHRR algılayıcısından alınan veri içerisinde piksel altı bilginin çıkarılmasına yönelik basit doğrusal karışım modelini değerlendirmişlerdir. Her ne kadar önermiş oldukları yaklaşımın bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda geliştirilmesi gerektiğini vurgulamış olsalar da, taşkın alanlarının yüksek zamansal çözünürlükte haritalaması çalışma alanı içerisinde % 79 doğruluk payı ile gerçekleştirilebilmiştir [Ref 123].

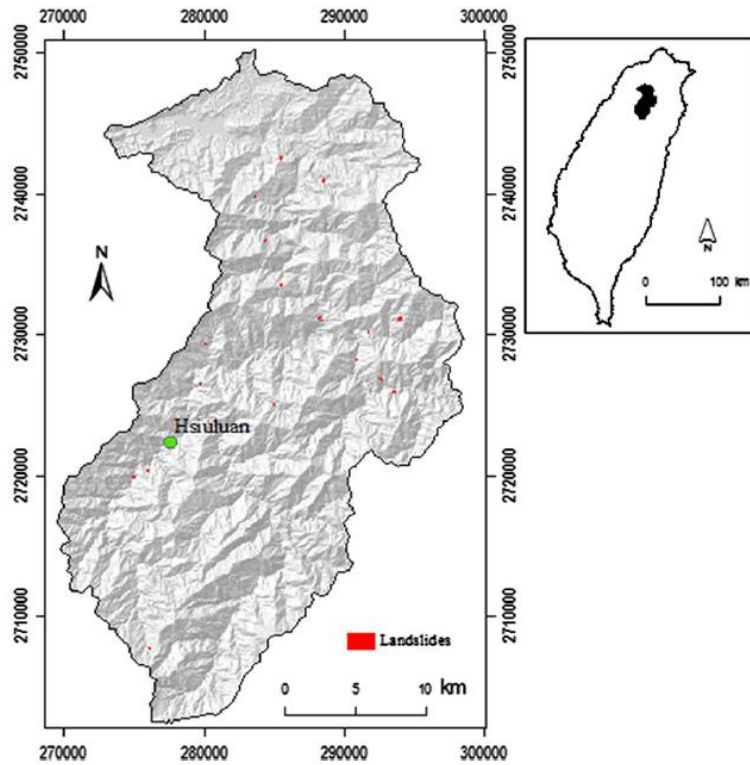


Şekil 93. Sandholt et al. (2003) Tarafından Gerçekleştirilen Karşılaştırmalı Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 123]

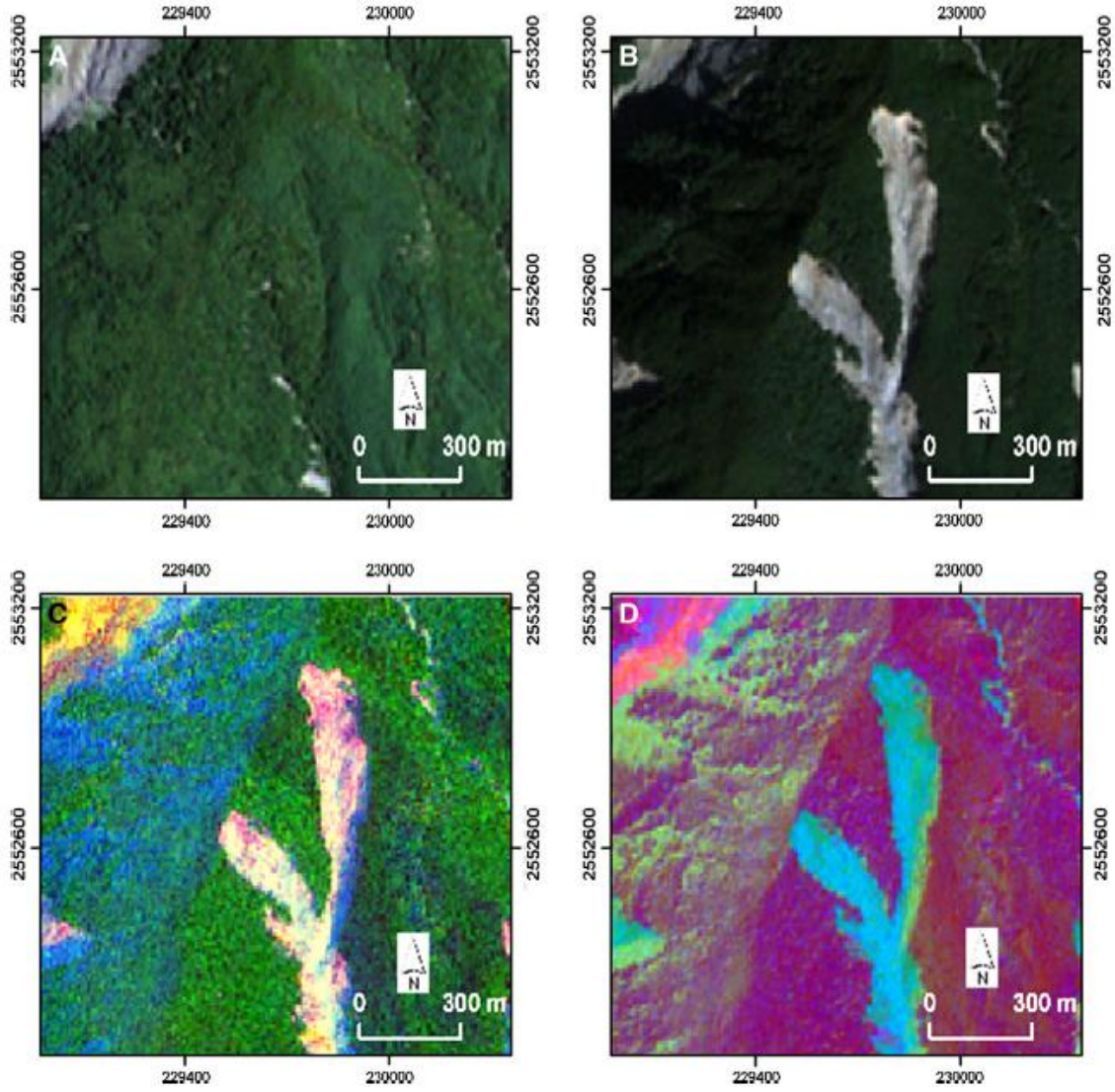
8.2.6.3 Tayvan'da Tayfunlarla Tetiklenen Kütle Hareketlerine İlişkin Gerçekleştirilen Sayısal Değişim Saptama Çalışmaları

Proje kapsamında bu bölüm içerisinde Havza İzleme Sistemi'ne ilişkin değerlendirilen bir diğer doğal süreç kütle hareketleridir. Bu kapsamda, Mondini et al. (2011) tarafından Tayvan'da gerçekleştirilen, tayfunlarla tetiklenen kütle hareketlerine ilişkin değişim saptama çalışması incelenmiştir (Şekil 94) [Ref 124]. Araştırmacılar olay öncesi ve sonrasına ait FORMOSAT-2 uydu görüntülerini kullanmışlardır. Pankromatik 2 m yersel ve 1 gün zamansal çözünürlüğe sahip FORMOSAT-2 uydu görüntüleri kullanılarak tayfunlarla tetiklenen kütle hareketlerinin ayırt edilmesinde 4 farklı değişim saptama yordamı değerlendirilmiştir [Ref 124]. Araştırmacılar bu amaçla, normalize edilmiş bitki fark endeksinin yanı sıra, spektral açığı, temel bileşenler analizi ve bağımsız bileşenler analizlerinden

alınan sonuçların denetimsiz bir yordam ile sınıflandırılmasını esas alan çoklu değişim saptama tekniğini önermişlerdir. Mondini et al. (2011) tarafından önerilen çoklu değişim saptama tekniğine ilişkin elde edilen sonuçlar yine araştırmacılar tarafından söz konusu çalışma içerisinde tek bir endekse elde edilen sonuçlar ve görsel analizle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Şekil 95). Buna göre, çoklu değişim saptama tekniğinin özellikle eski heyelanlar ve karmaşık spektral yansıma özelliği gösteren kütlelerin zamansal değişimlerinin çıkarılmasında efektif olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur [Ref 124]. Bununla birlikte, çoklu değişim saptama tekniğinin görsel olarak ayırt edilemeyen, yersel olarak sınırlı alanlar içerisinde izlenen kütle hareketlerinin saptanmasında başarılı bir şekilde değerlendirildiği görülmüştür [Ref 124].



Şekil 94. Mondini et al. (2011) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmaya İlişkin Yer Bulduru Haritası [Ref 124]



Şekil 95. Mondini et al. (2011) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmada Tayfunlarla Tetiklenen Kütle Hareketlerine İlişkin Değişimin Saptanması; (a) Olay öncesi görüntü, (b) Olay sonrası görüntü, (c) Olay sonrası PCA4, ICA4 ve SA RGB kompozit görüntüsü, (d) Olay sonrası δ NDVI, SA ve ICA4 RGB kompozit görüntüsü [Ref 124]

9 SONUÇLAR

9.1 HAVZA YÖNETİMİ

Temel Sorunlar ve Proje Amaçları

Dünya örnekleri incelendiğinde dikkati çeken en önemli özellik, ülkelerin gelişmişlik durumu, ekolojik yapısı, sosyo-ekonomik özellikleri, politik ve siyasi yapısına göre havzaların yönetim stratejilerinin, yapılan çalışmaların ve projelerden beklentilerin büyük farklılıklar göstermesidir. Havza yönetim amaçları çok çeşitlidir. Amaç tek başına su kirliliğinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğinin korunması, su hasadı, kuraklık ve etkisinin azaltılması olabildiği gibi, doğal kaynak tahribatının önlenmesi ve kırsal fakirliğin azaltılması gibi çok çeşitli de olabilir. Gelişmiş ve su kaynakları yeterli olan ülkelerde kirlilik, küresel iklim değişikliğine uyum, habitat koruma çalışmaları ağırlık kazanmaktadır. Gelişmiş ve kurak özellikte ülkelerde toprak ve su koruma projeleri ağırlık kazanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde doğal kaynak koruma, su ve toprak koruma, kırsal yoksulluk, yanlış arazi kullanımı projeleri ağırlık kazanmaktadır. Diğer taraftan bu ülkelerde havza yönetimi, birlikte çalışma, veri altyapısı oluşturmaya yönelik projeler de uygulanmaktadır. Uluslararası örnekler incelendiğinde ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel yapısı benzer ülkelerin sorunlarının da ülkemizle ortak olduğu anlaşılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli özellik havza yönetimi ve izleme/değerlendirme çalışmalarında tüm dünyada uygulanabilecek ortak ve tek tip projelerin olmadığıdır. Bu nedenle dünya örnekleri farklı açılardan ele alınarak ülkemiz şartlarına uygun projelerin geliştirilmesi en uygun yöntem olacaktır.

Dünya örnekleri incelendiğinde uluslararası politikalar, ulusal politikalar, yerel istekler, mevzuat ve ülke ihtiyaçlarına göre bölgesel projelerin önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca çeşitli anlaşmalardan doğan yükümlülükler ile birlik üyesi ülkelerin bu durumlarına uygun projeler hazırladıkları görülmektedir.

Konu ülkemiz açısından değerlendirildiğinde uluslararası anlaşmalardan doğan yükümlülükler, AB Su Çerçeve Direktifi ve kabul edilen direktiflerle uyumlu fakat ülkemiz şartlarına da uygun projelerin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ulusal çıkarlarımızı gözardı edecek ve salt dünya konjonktürüne uyuma dayalı projelerin iç taleplere uygun olmayacağı dikkatle ele alınmalıdır. Ülkemiz şartlarına uygun, yerel talepleri dikkate alan ve aynı zamanda uluslararası yükümlülükleri yerine getirmeye çalışan projeler ele alınmalıdır.

Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde yapılan proje örneklerine bakılacak olursa havza yönetimindeki temel sorunun su kirliliği ile mücadele olduğu görülmektedir. Güney Avrupa Ülkeleri'nde yapılan proje örnekleri (İspanya, İtalya, Yunanistan, vb.) incelendiğinde ise ülkemize benzer amaç ve hedeflerin gözetildiği görülmektedir. Bu ülkelerin topoğrafik yapısı, ülkelerdeki kuraklık, erozyon ve yetersiz veri göz önüne alındığında hedeflerinin de bu faktörlere bağlı yönetim hedefleri olarak öne çıktığı anlaşılmaktadır. AB üye ülkeleri SÇD ile tüm sularını kalite ve miktar olarak kontrol altına almaya çalışmışlardır. Ancak, AB su yapısı incelendiğinde bazı ülkelerin çok az su kaynağı olduğu, bazı ülkelerden akarsuların sadece geçtiği, bazı ülkelerin ise ana su üretim havzaları olduğu görülmektedir. Bu durum birlik üyesi ülkeler arasında bazı sorunlara neden olmaktadır. Ülkeler kendi iç dinamiklerine uyumlu kararlar alırken aynı zamanda SÇD'ye uyumlu hareket etmektedirler. Ülkemiz ile AB üyesi ülkeler arasındaki temel farklılığımız havza yönetim stratejilerimizde ve hedeflerimizde ortaya çıkmaktadır. Dikkat edilmesi gereken konu SÇD'nin iyi ve

üstün yanlarını ülkemize uygularken, yerel özelliklerimizin gözardı edilmemesi olmalıdır. Diğer önemli bir konu ise SÇD su kaynaklarının piyasa değerini oluşturmaya ve bir fiyat belirlemeye çalışmasıdır. Bu konu ülkemiz şartları açısından bazı büyük kaygılara neden olmaktadır. AB'ne uyum sürecinde SÇD'yi dikkate alan, yerel faktörleri ve ulusal çıkarları gözetilen projelere ihtiyaç olacaktır.

İsrail'de hayata geçirilmiş projeler incelendiğinde ise temel sorunun kuraklık ve su hasadı olduğu söylenebilir. İncelenen ülkelerin bazılarında ise toprak özellikleri, sosyal baskı, hayvancılık gibi özellikler öne çıkmaktadır. Ayrıca Orta Asya Türk Cumhuriyetleri'nde toprak sorunları, kuraklık, kırsal fakirlik konularındaki sorunların ülkemiz ile benzer olduğu görülmektedir. Bu ülkelerin kuraklık, toprak, tür tespiti konusunda yaptıkları çalışmalar dikkatle ele alınmalıdır. İncelenen ülkelerin bazılarında ise toprak özellikleri, sosyal baskı, hayvancılık gibi özellikler öne çıkmaktadır.

Havzalarda yapılan çalışmalarda her ülkenin ekolojik, ekonomik, sosyal ve stratejik hedeflerine göre çalışmalar farklılık göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde su kirliliği en önemli gündem maddesini oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde kırsal fakirlik, doğal kaynak tahribatı, erozyon ve kuraklık dikkati çekmektedir. Bu konuda Avrupa ve Amerika'da hazırlanan öncü projelerde havzanın özelliklerine göre yapılacak işlerin belirlenmesinin uygun olduğu vurgulanmaktadır. Ülke stratejilerinin ve yerel stratejilerin birlikte ele alınması gerektiğine, yerel halkın beklentilerinin önemli olduğuna değinilmektedir. Bu kapsamda dikkat çeken bir özellik ise AB üyesi ülkeler arasındaki durumdur. Kuzey Avrupa ülkelerinde sorun kirlilik olarak ortaya çıkmaktadır. Güney Avrupa ülkelerinde erozyon, kuraklık ve yangın gibi farklı konular ön plandadır. Diğer taraftan yüksek dağlık bölgelerde erozyon, sel, heyelan, çığ gibi konularda projeler gerçekleştirilmektedir. İsrail ve Kuzey Afrika ülkelerinde kuraklık en temel sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ülkelerde yetersiz yağış ve bitki örtüsü nedeniyle, erozyonla mücadele ve sadece uygun bölgelerde yapılan ağaçlandırma projeleri dikkat çekmektedir. Dünya ülkeleri genel olarak incelendiğinde erozyon, kirlilik, mera, orman ve su gibi konular havza projelerinin temel konularını oluşturmaktadır. Ülkemiz açısından dikkate alınması gereken bir diğer konu ise kırsal fakirlik ve buna bağlı havza içi, havzalar arası göçtür. Sanayileşme ve buna bağlı tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişte ülkemizde büyük göç hareketliliği yaşanmıştır. Bu durum havza bazında ayrıca ve dikkatle ele alınmalıdır. Doğal kaynak yönetiminde havza içinde yaşanan ve havza kaynaklarını kullanan topluluklar ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Havza yönetimi ve izleme/değerlendirme sisteminde bu iki farklı özelliğe sahip toplum yapısı, farklı yönetim yaklaşımlarını gerektirmektedir. Havzanın kırsal bölgelerinde yaşayan halk, doğal kaynaklardan doğrudan yararlanan, tarım ve hayvancılık ana geçim kaynağı olan, gayri safi milli hasıladan en az payı alan ve suyu üretildiği bölgede kirleten bir topluluktur. Bu grubun en önemli özelliği ise doğal kaynak ihtiyacının oldukça az olmasıdır. Havzanın aşağı bölümünde yaşayan sanayi toplumu ise doğal kaynakları işlenmiş veya iletilmiş halde kullanan, gelir ve eğitim seviyesi daha yüksek ve doğal kaynaklara yaklaşımı üretimden ziyade farklı özellikte olan bir kesimdir. Bu topluluğun ise ekosisteme yükü kırsal nüfusa göre oldukça yüksek olmaktadır. Havza projelerinde bu iki farklı özellikteki topluluğun yaklaşım ve beklentileri de farklı olmaktadır. Bu nedenle havzanın sosyo-ekonomik ve kültürel yapısı projelerin hazırlanmasında dikkatle ele alınmalıdır.

Ele alınacak konu başlıkları yapılacak detaylı bir ön etüt sonrasında belirlenmelidir. Sorunlar ve yapılacak işlerde önceliklendirme gerekmektedir. Hindistan, Orta Asya ve Güney Amerika ülkelerinde yapılan incelemelerde yukarı

havzalarda yanlış arazi kullanımı, kırsal fakirlik, göç ve bunlara bağlı erozyon en dikkat çekici havza problemleridir. Buna bağlı olarak bu sorunlara yönelik projeler ağırlık kazanmaktadır. Havzada değerlendirilecek temaların önem derecelerinin belirlenmesi ve faaliyetlerin önceliklendirilerek hayata geçirilmesinin projenin başarısı için oldukça önemli olduğu görülmektedir. ABD örneğinde proje bileşenlerinin önem derecelerinin belirlenmesi ve her tema için bu doğrultuda çalışılması sonuçların başarılı olmasını sağlamıştır. Benzer şekilde Tuna Havzası projesinde de genel planlama, izleme ve kontrol politikalarının yanı sıra bölgeye has ve önem derecesi yüksek olan veri temaları için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunun tam tersi bir örnek ise Hindistan'da yapılan Ovalar ve Tepeler projesidir. Bu projede öncelikler yeterli derecede belirlenmediğinden ve iyi bir planlama yapılmadığından yukarı havzada yaşayan halkta beklenen bir gelir artışı olmamıştır. Çin'de ise proje yönetim ekibi çalışmalara başlamadan önce havzada en önemli sorunların yaşandığı alanları belirleyerek bir önceliklendirme yapmış ve bu alanlar için sürdürülebilir kalkınma planları hazırlamıştır. Planlı bir proje olmasına rağmen yapılan köprü ve konut yapımı gibi bazı faaliyetler ise amaç dışına taşmıştır. Ülkemizde son dönemde uygulanan projelerde SOR-SAP-ÇÖZ çalışmaları ile bu sorunlar giderilerek yerel halkın beklentileri dikkate alınmaya çalışılmaktadır. Ancak burada karşılaşılan temel sorun ise ön etüt, hedef koyma, yerel beklentilerin belirlenmesinde uzman işbirliğinin yeterli olmamasıdır. İncelen bazı uluslararası örneklerde uygulanacak havza projesinde temel uzmanlar yanında sosyolog, antropolog, zoolog, psikolog gibi spesifik konu uzmanlarından yararlanıldığı dikkat çekmektedir. Bu projelerin hedef koyma, yerel halk desteği, yerel beklentiler gibi konularda başarılı olduğu görülmektedir.

Literatür incelendiğinde havza yönetim çalışmalarının çok karmaşık bir yapıya sahip olduğu önemle vurgulanması gereken bir husus olarak ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda dünyanın her yerinde ya da bir ülkenin tüm bölgeleri için geçerli olan belirli hedef ve amaçların belirlenemeyeceği ve amaçların birçok farklılıklar sergileyeceği açıktır. Bu nedenle havzadan elde edilen verilere, sosyal beklentilere ve ülke ihtiyaçlarına göre her havzada o havzaya özgü çalışmaların planlanması ve gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Aynı zamanda gelişmiş ülkelerde amaçların kesin olarak belirli, ölçülebilir, hedefe ulaşmada doğrudan katkı sağlayıcı olduğu görülmektedir.

Yukarıda önemle değinildiği gibi havza yönetim çalışmalarında bazı temel amaçlar (erozyon, kuraklık, sel, heyelan, vb.) dışında, tüm dünya veya ülkeyi kapsayan hedefler listesi bulunmamaktadır. Bu konuda tüm ülkeler kendi iç özellikleri ve yerel niteliklere uygun projelerin daha başarılı olduğu konusunu önemle vurgulamaktadırlar. İncelenen uluslararası örneklerin üzerinde önemle durduğu diğer konu hedef belirleme, ortak yaklaşım, sonuçların izlenmesi konusudur. Bu noktada ülkemizin ekolojik, ekonomik, hidrolojik yapısı ve aynı zamanda bölgesel gelişmişlik farklılıkları hazırlanacak projelerde büyük önem taşımaktadır. Batı ve Doğu Karadeniz bölgelerinde sel, heyelan, yetersiz tarım arazisi ve yerleşim alanı sorunların temelidir. Orta Anadolu bölgesinde kuraklık, toprak özellikleri, meraların aşırı ve yanlış kullanımı dikkat çekmektedir. Ege ve Marmara bölgesinde kirlilik, Akdeniz bölgesinde turizm, hayvancılık, temel doğal kaynak tahribatı nedenleridir. Buradan bakıldığında uluslararası örneklerde belirtildiği üzere yerel özelliklerin havza yönetim projelerindeki önemi net ve kesin olarak anlaşılmaktadır. Bu durum tüm kurumlar arasında ortak görüş olarak ülkemizde benimsenmiş durumdadır. Çözülmesi gereken sorun ise bu anlayışa uygun projelerin hazırlanması ve hayata geçirilmesidir.

Veri Setleri

Dünyada gerçekleştirilen benzer uygulama örnekleri incelendiğinde tüm projelerde proje alanının tanıtımı ile ilgili detaylı harita ve diğer dokümanların elde edildiği görülmektedir. Projelerde yer alan havzaların özelliklerine ve çalışmadan beklenen hedefe göre ölçekler ve kullanılan veri setleri değişmektedir. Örneğin arazi kullanımı ve bitki örtüsüne yönelik yapılan çalışmalarda, bir havza bütün olarak ve ana arazi kullanım biçimlerinin (orman, mera, tarım, vb.) ele alındığı ve küçük ölçekli haritalar kullanıldığı görülmektedir. Bir akarsuda kirliliğin izlenmesi amacıyla yapılan projede ise örnekleme noktalarını gösterir haritanın öne çıktığı belirlenmiştir. Havza yönetiminde kullanılan veri setleri çalışmanın amacına ve havzanın özelliklerine göre değişmektedir. Erozyon kontrol projelerinde ise veri altyapısının çok daha detaylı olduğu, toprak, iklim, eğim, bakı, bitki örtüsü, arazi kullanma, vb. birçok veri setinin hazırlandığı görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde yapılan projelerde video, fotoğraf, yayın, doküman arşivinin oluşturulduğu, bu dokümanların ise havza yönetim biriminde toplandığı belirlenmiştir. Ayrıca izleme değerlendirme kapsamında bu çalışmaların periyodik olarak devam ettirildiği görülmektedir. Projelerde öncelikle tüm uygulama projelerinde olması gereken temel veri seti ihtiyacına değinilmektedir. Bunun yanında projenin spesifik amacına ve yerel özelliklere uygun ikincil bir veri setinden bahsedilmektedir. Toprak, iklim, topoğrafya ile hidrolojik özelliklerden en önemlilerini içeren temel veri seti oluşturulmaktadır. Bunun yanında ise projenin amacına uygun ve projenin ihtiyaçlarını karşılayacak özel veri setleri oluşturulmaktadır. Diğer taraftan bazı projelerde ihtiyaç duyulan veri setleri proje öncesi ve proje uygulaması sırasında elde edilmektedir. Ayrıca su kalitesi, akım, arazi kullanım türleri, arazi örtüsü, tarımsal ürün deseni, orman varlığı ve nüfus hareketliliği konularında geriye dönük veri setlerinin gelecek dönemde uygulanacak projelerin başarısını artırdığı vurgulanmaktadır. Veri setlerindeki uyum sorunları tüm dünyada dikkati çeken temel sorundur. Bunun için projenin amaçlarına uygun modelleme çalışmaları ile sorun çözülmeye çalışılmaktadır. Ayrıca bazı veri yetersizlikleri konusunda esnek davranılması da önerilmektedir.

Projelere Yaklaşım ve Yönetim

Havza ıslah ve yönetim projelerinde, tüm dünya ülkelerinde çok disiplinli çalışma prensibi öne çıkmaktadır. Ülkelerin mevzuat, yönetim biçimi, halkın özellikleri, havzanın durumu ve projenin amacına göre oluşturulan birlikler değişmektedir.

ABD’de özel firmalar sponsor anlayışı içinde projeye dahil edilmektedir. Ön etüt ve diğer incelemeleri devlet ve özel sektör birlikte ele almaktadır. Çalışmalar ve önlemler konusunda anlaşmalar imzalanmakta ve sorun ile çözüm konusunda proje kapsamında detaylı incelemeler yapılmakta, eğitim ve katılım konusunda detaylı çalışmalar yürütülmektedir. Özellikle baraj havzalarında bazı çalışmalar bu özel firmalara devredilmektedir. Ayrıca havza yönetiminde ABD’de en yoğun birlikte çalışma prensibi gelişmiş durumdadır. Kurumların bazıları uygulamacı olarak, bazıları teknik yardım alanında, bazıları ise veri sağlama aşamasında projeye katkı sağlamaktadır. Çin’de, merkezde, bölgede, ilde ve ilçede kamu kurumlarından oluşturulmuş proje koordinasyon grupları ve proje yönetim ofisleri kurulmuştur. Proje yönetim yapısının kamu kurumlarının içerisinde yer alması sürdürülebilirliği garanti altına almıştır. Kanada Quebec’te proje belediyeler, STK’lar ve bakanlık tarafından birlikte yapılmıştır.

AB üyesi ülkeler Su Çerçeve Direktifi’ne bağlı olarak su kaynaklarını yönetmektedirler. Ayrıca AB ülkelerinde havzalar birden fazla ülke sınırları içerisinde girdiği için ülkelerarası konsorsiyumlar kurulmakta ve direktif

çerçevesinde kararlar alınmaktadır. Bu işbirliği içerisinde sorunun yaşandığı ülke ile projeyi hazırlayan ülkelerin farklı olmasının bazı sorunlara neden olduğu belirtilmektedir. Bu konu ülkemiz açısından ele alındığında büyük nehir havzalarının planlanması, kirlilik, havzalar arası su transferi, sınır aşan sular konusunda benzerlikler göstermektedir. GAP projesi veya Anadolu Su Havzaları Projesi gibi büyük projelerin uygulanmasında benzer sorunlar oluşabileceği aşikârdır. Karar veren ile etkilenen grupların farklı olması sorunlara neden olmaktadır. Örneğin kirlenen bölge ile kirlenilen bölgeler AB’de farklılıklar gösterebilmektedir. Aynı durum ülkemiz büyük havzalarında da yaşanmaktadır. Bu nedenle havza yönetim yaklaşımlarında Paydaş Analizi, Yönetim (Karar Verici) Gruplarının Belirlenmesi gibi konularda başlangıçta çok dikkatli davranılmalıdır.

AB üyesi ülkeler Su Çerçeve Direktifi’ne bağlı olarak su kaynaklarını yönetmektedirler. Ayrıca AB ülkelerinde havzalar birden fazla ülke sınırları içerisinde girdiği için ülkelerarası konsorsiyumlar kurulmakta ve direktif çerçevesinde kararlar alınmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise kurumlar ve diğer paydaşlar arasında koordinasyon ve işbirliği eksikliği dikkat çekmektedir.

Temel özellik olarak tüm çalışmalarda, havza yönetim birimi (koordinatör kuruluş), buna bağlı diğer paydaşlar, özellikle STK’lar ve yerel yöneticilerin içinde bulunduğu bir kurul ve buna teknik destek sağlayan bir uzmanlar kurulu şeklinde havza yönetimi benimsenmekte ve tavsiye edilmektedir. Ayrıca bazı projelerde çok özel konu uzmanlarının projede yer aldığı görülmektedir.

Proje başlangıcında uygulamaya geçmeden önce ön inceleme ile proje alanında sorunlar, fırsatlar, kısıtlar ve üstün yanlar tüm detayları ile ortaya konulmakta ve sorunlar başlıklar halinde ele alınmakta, nasıl çözüleceği ve çözümünden sorumlu kurum tespit edilmektedir.

Dünyada alan bakımından, Tuna Nehri (801.463 km²) ve Çin’deki Loess (642.000 km²) büyük havza yönetimi projelerindedir. Tuna Nehri Havza yönetiminde katılımcılar ülkeler ve onların sektör temsilcileridir. Havza yönetimi projesine yeni başlayan ülkelerde havzanın genel alanının ve buna bağlı mikro havzalarda uygulamanın başarılı olması açısından, proje alanının küçük tutulmasında fayda görülmektedir. Başarılı olan model projelerin kabulü ve ülkede yaygınlaştırılması daha kolay olacaktır.

Sürdürülebilir bir havza yönetiminin sağlanması amacıyla, havzaya yatırım yapan kurum ve kuruluşlar ile sivil toplum örgütleri, vs. arasında koordinasyonu sağlayacak bir kurumsal düzenleme yapılmasının gereği anlaşılmaktadır. Bunun sağlanması için de dünyada kabul görmüş tek bir model bulunmamaktadır. Koordinasyon kurumu, ülkelerdeki kurumları temsil eden birimler şeklinde oluşturulmalıdır. Entegrasyonun en önemli özelliği, proje yönetimince, tüm katılımcıların sürece dâhil edilmesi ve bu sürecin devam edebilme iradesinin, proje süresince ortaya konulmasının gerektiğidir.

Planlama çalışmalarının amaca uygun yapılması önem arz etmektedir. Bunun için de doğru bir kurumsal çerçeveye, doğal kaynaklara ait doğru temel bilgilerin temin edilmesine, amaca uygun kırsal talepli katılıma ve sonuçları doğru bir şekilde ortaya koyacak bir izleme değerlendirme sisteminin oluşturulmasına ihtiyaç olacaktır. Temel bilgilerin

temin edilmesinde ve planların hazırlama aşamasında yeterli zamana ihtiyaç vardır. Havza planları bu zaman içerisinde tüm paydaşların katılımı ile hazırlanmalıdır. Planlar, her kademe tarafından iyi anlaşılmalı, yatırımların paylaşımı net olmalı ve faaliyetlerden sorumlu olan kurum ve kuruluşlar belirlenmelidir.

İlk amacının doğal kaynak tahribatının önlenmesi ve ikinci amacının da kırsal kalkınma olan projelerde, havzada yaşayan tüm insanlar yatırım hedefi olmamalı, sürdürülebilir bir havza yönetimi yatırım hedefi olmalıdır. Amaç doğal kaynak tahribatının önlenmesi ise amacın gerçekleşmesine dönük gelir artırıcı faaliyetler belirlenmelidir.

Doğal kaynak tahribatının önlenmesinde, kırsal fakirliğin azaltılması amacıyla yapılmak istenen havza yönetim projelerin finansmanı genellikle devlet tarafından karşılanmaktadır. Bu nedenle, havzadaki sorunlar yerel halkla birlikte tartışılmalı, sorunların tanımlanmasında, sürdürülebilir bir havza yönetimi için gerekli yatırımların belirlenmesinde, yerel halkın faaliyet çeşitlerini kabul etmeli ve bu çerçevede yerel halka eğitim verilmelidir.

Kurumsal koordinasyonun gelişmiş olmadığı ülkelerde havza bazında yapılan projelerin Çin’de olduğu gibi kurumlar arası işbirliğini ve koordinasyonunu artırıcı etkileri olmuştur. Ancak buna rağmen yasal kısıtlar yüzünden kurumlar arasında yetki çakışmaları yaşanmış ve proje süresince artırılan işbirliği proje bittikten sonra azalmıştır.

Sosyo-Ekonomik Durum

Havza yönetim projelerinde kırsal nüfus - kentsel nüfus olarak iki farklı gruptan söz edilebilir. Bu iki grubun özellikleri, projelere yaklaşımları, etkilenme durumları farklılık göstermektedir. Diğer bir yaklaşıma göre havza doğal kaynaklarını olumsuz etkileyenler ve bu sonuçlardan etkilenenler olarak ayrılmaktadır. Kısaca kirlenler ve bu kirlilikten etkilenenlerdir. Bu noktada projelerde bu grupların birlikte ele alınması ve projenin amaçlarına uygun olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Uluslararası örnekler incelendiğinde genel olarak gelişmekte olan ülkelerde kırsal fakirliği önleyici projeler öne çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde kırsal nüfusun az olması ve gelir düzeylerinin yüksek olması bu topluluğun doğal kaynakları aşırı tahrip etmedikleri, uygulanacak projelere büyük oranda destek oldukları görülmektedir. Konu ülkemiz açısından irdelendiğinde gelişmekte olan ülkelere benzer özellikler taşıdığı görülmüştür. Bu nedenle projelerin kırsal fakirliği önlemeye hizmet eden ve bu topluluk ile doğal kaynaklar arasındaki dengenin yeniden tahsis edilmesine yönelik olması gerekmektedir. Projelerde sadece gelir artırıcı önlemler yetersiz kalabilmektedir. Bunun yanında eğitim, bilinçlenme, farkındalık ve farklı üretim teknolojileri konularına ağırlık verilmelidir. Yasaklama yerine, ekosisteme zarar vermeden yararlanma prensipleri geliştirilmelidir. Dünya örnekleri incelendiğinde gelir artırıcı projelerde klasik uygulamalar yerine doğal kaynaklardan elde edilebilecek kıymetli ürünler konusunda çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir. Ülkemiz şartları dikkate alındığında özellikle klasik tarımsal üretim yerine alternatif ürünlere yönlendirme daha etkili olacaktır. Son çeyrek yüzyılda gittikçe önemi artan doğal ürün, organik ürün, alternatif tıbbi ürünler, odun dışı orman ürünleri gibi birçok konuda yapılacak projeler kırsal fakirliğin azaltılmasında önem taşımaktadır.

Dağlık su havzalarında doğal kaynakların iyileştirilmesine dönük havza yönetim uygulamalarında, fakir kırsal yöre insanların gelirlerinde artış sağlayabilecek faaliyetlerin cinsi ve miktarı iyi belirlenmeli ve sonuçta doğal kaynaklara aşırı bağımlılıkları azaltılmalıdır.

Yörede yaşayan insanlar kendi güç yaşam şartlarını bildikleri için devlet yatırımlarının kabulünde bir zorluk çıkarmamaktadır. Ancak yöre köylüsünün, devletin gelir artırıcı yatırımlarına, mümkün olduğu kadar işgücü ve finans kaynakları ile katılmaları, bu çeşit projeler için yeni bir katılım anlayışı, yeni bir işletme kavramı ve yeni bir işletme modelidir. Katılım ve ilgi ne kadar fazla olursa paydaşların projeyi sahiplenmesi o kadar artacaktır ve projenin daha ekonomik olmasını sağlayacaktır. Tecrübeler sonucunda bu tür bir maliyete katılım fikri proje yönetiminde yeteri kadar gelişmemişse ve yöre insanlarında bu çeşit bir katılım sağlamamışsa, projenin amacına ulaşması mümkün görülmemektedir.

Özellikle kırsal kalkınma projelerinde geliri artırıcı faaliyetlerin paydaşlara verilmesinde, kazananlarla kaybedenlerin olmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde havzada, projeden hoşnut olmayan ve proje çalışmalarına karşı çıkan bir grup oluşacak ve sonuçta, kötü propaganda ile proje faaliyetleri olumsuz yönde etkilenecektir.

Bunun yanında projeye halkın katılımını sağlamak için bölge halkı bilgilendirilmeli ve gerekli eğitimler verilmelidir. ABD'de yapılan uygulamada halk katılımını sağlayabilmek ve projenin başarısını artırmak için projeye başlamadan önce ilgi grupları ile birçok toplantılar düzenlenmiş ve yerel, bölgesel destek sağlanmaya çalışılmıştır. Buna rağmen yeterli derecede sosyal desteğin sağlanamadığı ve sosyal baskı oluşan bölgelerde çalışmalar en düşük düzeyde tutulmuş ve o bölge kendi haline bırakılmıştır.

Projelerde Kullanılan Yöntemler, İzlenen Parametreler ve Veriler

Havza bir bütün olarak ele alınarak, akım güvenliği, yapısal düzenlemeler, baraj, erozyon kontrolü, su kalitesi, balık ve yaban hayatı, mera ıslahı ve diğer çalışmalar birlikte planlanmaktadır. Ayrıca havzanın geleceğini güvence altına almak için yapılması ve yasaklanması gerekenler projeler içinde ele alınmaktadır.

Dikkat çeken bir diğer konu ise halk ile projenin her aşamasında görüşülmesi gerekliliğidir. Ayrıca katılım ve destek sağlayabilmek için proje öncesi eğitim ve bilgilendirme toplantıları yapılmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sadece ekolojik ve sosyal önlemler ile mühendislik çalışması içeren projeler gibi birçok örneğe rastlanmaktadır. En yaygın uygulanan ise karma yöntemlerdir. Proje çalışmalarını pasif ve aktif önlemler olarak gruplandırılan projeler ve akarsu yatağı ile ilgili sorunlara değinen projeler görmek mümkündür. Yine kurak bölgelerde su hasadı, kurak bölge ağaçlandırmaları gibi spesifik amaçlı projeler de hazırlanmaktadır. Aşırı yağmur alan bölgelerde sel ve taşkın önlemeye, yüksek dağlık bölgelerde çığ önlemeye yönelik projeler uygulanmaktadır. Ancak bu projeler genelde yerel olarak hazırlanmaktadır. Bölgesel veya büyük havzalar için hazırlanan çalışmalarda mutlak işbirliğine dayalı ve farklı uzmanların içinde bulunduğu karma projeler öne çıkmaktadır.

ABD, havza yönetiminde havza koşullarının önemine dikkat çekmektedir. Diğer taraftan havzanın üretim kapasitesine ve öne çıkan özelliklerine göre çalışma alanı sınırlarının belirlenmesine dikkat çekilmektedir. Temel olarak 12 havza özelliğini ele almaktadırlar. Bunlar; su kalitesi, su miktarı, akuatik yaşam, riparian zon, sulak alan, ulaşım ve yollar, toprak, yangın, orman örtüsü, mera örtüsü, karasal türler ve orman sağlığıdır. Bu özelliklere göre havzanın koşulları ve yapılacak çalışmalar belirlenmektedir. Yapılması gerekenleri, öncelikle bir havza rehberi (ön etüt) hazırlamak, havzaya ait makro plan oluşturmak, sorunlar için çözüm önerileri, havzanın kısıtları ve üstün yanları, proje maliyeti belirlenmektedir. Diğer taraftan risk analizi yapılmaktadır. Risk analizinde projenin içsel ve dışsal riskleri ele alınmaktadır. Bunun yanında fayda analizi de hazırlanmaktadır. Fayda analizinde ekolojik ve ekonomik faydalar birlikte değerlendirilmektedir. Son aşamada ise izleme ve değerlendirme kriterleri her proje için net olarak ortaya konulmaktadır. Havzaların aşağıda verilen dört özelliğine göre değerlendirme kriterleri geliştirilmiş ve buna göre havzalar iyi, uygun ve fakir olarak gruplandırılmıştır. Böylece havzanın özelliğine göre yapılacak çalışmalara da yön verilmeye çalışılmıştır.

Havza sınıflandırma sistemi veri seti:

Akuatik fiziksel özellikler	(%30 ağırlıkta)
Akuatik biyolojik özellikler	(%30 ağırlıkta)
Karasal ekosistem fiziksel özellikleri	(%10 ağırlıkta)
Karasal ekosistem biyolojik özellikleri	(%30 ağırlıkta)

Projelerin özelliklerine göre fiziksel, biyolojik, sosyal ve ekonomik veriler elde edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde yürütülen büyük projelerde veri altyapısının oluşturulmasına büyük önem verilmektedir. Bunun için kurumlardan verilerin alınması sağlanmaktadır. ABD’de yapılan çalışmalar incelendiğinde çok farklı kurumlardan veri sağlanarak proje veri altyapısının ve veri bankasının oluşturulduğu görülmektedir. AB üyesi ülkelerde SÇD kapsamında bilgi paylaşımı sağlanmaktadır. Birlik üyesi ülkeler aynı havzanın farklı bölgeleri olarak değerlendirilmektedir.

Geçmiş arazi kullanımlarının ve günümüzdeki arazi kullanımının karşılaştırılması ve sosyo-ekonomik veriler ile desteklenmesi ile çalışma alanının tarihsel değişimi ve gelişiminin değerlendirilmesi örnekleri bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma alanlarının arazi kullanım haritalarını hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, sosyo-ekonomik durumu ile ilgili istatistik verilerin bulunması çalışmalarda bölgenin anlaşılması açısından yol gösterici olacaktır.

Havza yönetimi konusunda gelişmekte olan ülkeler (Hindistan, Güney Amerika, Kuzey Afrika) incelendiğinde ise ülkemizdeki sorunlara benzer sorunlar dikkat çekmektedir. En önemli sorunların veri yetersizliği, zaman, mekân, ölçek uyumsuzluğu olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda görülen bu sorunlara rağmen uygulamalar yapılmaya çalışılmaktadır.

Projelerin Uygulama Alanı

İncelenen örneklerden, havza projelerinde tek tip uygulamanın tüm ülkelerde, bir ülkenin tüm bölgelerinde ve hatta havzanın tüm bölgelerinde uygulanamayacağı anlaşılmaktadır. Nitelik, amaç ve uygulama bakımından farklılıklar olsa da literatürde hazırlanışı, uygulanışı, sonuçları ve izleme açısından iyi uygulamalar olduğu görülmektedir.

Uluslararası örnekler incelendiğinde tüm projelerde önceliklendirme konusu öne çıkmaktadır. Önceliklendirme konusu farklı aşamalarda ortaya çıkmaktadır. Havzanın tümü için proje hazırlanmasına rağmen sorunun özelliğine göre alansal önceliklendirme yapılmaktadır. Örneğin sel havzalarının tamamında sel üretme kapasitesinin eşit olmadığı vurgulanmıştır. Bunun için ana dereye aşırı yağışta en çok su yükü bindiren alt havzalara öncelik verilmiş ve bu alt havzalara acil eylem planları uygulanmış daha sonra havzanın geneli ele alınmaya çalışılmıştır. Kirillik konusunda noktasal ve noktasal olmayan kirillik kaynakları farklı şekillerde ele alınmıştır. Kırsal yoksulluk, göç, eğitim konularında da benzer şekilde sorun ve çözüm önerilerinde önceliklendirme yapılmıştır. Bu sistemde ayrıca önceliklendirmeye paralel olarak kısa - orta - uzun vadeli hedef ve planlar uygulanmıştır.

Uluslararası örneklerde havza yönetim projelerinin ortak noktası kırsal bölgeler, yüksek dağlık bölgeler ve yukarı havzalar öncelikli alanlar olarak belirtilmektedir. İstisnai durum olarak can ve mal kaybı olması durumunda acil eylem planları ile alt havzalarda mekanik önlemler, yer değiştirme, saptırma veya durdurmaya yönelik projeler uygulanmıştır. Ancak bu projelerin sorunun çözümüne yönelik değil, sorunun etkilerin azaltılmasına veya geciktirilmesi yönelik olabileceği vurgulanmıştır.

İzleme ve Değerlendirme Sistemleri

Havza yönetim uygulamalarında, havzadaki doğal kaynakların bozulma ve iyileşme derecelerinin bilinmesi, havzadaki başlangıç bilgilerinin tespiti ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle proje ile ortaya çıkan, havzadaki gerçek değerlere dayanan değişimlerin bir izleme ve değerlendirme sistemi ile veritabanında toplanması gerekmektedir.

Bu amaçla havza yönetim projelerinde izleme ve değerlendirme sistemi, projelerin sağlıklı yürütülmesinde ve amacın gerçekleşmesinde önem arz etmektedir. Fiziksel yatırımları tanımlamak ve takip etmek nispeten kolaydır. Havzanın yatırımlardan sağlanan faydaların belirlenmesi ve takip edilmesi daha zordur. Sadece yatırımların takibi, projenin değişime olan etkisini ve dışsallıkları ortaya çıkarmamaktadır. Dışsallık gibi çeşitli faydalar, uzun bir zaman sonra fark edilecektir. Bundan dolayı izleme ve değerlendirme sistemi kısa ve uzun vadeli planlanmalı, fiziksel, ekonomik ve sosyal parametreler itibarıyla etki ve değerlendirme imkânına sahip olmalıdır.

Ayrıca iyi bir izleme ve değerlendirme sistemi, mümkün olduğu kadar tüm faaliyetleri kapsamlı ve sistem, projenin temel amacının gerçekleşmesine odaklanmalıdır. İzleme ve değerlendirme sisteminin, seçici, sade ve düşük maliyetli olmasına önem verilmeli, her aşamadaki yöneticilere uygulama konusunda bilgi vermelidir.

Katılımcı bir izleme ve değerlendirme sistemi, verilerin toplanmasında ve veriyi analiz etmede etkili bir yoldur. Bu sistem içerisinde bağımsız uzmanlarca, projenin uygulaması ve etkisi ile ilgili çeşitli raporlamalar, konuya vakıf basın yayın organlarının görüşleri de önem arz etmektedir. Böylece şeffaflık ve hesap verilebilirlik güçlenmektedir. Bu açıdan sivil toplum örgütlerinin, projenin izleme ve değerlendirme sistemine dâhil olmaları sağlanmalı ve projeden şikâyet edenler için bir değerlendirme yöntemi geliştirilmelidir.

Örnekler incelendiğinde Hindistan'da havzanın projeden önceki ve proje esnasındaki durumu hakkında yeterli bilgi olmadığından başarılı bir izleme yapılamamış, çevresel faydalar sağlıklı bir şekilde ölçülememiştir. Çin'de ise CBS

tabanlı bir izleme sistemi kurulmuş olmasına ve genel hedefler başarılmış olmasına rağmen yoksulluğun azaltılması etkisi tam olarak ortaya konulamamış, bu konuda raporlamalar yapılmamıştır. Dışsalıklar da izlenmemiştir. İncelenen örnekler içerisinde en dikkat çekici izleme değerlendirme sisteminin geliştirildiği proje Tuna Havzası örneğidir. Acil Kaza Uyarı Sistemi, Taşkın Erken Uyarı Sistemi, Taşkın izleme Ağı, Ülkeler Arası İzleme ağı, Kentsel Atık Su İzleme Ağı, Çevre İzleme Ağı gibi birçok CBS tabanlı izleme sistemi hayata geçirilmiş durumdadır. Bu sayede havza her ülkeden 24 saat gelen verilerle izlenmekte ve muhtemel tehlikeler, kazalar ve afetler önlenmektedir. Burada dikkat çeken konu, izleme sistemlerinden elde edilen sonuçların doğru şekilde değerlendirilebilmesi için uzman izleme birimlerinin ve hızlı karar alabilecek mekanizmalarının kurulmasıdır.

İzleme sistemleri sadece projenin sonuçlarının izlenmesi için değil, tespit edilen bir sorunun çözümü için de kurulabilmektedir. Kanada Quebec'te projede yer alan havzalar içerisinde orman ekosisteminin izlenmesi için 32 istasyondan oluşan bir izleme ağı kurulmuştur. Çok ciddi ölçümler yapılmaktadır.

İzleme ve değerlendirme sistemlerinde dikkati çeken birkaç konu bulunmaktadır. Öncelikle projenin uygulamalarının izlenmesidir. Proje başlangıcında belirlenen hedeflere ulaşmada uygulamaların izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Planlayıcı ve uygulayıcı birimlerin ayrı olması durumunda bazı farklılıklar doğabilmektedir. Yine proje bitiminde elde edilen sonuçlar ile proje başında öngörülen ve planlanan sonuçlar arasındaki uyum izlenmektedir. Daha sonraki aşamada ise projenin sonuçlanmasından sonra geçen belirli sürelerle göre projenin başarıyla devam edip etmediğinin izlenmesidir. Burada dikkat edilirse izleme ve değerlendirme sadece proje bitiminden sonra başlayan bir uygulama değildir. Projenin her aşamasında bir izleme/değerlendirme mekanizması hayata geçirilmelidir.

İzleme ve değerlendirme çalışmalarının bağımsız uzmanlarca yapılması gerektiği incelenen tüm projelerde belirtilmektedir. Sistem havza yönetim merkezinde oluşturulmalıdır. Elde edilen sonuçlar tüm ilgi grupları ile doğrudan paylaşılmalıdır.

Uluslararası projelerde dikkat çeken bir diğer konu ise izleme/değerlendirme kriterlerinin ortak olmamasıdır. Tüm projelerde ve tüm ülkeleri kapsayacak ortak bir kriterler dizini bulunmamaktadır. Tıpkı ülkesel ve bölgesel farklılıklara göre projelerin de farklılık gösterdiği gibi izleme/değerlendirme sistemleri de farklılık göstermektedir.

İzleme/değerlendirme mekanizmaları ülkelerin uyguladıkları projelere göre farklılık göstermektedir. Kirliliğin izlenmesi, kuraklığın izlenmesi, göçün izlenmesi, yoksulluğun izlenmesi, su kalitesinin izlenmesi, yaban hayvanları, ekosistemlerin izlenmesi, doğal afetlerin izlenmesi gibi birçok farklı başlığı içeren izleme/değerlendirme sistemleri kurulmuştur. Örneğin, Fas'ta uygulanan bir havza ıslah projesinde Atlas Dağları'ndan gelen ve sularını Marakeş şehrine akıtan havzalarda sel erken uyarı sistemleri ve akım gözlem istasyonları ile izleme değerlendirme sistemi kurulmuştur. Libya'da uygulanan bir başka projede yer altı su kaynaklarını izleme sistemi kurulmuştur. AB Tuna nehri kenarı ülkelerde kirlilik izleme ağı sistemi geliştirilmiştir. Burada da görüldüğü gibi havzanın özelliklerine ve istenen amaçlara göre izleme/değerlendirme sistemleri farklılık göstermektedir.

Projelerin Başarısı

Hindistan'da uygulanan bir havza ıslah projesinde yukarı ve aşağı havza aynı çalışma içerisinde ayrı ayrı olarak ele alınmıştır. ABD'de projenin başarısını artırmak için uygulama öncesi eğitim ve tanıtım çalışmalarının yapılması dikkat çekicidir. Güney Avrupa ülkelerinin ekolojik ve ekonomik yapılarının ülkemize yakınlığı, karşılaşılan sorunlar, çözüm önerileri ve proje kapsamlarının ülkemize benzerliği göze çarpmaktadır.

İncelenen örnekler doğrultusunda projelerin başarısının, öncelikle koordineli ve işbirliği içinde çalışmaya, halkın projeye katılımına, proje öncesi yapılan çalışmalara ve etkili bir izleme değerlendirme sisteminin kurulmasına bağlı olduğu görülmektedir.

Hindistan'da yapılan projede öncelikler yeterli derecede belirlenmediğinden ve iyi bir planlama yapılmadığından yukarı havzada yaşayan halkta beklenen bir gelir artışı olmamıştır. Havzanın projeden önceki ve proje esnasındaki durumu hakkında yeterli bilgi olmamasına bağlı olarak, başarılı bir izleme yapılamamış, çevresel faydalar sağlıklı bir şekilde ölçülememiştir. Hindistan'da halk projeye karşı çıkmıştır.

Proje Uygulama Yöntemlerinin Türkiye'de Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Gelişmiş ülkelerde uygulanan yöntemlerde ön etüt, planlama, bütçeleme, uygulama, izleme ve değerlendirme aşamaları, burada yapılacak işler, alt başlıklar ve sonunda risk analizleri projeye dâhil edilmektedir. Ayrıca izleme ve değerlendirme faaliyetleri kurum içi, paydaşlar arası ve bağımsız kuruluş tarafından yapılabilmektedir.

ABD'de yapılan çalışmalarda özel sektörün projeye dâhil edilmesi sağlanmaktadır. Bunu sağlamak için proje başlangıcında yapılacak işler, maliyet ve sorumluluk alanları net bir şekilde projeye yazılmaktadır. Yapılacak işin maliyeti ve sektörün kapasitesine göre devlet üstlenici veya yönetici konumunda olmaktadır.

Kâr miktarı düşük, doğrudan kamusal çalışmalarda devlet temel üstlenici kurum olmaktadır. Ancak işin planlama ve uygulama aşamasında diğer paydaşlardan yararlanılmaktadır. Hindistan'da yapılan bir projede devlet, devlet/özel sektör, devlet/STK olmak üzere aynı havzada benzer çalışmalarda farklı uygulama ve yönetim şekilleri denenmiştir. Proje sonucunda yapılan istatistiksel inceleme sonucunda devlet / STK işbirliğinin en çok fayda sağlanan uygulama yöntemi olduğu anlaşılmıştır.

Veri Kapsamı Açısından Uygunluğu

Uluslararası benzer uygulamalar incelendiğinde projelerde ele alınan modellerin, veri setlerinin, teknik altyapının ülkemizden büyük farklar göstermediği anlaşılmaktadır. ABD ve AB üyesi ülkelerin Türkiye'den en büyük farkı toprak altlıklarının yeterli ve güncel olmasıdır. Havza çalışmalarında ve diğer ekolojik çalışmalarda kullanılan en önemli verinin toprak haritaları olduğu görülebilmektedir. Diğer taraftan ülkemizin doğal kaynak envanterinin, su kalitesi ölçüm ve izleme sisteminin yetersizliği proje uygulamalarında öne çıkmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerin arşiv sistemlerinin ve veri paylaşımının ülkemiz koşullarına benzer olduğu ortaya çıkmaktadır. İncelenen çalışmalarda veri setlerindeki ölçek, mekân ve zaman uyumsuzluğunun karşılaşılan en

önemli yetersizlikler olarak ifade edildiği görülmektedir. Değerlendirme ve proje hazırlamada başarıyı azaltan en önemli sorunlardan biri olarak veri yetersizliği işaret edilmektedir.

Veri setlerinin içerikleri projenin amaçlarına ve havzanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Ülkesel ve bölgesel nitelikler veri setlerinin içeriğini önemli düzeyde değiştirmektedir. Ülkemiz açısından yaşanan/yaşanabilecek en büyük sorun retrospektif çalışmalarda arşivlerin yetersizliği ve uyumsuzluğudur. Ayrıca bilgi paylaşımı, bilgilerin nerede toplanacağı ve kim tarafından değerlendirileceği konuları veri aşamasında dikkat çeken sorunlardır.

Veri setleri ve uluslararası örneklerin incelenmesinde dikkat edilmesi gereken temel konu ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, ekolojik sorunları, toplumsal yapılarının farklılıklarıdır. Bu nedenle yurtdışı örneklerinin birebir ülkemize uygulanması bazı sakıncaları içermektedir. Yöntem modellerin ülkemize uyarlanarak kullanılması ile mümkün olacaktır.

Uygulanan Mevzuatlar

AB ülkeleri su kaynaklarını ve havza yönetim anlayışını ortak bir tabanda birleştirmek için Su Çerçeve Direktifi'ni ortaya koymuşlardır. Nehir havzalarının yönetiminde havza içerisinde bulunan ülkelerin temsilcilerinden oluşan konsorsiyumlar direktife uygun olarak kararlar almaktadır. Diğer taraftan birlik üyesi ülkelerin kendi iç hukukları da su kaynaklarının yönetiminde söz sahibi olmaktadır. Bu hukuk kuralları yerel ve alt havzalarda uygulanmaktadır.

ABD'de ise büyük havzaların planlamasında ulusal mevzuat ve eyalet mevzuatı birlikte ele alınmaktadır. Proje öncelikle ulusal mevzuat çerçevesinde değerlendirilmekte, daha sonra eyalet kuralları uygulanmaktadır.

Gelişmiş ülkeler uluslararası hukuk kurallarından doğan yükümlülüklerine bağlı kalmaktadır.

Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde taraf olduğumuz uluslararası anlaşmalar ve Su Çerçeve Direktifi'nin önem taşıdığı görülmektedir. Diğer su kaynakları yönetimi konusunda havza yönetim anlayışına uygun mevzuat yapısının olmaması sorunun temelini oluşturmaktadır. Kurumlar iç hukuktan doğan yetki ve sorumlulukları kapsamında aynı havzada farklı zamanlarda, farklı uygulamalar yapabilmektedir. Bu durumun çözülebilmesi ve dünya ile entegre olabilmek için mevzuat yapısında değişiklik ve yeniliklerin yapılması gerekmektedir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin iç olumsuzlukları nedeniyle uluslararası mevzuatlara uygun çalışmadıkları görülmektedir.

9.2 EROZYONUN İZLENMESİ VE MODELLENMESİ

Dünyada farklı alansal büyüklüklerde toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için ampirik, kavramsal ve fiziksel nitelikte birçok model geliştirilmiştir. Ancak bunların hepsi bütün bir havzanın erozyonunu değerlendirmek için uygun değildir. Özellikle eğim ölçeğindeki veya belirli bir eğim boyunca yapılan ölçümler ancak bir veya birkaç eğim kesiti için uygulanabilir ve tüm havza için erozyonu değerlendirmek ve izlemek amacıyla doğrudan alansal dağılımları yapılamamaktadır. Büyük alansal ölçeklerde (havza, bölge ve ülke ölçeklerinde) analizler ve yorumlamalar yapmak amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknolojilerinin uygulanmasındaki son gelişmeler,

bu gereksinimleri karşılamak için oldukça önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bölgesel ölçekte toprak kayıplarını hesaplamak için en çok bilinen ve yaygın bir şekilde uygulanan model ABD Tarım Bakanlığı tarafından geliştirilen ETKE ve bu eşitliğin yenilenen sürümü YETKE'dir.

Bölgesel veya daha büyük ölçeklerde niceliksel modeller uygulandığında, birçok sorun ortaya çıkabilmektedir. Bunların en önemlileri, veri değişkenliği, çok fazla model parametresinin olması, gerçekçi olmayan girdi ihtiyaçları, model varsayımlarının uygun olmayışı veya arazi koşullarını temsil etmeyen parametre değerleri ve doğrulama verilerinin eksikliği olarak sıralanabilir. Diğer bir sorun ölçek ile ilgilidir. Erozyon modellerinin çoğu parsel ölçeğinde geliştirilmiştir; yani toprak kayıplarının noktasal tahminlerini sağlamak üzere kurgulanmışlardır. Tek bir tarımsal arazideki toprak kayıplarını tahmin etmek amacıyla tasarlanan bir modelin, 50 m veya daha büyük pikseli bir grid ölçeğindeki bir bölgeye uygulandığında, doğru erozyon tahminlerini üretmesi beklenilemez. Hangi erozyon süreçlerinin modellendiğinin bilinmesi önemlidir. ETKE sadece parmak ve parmaklar-arası erozyonu (parçalanma ve yüzey erozyonu) tahmin etmek için geliştirilmiş olduğundan, oyuntu erozyonu ve toprak kayması gibi kütle hareketlerinin yoğun olduğu yerlerde iyi sonuçlar verecek şekilde kullanılması beklenilemez.

Bölgesel veya ülkesel ölçekte, model girdi parametrelerinin (toprak ve bitki parametrelerinin) doğrudan arazide belirlenmesi genelde pek mümkün değildir; model parametreleri, toprak ve bitki haritalama birimlerine sayısal değerlerin verilmesi veya bitki örtüsü ve bazı uydu kökenli spektral indisler arasındaki regresyon aracılığıyla yaklaşık olarak belirlenebilmektedir. Sonuç olarak, arazi çalışmalarından elde edilen parametre değerlerine göre çok daha az güvenilir değerler ortaya koymaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, model bulgularının, doğru ve mutlak erozyon oranlarını sağlamaktan daha çok, göreceli farklılıkların genel bir desenine veya yayılımına geniş bir bakış oluşturduğu bilinmelidir.

Bölgesel ölçekte toprak erozyonu tehlikesi düşünüldüğünde, girdi verilerinin elverişli olması önemli bir seçim ölçütüdür. Avrupa'da kıtasal ölçekte toprak erozyon tehlikesini değerlendirmek için farklı ölçeklerde uygulanabilen ve daha az veri gereksinimi olan (Y)ETKE modeli tercih edilmiştir. (Y)ETKE, ABD'de erozyon parsellerindeki toprak kaybı oranlarının regresyon analizlerine dayandırılmış basit bir ampirik modeldir. Model tarım arazilerinde uzun dönem erozyon oranlarını hesaplamak amacıyla tasarlanmıştır. (Y)ETKE'nin birçok eksikliği ve kısıtları olmasına karşın, göreceli basitliği ve yapısal tutarlılığı yüzünden yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sonuçta, CBS ortamında belirlenen (Y)ETKE metodolojisinin değişkenleri kullanılarak bir araya getirilmiş ve Avrupa gerçek toprak erozyonu tehlikesi haritası oluşturulmuştur. Proje, Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (ETKE) ile Avrupa'da ülkesel olarak mevcut sayısal veritabanları ve CBS yöntemleri kullanılarak toprak erozyon tehlikesi ortaya çıkarılmıştır. Sonuç haritalar, bölgesel veya havza bazında yapılacak daha detaylı erozyon araştırmalarının planlanmasında kullanılabileceği gibi, toprak ve su koruma çalışmalarının yapılmasında da yardımcı olabilecektir. Çalışmanın önemi, erozyon tehlikesi hesaplarının Avrupa geneli için standardize-edilmiş, uyumlaştırılmış veri kümelerine dayandırılmasındadır.

ETKE/YETKE kullanılarak T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından ulusal ölçekte erozyon tehlikesi haritaları oluşturulmuştur. Avrupa kıtası için yapılan projede kullanılan yöntem ile aynı yöntem kullanılarak hazırlanan bu veritabanı ile Avrupa Erozyon Tehlikesi Haritası arasında, ölçek ve (Y)ETKE parametrelerini belirleme metodolojileri açısından önemli farklılıklar mevcuttur. Bunlar:

1. Gerçek ve potansiyel Türkiye Erozyon Tehlikesi Haritaları, ulusal ölçekte bir değerlendirmeye imkân vermekle beraber, büyük akarsu havzaları, alt-havzalar ve mikro havzalar ölçeğinde hesaplamalar yapılmasına da fırsat tanımaktadır. Veritabanında en küçüğü 1,1 ha büyüklüğünde olan 14.608 adet mikro havzada (Y)ETKE modeli ile tahmin edilen **niceliksel toprak kayıpları** (ton ha⁻¹ yıl⁻¹) mevcuttur.
2. Niceliksel toprak kayıpları, toprak oluşum hızı ile orantılı bir şekilde izin verilebilir toprak kayıplarını göz önünde bulundurarak bitki deseninde yapılabilecek değişimleri ve uygulanacak tarım ve koruma tekniklerini ortaya koyduğundan, hazırlanan sayısal haritaların, bu alanda yaygın bir şekilde kullanılma potansiyeli vardır. Belirli bölge/havza ve iklim koşulları altında, farklı bitki desenleri ve tarım teknikleri senaryoları ile toprak kayıpları tahminlerinin proje çıktıları ile kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.
3. Türkiye Erozyon Tehlikesi Veritabanı'nda mikro havza bazında "**sediman iletim oranları**" da belirlenerek, niceliksel olarak hesaplanan gerçek erozyon miktarlarının ne kadarının ilgili havzanın açtığı akarsulara ulaştığı da hesaplanmıştır. (Y)ETKE modeli ile mikro havza büyüklükleri göz önünde tutularak belirlenen sediman iletim oranı yaklaşımı ile birlikte CBS ortamında analiz edilerek, her bir havzaya ait potansiyel erozyon haritası, gerçek erozyon haritası ve akarsulara ulaşan sediman miktarlarını gösterir haritalama yüzeyleri geliştirilmiştir.
4. Avrupa Toprak Erozyon Tehlikesi sonuçlarının, havza ölçeklerinde tahminler için elverişli olmadığından, uygun bir şekilde doğrulanmasının mümkün değildir. Türkiye Toprak Erozyon Tehlikesi sonuçlarının doğrulamaları, alt havzalar bazında, "Sediman İletim Oranları" belirlenmesi ile hesaplanan akarsu sistemlerine ulaşan sediman miktarları ile E.İ.E.İ. tarafından belirli istasyonlar için resmi olarak verilen sediman miktarlarının karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Bu çalışmaların mikro havza ölçeğinde yaygınlaştırılması ile veritabanı güncellenebilir durumdadır; belirli mikro havza çıkışlarına kurulacak sediman istasyonları ile denklem sonuçlarının geçerliliği test edilebilecektir.
5. Çıkış ağzlarında baraj göllerinin bulunduğu alt havzalardaki hesaplamalarda, üst havzalardan gelebilecek sedimanların baraj su toplama havzasında tutulduğu kabul edilmiş ve aşağı havzaya sediman geçişi olmadığı varsayılmıştır. Yani DSİ tarafından resmi olarak verilen baraj havzalarının alansal büyüklükleri **(Y)ETKE-P** etmenini belirlemede kullanılmıştır. Bu alt havzalarda (Y)ETKE-P ≠ 1 olarak alınmıştır. Avrupa Toprak Erozyon Tehlikesi hesaplamalarında ise bu hesaplamaların etkisi kullanılmamıştır.
6. (Y)ETKE yöntemi kullanılarak "Türkiye Genelinde Sediment Modelinin Geliştirilmesi ve Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması Projesi"nde, **(Y)ETKE-R** etmeni yüzeyi, yağış istasyonları bazında noktasal olarak elde edilen değerler kullanılarak jeo-istatistiksel yöntemler ile oluşturulmuştur. Türkiye genelinde 253 yağış istasyonunda noktasal olarak saptanan uzun yıllık ortalama (1993-2007) R değişkeni değerleri (MJ mm ha⁻¹ saat⁻¹ yıl⁻¹), jeo-istatistik yöntemleri ile CBS ortamında konumsal dağılımları en uygun kestirim (kriging) modeli ile temsil edilmiştir. Yine Avrupa toprak erozyonu değerlendirme sistemi (Y)ETKE-R etmeni hesaplamaları ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de mevcut iklim istasyonları için doğrudan yağış şiddeti ve enerji hesaplamalarının olduğu, herhangi bir regresyon eşitliğine bağlı olmadığı görülecektir.

7. Hesaplamalara temel oluşturan iklim istasyonu sayısının, ülke büyüklüğüne kıyasla oldukça az olması, (Y)ETKE-R etmeninin haritalanmasında önemli bir kısıtlamadır. Uzun dönemde farklı iklimsel koşullara sahip bölgelerde kurulacak yeni iklim istasyonları ile var olan veritabanının desteklenmesi eşitliğin güvenilirliği, geçerliliği ve uygulanabilirliğini yükseltecektir. (Y)ETKE-R etmeninin hesaplanmasında ancak uzun dönemli veriler kullanılabilirdiği için yeni istasyonlardan elde edilecek verilerden kısa dönemde fayda beklenmemelidir. Sınırlı veri kümesinin ülke geneli üzerinde daha iyi temsil edilmesini sağlayacak analitik yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.
8. Türkiye projesinde toprakların erozyona göstermiş olduğu duyarlılıkları belirlemek amacıyla Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı kullanılmıştır. Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı içinde daha detaylı toprak verilerine (özellikle toprak derinliği, taşlılık ve üst toprak bünyesi ile organik madde verilerine) ihtiyaç vardır.
9. Avrupa projesinde (Y)ETKE-C yüzeyinin elde edilmesinde, haritalama yüzeyi yıllık NDVI görüntülerden gelişigüzel bir sınıflandırma işlemi kullanılarak hesap edilmiştir ve bulunan değerler bir şekilde CORINE arazi örtüsü veritabanındaki orman ve otlak-mera sınıfları ile kalibre edilmeye çalışılmıştır. Türkiye projesinde ise, “Arazi İzleme Sistemi” kapsamında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı CBS Şube Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen CORINE 2006 veritabanı, (Y)ETKE-C yüzeyinin elde edilmesinde doğrudan kullanılmıştır. Orman alanlarının bitkisel örtü ve ürün yönetimi (Y)ETKE-C değerleri, hâlihazırdaki meşcere haritalarındaki kapalılık verileri kullanılarak ve kendi içlerinde ara değer hesabı ile yeniden belirlenmiştir. İki projede de mevsimsel etkiler dikkate alınmadığından ve ortalama yıllık değerler kullanıldığından (Y)ETKE-C değerleri ancak kaba tahminlerdir. Yıl içerisinde farklı zamanlarda elde edilecek uydu görüntüleri ile bitkisel örtü çok daha iyi bir şekilde temsil edilebilir. CORINE kodlarının arazi denemeleri ile düzenlenmesi ve doğrulanması, (Y)ETKE-C yüzeyinde önemli iyileştirmeleri de sağlayacaktır.
10. İki projede de (Y)ETKE-LS değişkeninin belirlenmesinde aynı yöntem kullanılmıştır: “Sayısal Yükseklik Modeli” (SYM) ve Arcview 3.2 “Hidrolojik Akım Birikimi” hesaplama yeteneğiyle haritalar elde edilmiştir. En önemli farklılık kullanılan SYM’lerin farklı ölçeklerde olmasıdır. Türkiye projesinde 1:25.000 ölçekli Sayısal Yükselti Modelinin kullanılmış olması, Türkiye projesinde elde edilen sonuçların daha güvenilir olmasını sağlamıştır.

9.3 HAVZA İZLEME SİSTEMİNDE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ

Rapor kapsamı içerisinde doğal kaynaklara ve doğal süreçlere ilişkin zamansal değişimlerin ortaya çıkarılmasına yönelik sayısal görüntü analizleri öncelikle 4 alt başlıkta değerlendirilmiştir. Bunlar, (1) ilgili zamansal değişimin tanımlanması, (2) uzaktan algılama verisinin alınmasına ilişkin yıl içerisindeki dönem ve değerlendirilecek zaman aralığı, (3) geometrik ve radyometrik düzeltmeleri kapsayan görüntü ön işlemleri ve (4) değişim saptama yordamları olarak sıralanabilir. Buna göre;

- i. Söz konusu proje kapsamında havza içerisinde ilgili zaman aralığında izlenmesi istenilen değişimin açık olarak tanımlanması gerekmektedir.

- ii. Diğer taraftan, görüntü alımlarına ilişkin ilgili algılayıcıların zamansal çözünürlüklerinin sınırlamaları bir kenara bırakılırsa, yıl içerisindeki görüntü alım tarihleri doğrudan izlenmesi istenilen değişimin tanımına bağlıdır.
- iii. Değerlendirilen görüntü ön işlemleri açısından, proje kapsamında çalışılacak görüntülerin her ne kadar temini sırasında halihazır olarak alınıyor olsa da, değişim saptama analizleri için kesinlikle geometrik ve radyometrik düzeltmeler gerçekleştirilmelidir.
- iv. Değişim saptama analiz tekniği açısından özellikle veri altyapısı içerisinde mevcut olduğu bilinen tarihsel amenajman planlarının dikkate alınması durumunda uygulanabilecek en efektif yöntemin sınıflandırma sonrası değişim saptama tekniği olduğu düşünülmektedir. Hiç şüphesiz bu önerme doğrudan amenajman planlarının varlığı dikkate alınarak yapılmaktadır. Diğer taraftan havza içerisinde izlenmesi muhtemel diğer doğal kaynaklar ve doğal süreçlere bağlı olarak söz konusu önerme yeniden gözden geçirilebilir.

Yine rapor kapsamında doğal kaynakların ve doğal süreçlerin zamansal değişimine yönelik güncel literatürde yer yuvarının farklı ekolojik özelliklere sahip bölgelerinde gerçekleştirilmiş uluslararası çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda değerlendirilen uluslararası güncel örnek çalışmalar içerisinde özellikle sınıflandırma sonrası değişim saptama tekniğinin başarılı bir şekilde uygulanabildiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, yine sınıflandırma çalışmaları içerisinde yüksek yersel doğrulukların sağlanabildiği veri madenciliği uygulamaları dikkat çekmektedir. Diğer taraftan yukarıda ayrıca sözü edildiği üzere havza içerisinde izlenecek doğal kaynakların ve doğal süreçlerin öncelikli olarak tanımının yapılması ve mevcut uzaktan algılama tekniklerinin buna göre tekrar gözden geçirilmesi gerekecektir. Örneğin, çalışma kapsamında incelenen Batı Afrika'da Senegal Nehir Vadisi içerisinde gerçekleştirilen çalışmada [Ref 123] taşkın afetinin izlenmesine yönelik uygulamalarda karşılaşılan en önemli problemin ilgili uzaktan algılayıcıların zamansal çözünürlüklerinin oluşturduğu açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Buna karşılık, zamansal çözünürlük problemini aşmaya çalıştığımız durumda ise ya mekânsal çözünürlük açısından ya da yüksek ekonomik maliyetler açısından problemler yaşanacaktır. Çok zamanlı görüntülerin gerek mekânsal çözünürlük gerekse zamansal çözünürlük problemleri havza içerisinde izlenmesi muhtemel kütle hareketleri için de geçerlidir. Bu durumda söz konusu fizibilite projesi kapsamında ileriki dönemlerde, izlenecek doğal kaynakların ve doğal süreçlerin tanımlanmasına müteakip uzaktan algılama çalışmalarına yönelik ayrıntılı maliyet analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Sayısal görüntü sınıflandırması yöntemiyle arazi kullanım veya arazi örtü haritalarının elde edilmesi, erozyon ve heyelan alanlarının belirlenmesi ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar ortak özellikleri gereğince genel olarak değerlendirildiğinde, birinci olarak çalışma amacına ve çalışmadan elde edilmek istenen detaya uygun uydu görüntüsü seçimidir. Uydu görüntüsünün seçimi sırasında incelenmek veya izlenmek istenen süreçlerin (erozyon, taşkın, heyelan gibi) veya arazi nesnelerin (arazi örtüsü/kullanımı) ne olduğunun da net biçimde ortaya konması durumunda, en fazla bilginin elde edilmesine imkân tanıyacak görüntünün seçilmesine yardımcı olacaktır. Bu seçimde, bölgesel veya ülke ölçeğinde yapılacak çalışmalarda daha çok orta mekânsal çözünürlüklü (Landsat, Aster, Spot, vb.) veya düşük mekânsal çözünürlüklü (NOAA, MODIS, AVHRR, vb.) görüntülerin tercih edildiği görülmektedir. Havza bazında ya da daha düşük arazi biriminde (mikro-havza, parsel, vb.) yapılan çalışmalarda ise yine orta mekânsal çözünürlüklü veya yüksek mekânsal çözünürlüklü (IKONOS, Quickbird,



WorldView, vb.) görüntülerin tercih edildiği görülecektir. Uygun uydu görüntüsü seçiminden sonra seçilen görüntüden en fazla bilginin çıkartılmasına imkân tanıyacak uygun bir sınıflandırma yöntemi seçimi ve bu sınıflandırma işleminde kullanılacak uygun eğitim sınıflarının belirlenmesi gelmektedir. Eğitim sınıflarının belirlenmesi aşamasında, amaca uygun olarak kaç tematik sınıfın (Örn: ormanlık alan, sulak alan, yerleşim, vb.) elde edilecek olduğunun tespiti de sınıflandırma başarısını ve sonucu önemli derecede etkilemektedir. Sınıflandırma tamamlandıktan sonra üretilen sınıflandırılmış haritanın ne kadar doğrulukta elde edildiği ve kestirim performansının ne olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Bu aşamada, şayet arazide doğrudan bir haritalama ile üretilen ve yersel doğrulama yapma imkânı tanıyan veri varsa karşılaştırma yapmak suretiyle üretilen ve tahmin edilen arasında doğruluk ve performans değerlendirmesi yapılması o derece sağlıklı olmaktadır. Şayet böyle bir referans veri yoksa bu durumda, sınıflandırmada kullanılan yazılım üzerinden eğitim verisi kullanılarak bir doğruluk değerlendirmesi yapılması da mümkündür. Bunun yanı sıra, özellikle bitki örtüsü ve arazi örtüsü ile ilgili sayısal görüntü sınıflandırmalarında, salt bir sayısal görüntü işleme ve sınıflandırma sürecinin maksimum fayda sağlayacak bir sonuç elde edilmesine imkân tanımadığı, bunun için sınıflandırmada topoğrafya türevi verilerinin de (yamaç eğimi, yamaç yönelimi, vb.) sayısal uydu görüntüsü verisine yardımcı veri olarak sınıflandırma sürecine katılması gerektiği sonucu da ortaya çıkmaktadır. Sözü edilen bu işlem ile sınıflandırma doğruluk oranlarının da dikkate değer biçimde artmış olduğu görülmüştür.

