



Bu Program Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GIDA GÜVENLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KIRSAL TOPLUMLARIN DAYANIKLILIĞININ ARTIRILMASI PROJESİ

BEYŞEHİR GÖLÜ SU HAVZASI KIRSAL TOPLUM DAYANIKLILIK PLANI

NİSAN 2026





ACLIFS



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Yayın Sorumluluğu

Bu rapor, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali desteği ile "İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı (CCAGP)" kapsamında yürütülen "ACLIFS - İklim Değişikliğinin Gıda Güvenliği zerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Kırsal Toplulukların Dayanıklılığının Artırılması" başlıklı proje kapsamında hazırlanmıştır. Hibe programının teknik uygulamasının koordinasyonundan Çevre, şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇşİDB) İklim Değişikliği Başkanlığı sorumludur ve ÇşİDB Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi hibe programının Sözleşme Makamı'dır. Yayının içeriği tamamen TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi sorumluluğundadır. Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmayabilir.



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKİLM DEĞİşİKLİĞİ
BAşKANLIĞI



ACLIFS



TÜBİTAK
MAM



İSPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ



EGE ÜNİVERSİTESİ



İ.Ç. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
1453

İT



PROJE EKİBİ

Proje Koordinatörü

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi

Dr. Tuğba DOĞAN GÜZEL
Proje Koordinatörü

Dr. Ece Gizem ÇAKMAK
Proje Asistanı

Dr. Deniz SARI
Proje Asistanı

Doç. Dr. Haldun KARAN
Fatih Kemal DİNÇER
Mithat Sinan BİNİCİ
Ömer Visali SARIKAYA
Aslı Süha DÖNERTAŞ

Dr. Ayşegül AVİNAL
Enes Furkan SANCAK
Doç. Dr. Nesimi ÖZKURT
Dr. Melike Neşe TEZEL OĞUZ
Tekin YILDIRIM

Proje Eş Faydalanıcıları

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞİT
Prof. Dr. Mert DEDEOĞLU
Doç. Dr. Sinan DEMİR
Dr. Fuat KAYA

Ege Üniversitesi

Prof. Dr. M. Tolga ESETLİLİ
Prof. Dr. Yusuf KURUCU
Doç. Dr. Bihter ÇOLAK ESETLİLİ
Öğr. Gör. İbrahim DOĞRU
Araş. Gör. Edanur FIRAT

İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Bekir KAYACAN
Prof. Dr. Ali ERTÜRK
Doç. Dr. Cenk Gökçe ADAŞ
Doç. Dr. Gökhan ÖVENÇ
Doç. Dr. Ferda KARAGÖZ ÖZENÇ
Dr. Cenk GÜREVİN
Dr. Sezgi ERDOĞAN
Dr. Gülşah KOCAKAYA
Araş. Gör. Gökçin VURAL
Muhammet Aydın KALELİ
İdil SALİHOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yurdanur ÜNAL
Dr. Cemre SONUÇ
Araş. Gör. İbrahim AKBAYIR
Burkay KEŞKE

Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi

Dr. Nejat ÖZDEN
Dr. Yunus Emre TERZİ

Meyvecilik Araştırma Enstitüsü

Dr. Bahar TÜRKELİ ULUMAN
Gıda Yük. Müh. Serkan GÜLGÜN
Zir. Yük. Müh. Mesut ALTINDAL
Damla COŞKUN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	3
1. GİRİŞ	5
2. ÇALIŞMA ALANI: BEYŞEHİR GÖLÜ SU HAVZASI	9
3. MEVCUT DURUM ANALİZİ	11
3.1. İklim Özellikleri.....	11
3.2. Su Kaynakları.....	11
3.3. Tarım Sektörü Profili.....	12
3.4. Sosyoekonomik Yapı.....	13
4. İKLİM PROJEKSİYONLARI	15
4.1. Sıcaklık ve Yağış Değişimleri.....	16
4.2. İklim Endekslerindeki Değişim.....	20
5. GELECEKTEKİ SU MEVCUDİYETİ	27
5.1. Su Potansiyeli Projeksiyonları.....	29
5.2. Tuzluluk Değişimleri.....	32
6. TARIMSAL ETKİ ANALİZİ	35
6.1. İklim Parametreleri ve İklim Endekslerinin Mekânsal Analizi.....	35
6.2. Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkiler.....	39
6.3. Hayvancılık Üzerindeki Etkiler.....	44
7. SOSYO-EKONOMİK KIRILGANLIK	51
7.1. Havzanın Sosyo-Ekonomik Mevcut Durumu ve Çiftçi Profili.....	52
7.2. İklim Değişikliği Algısı ve Tarımsal Pratiklere Yansımaları.....	56
7.3. Kırılganlık Dinamikleri ve Ekonometrik Projeksiyonlar.....	61
7.4. Nihai Değerlendirme ve Stratejik Öneriler.....	63
8. PAYDAŞ KATILIMI	65
9. SÜRDÜRÜLEBİLİR UYUM STRATEJİLERİ	71

9.1.	Mevcut Uyum Politikaları, Stratejiler ve Yasal Çerçeve	71
9.2.	İklim Değişikliğine Uyum Önlemleri	73
9.3.	Uyum Önlemlerinin Önceliklendirilmesi	91
9.4.	Sonuç ve Stratejik Yol Haritası	94
10.	UYGULAMA ÇERÇEVESİ.....	97
	KAYNAKLAR.....	101

ÖZET

Bu çalışma, Beyşehir Gölü Su Havzası'nda iklim değişikliğinin tarım, su kaynakları ve kırsal topluluklar üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmek ve havzanın iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırmaya yönelik stratejiler geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışma kapsamında yüksek çözünürlüklü iklim projeksiyonları, hidrolojik modelleme sonuçları, tarımsal üretim verileri ve sosyoekonomik analizler birlikte ele alınmıştır. SSP3-7.0 senaryosu altında gerçekleştirilen projeksiyonlar, havzada özellikle orta ve uzun vadede belirgin sıcaklık artışları ve yağışlarda azalma eğilimi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, evapotranspirasyonun artmasına, toprak neminin azalmasına ve su kaynakları üzerindeki baskının giderek artmasına neden olmaktadır.

Hidrolojik modelleme sonuçları, havzada su potansiyelinin hem mekânsal olarak dengesiz dağıldığını hem de gelecekte önemli ölçüde azalacağını göstermektedir. Artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar nedeniyle yüzey akışı, yeraltı suyu beslenimi ve toplam su potansiyelinde ciddi düşüşler öngörülmektedir. Bu süreç, Beyşehir Gölü'nün su bütçesini doğrudan etkileyerek sulama suyu güvenilirliğini zayıflatmaktadır. Buna paralel olarak tuzluluk seviyelerinde belirgin artışlar beklenmekte olup, bu durum uzun vadede toprak verimliliği ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli bir risk oluşturmaktadır.

Tarımsal üretim açısından değerlendirildiğinde, havzanın geniş alanlı ve büyük ölçüde tahıl üretimine dayalı yapısı, iklim değişikliğine karşı yüksek bir duyarlılık göstermektedir. Artan sıcaklıklar, büyüme dönemlerini değiştirerek özellikle buğday ve arpa gibi ürünlerde verim kayıplarına yol açarken, artan su ihtiyacı ve azalan su arzı üretim üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Hayvancılık sektöründe ise yem üretimi ile su kaynakları arasındaki dengenin bozulması, özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık faaliyetleri üzerinde ilave stres yaratmaktadır.

Sosyoekonomik analizler, havzadaki üreticilerin iklim değişikliğine ilişkin farkındalığının arttığını, ancak uyum kapasitesinin finansal kısıtlar, sınırlı altyapı ve düşük eğitim düzeyi nedeniyle önemli ölçüde sınırlı olduğunu göstermektedir. Düşük gelir düzeyi ve borçluluk oranlarının artması, üreticilerin iklim risklerine karşı kırılganlığını artırmaktadır.

Bu bulgular doğrultusunda geliştirilen Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı; su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, iklim koşullarına uygun ürün desenine geçiş, su verimliliğinin artırılması, mera temelli üretim sistemlerinin güçlendirilmesi ve tarımsal üretimde çeşitliliğin artırılması gibi temel stratejilere dayanmaktadır. Ayrıca, yerel kapasitenin güçlendirilmesi, çiftçi farkındalığının artırılması ve kurumsal koordinasyonun geliştirilmesi öncelikli müdahale alanları olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Beyşehir Gölü Havzası'nda iklim değişikliğine uyum, yalnızca teknik önlemlerle sınırlı kalmayıp; su, tarım ve sosyoekonomik sistemlerin birlikte ele alındığı entegre bir planlama yaklaşımını gerektirmektedir. Bu alışma, havza ölçeğinde sürdürülebilir üretimin sağlanması ve kırsal toplulukların uzun vadeli dayanıklılığının artırılması için stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

Bu kapsamda sunulan uyum önlemleri; önem derecesi, aciliyeti, uygulanabilirlik ve performans göstergeleri gibi teknik detaylarla yapılandırılarak karar destek mekanizmalarına somut bir altlık oluşturmak üzere öneri niteliğinde ortaya konulmuştur. Çalışmanın metodolojik çerçevesi ve proje partnerlerinin rolü gereği, bu öneriler kesin bir uygulama takvimi veya bağlayıcı bir aksiyon planı olmaktan ziyade, stratejik bir rehber ve veri temelli bir yol haritası işlevi görmektedir. Raporda tanımlanan eylem ve göstergelerin operasyonel süreçlere dönüştürülmesi; ilgili kamu kurumlarının liderliğinde, yasal yetki alanları çerçevesinde ve kurumlar arası eşgüdümle şekillenecek nihai uygulama planlarının konusudur.

1. GİRİŞ

İklim değışikliği, tarımsal üretim sistemleri üzerinde çok boyutlu ve giderek derinleşen etkiler yaratan küresel bir çevre sorunu olarak öne çıkmaktadır. Sıcaklık artışı, yağış rejimindeki değışimler ve ekstrem hava olaylarının sıklık ve şiddetindeki artış, tarımsal üretimi doğrudan etkileyerek verim, kalite, üretim sürekliliği ve gıda güvenliği üzerinde belirleyici olmaktadır. Tarımsal üretimin büyük ölçüde iklim koşullarına bağımlı olması, iklim değışikliğini bu sektör açısından yalnızca çevresel bir mesele olmaktan çıkarmakta; aynı zamanda ekonomik, sosyal ve stratejik sonuçlar doğuran temel bir risk alanına dönüştürmektedir. Son yıllarda sıcak hava dalgaları, uzun süreli kuraklık dönemleri, düzensiz yağışlar, şiddetli fırtınalar, dolu ve sel olayları giderek daha sık ve daha yıkıcı biçimde görülmekte; bu durum özellikle tarımsal üretim, hayvancılık, su kaynakları yönetimi ve kırsal yaşam üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Bitki gelişim dönemlerinde meydana gelen değışimler, rekolte kayıpları, toprak ve hayvan sağlığı üzerindeki etkiler, mera alanlarının taşıma kapasitesindeki azalma ve yem bitkileri üretimindeki düşüş gibi sonuçlar, iklim değışikliğinin tarım ve hayvancılık sistemleri üzerindeki etkilerinin artık geleceğe ait bir öngörü değil, güncel ve somut bir gerçeklik olduğunu göstermektedir.

İklim değışikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri, özellikle havza ölçeğinde ele alındığında, yalnızca iklim parametrelerindeki değışimlerle sınırlı kalmamakta; su kaynakları, toprak özellikleri, arazi kullanımı, üretim desenleri ve sosyoekonomik yapı ile etkileşim içinde şekillenmektedir. Bu nedenle tarım sektörünün iklim değışikliğine karşı kırılganlığının değerlendirilmesi, yalnızca sıcaklık ve yağış değışimlerinin ya da iklim ekstremlerinin analiz edilmesiyle yeterli olmamakta; hidrolojik süreçlerin, tarımsal alanların mekânsal dağılımının, üretim sistemlerinin özelliklerinin ve kırsal toplulukların uyum kapasitesinin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, havza bazlı planlama ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü iklim değışikliği etkileri, her havzada aynı biçimde ortaya çıkmamakta; havzanın topoğrafik yapısı, su potansiyeli, ürün deseni ve üretim yapısı bu etkilerin niteliğini ve şiddetini belirlemektedir.

Bu çerçevede Beyşehir Gölü Su Havzası, Göller Yöresi'nde iklim değışikliğine karşı en hassas tarımsal alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Havza; Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nün sunduğu sulama imkânları, tahıl ile endüstri bitkileri (şeker pancarı vb.) ağırlıklı tarımsal üretim yapısı ve geniş mera alanları ile hem ekonomik hem de stratejik açıdan önemli bir üretim alanıdır. Ancak bu üretim yapısı aynı zamanda göl su rezervlerine olan yüksek bağımlılık, sıcaklık artışlarına duyarlılık ve şiddetlenen kuraklıkların tarımsal verim üzerindeki baskısı nedeniyle iklim değışikliğine karşı önemli bir kırılganlık da taşımaktadır. Havza için derlenen veriler, iklim değışikliğinin artık uzak bir çevresel tehdit olarak değerlendirilemeyeceğini; giderek artan sıcaklıklar, düşen göl su seviyeleriyle azalan su

güvenilirliği, büyüyen sulama açıkları ve değişen yağış rejiminin kırsal ekonomiyi yeniden şekillendirmeye başladığını göstermektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin havzada dönemsel bir risk olmaktan çıkarak üretim sistemi üzerinde yapısal ve kalıcı etkiler oluşturmaya başladığına işaret etmektedir.

Bu plan, İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı (CCAGP) kapsamında desteklenen ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi koordinatörlüğünde yürütülen “*ACLIFS – İklim Değişikliğinin Gıda Güvenliği Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Kırsal Toplulukların Dayanıklılığının Artırılması*” projesi çerçevesinde hazırlanmıştır. İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı (CCAGP), iklim değişikliğine uyum projelerinin Türkiye'de yerel ve bölgesel seviyede uygulanmasını desteklemek için tasarlanmıştır. CCAGP, toplulukların dirençliliğini artırmayı, doğal kaynaklar ile ekosistemi korumayı ve etkilenebilir sosyal grupların yanı sıra şehirlerin ve ekonomik sektörlerin uyum kapasitesini geliştirmeyi hedeflemektedir. Programın, Nihai Faydalanıcısı, Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), İklim Değişikliği Başkanlığı olup, ÇŞİDB Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Yatırımları Daire Başkanlığı'nın Hibe Programının Sözleşme Makamıdır. 13.12.2023 tarihinde imzalanan sözleşme ile yürürlüğe giren ACLIFS Projesi'nin eş faydalanıcıları Isparta Uygulamaları Bilimler Üniversitesi, Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi ve Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'dür. Proje ile iklim değişikliğinin sosyo-ekonomik sonuçları da dahil olmak üzere seçilen üç havzada (Küçük Menderes Havzası ve Eğirdir-Karacaören ve Beyşehir Gölleri Havzaları) tarım ve hayvancılık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum seçeneklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda söz konusu havzalarda beklenen iklim değişikliğinin modellenmesi, su rezervlerinde öngörülen değişimlerin tahmin edilmesi, yeni iklim koşullarının tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, üretim deseninin modellenmesi ve sosyoekonomik etkilerin belirlenmesine yönelik kapsamlı çalışmalar yürütülmüştür.

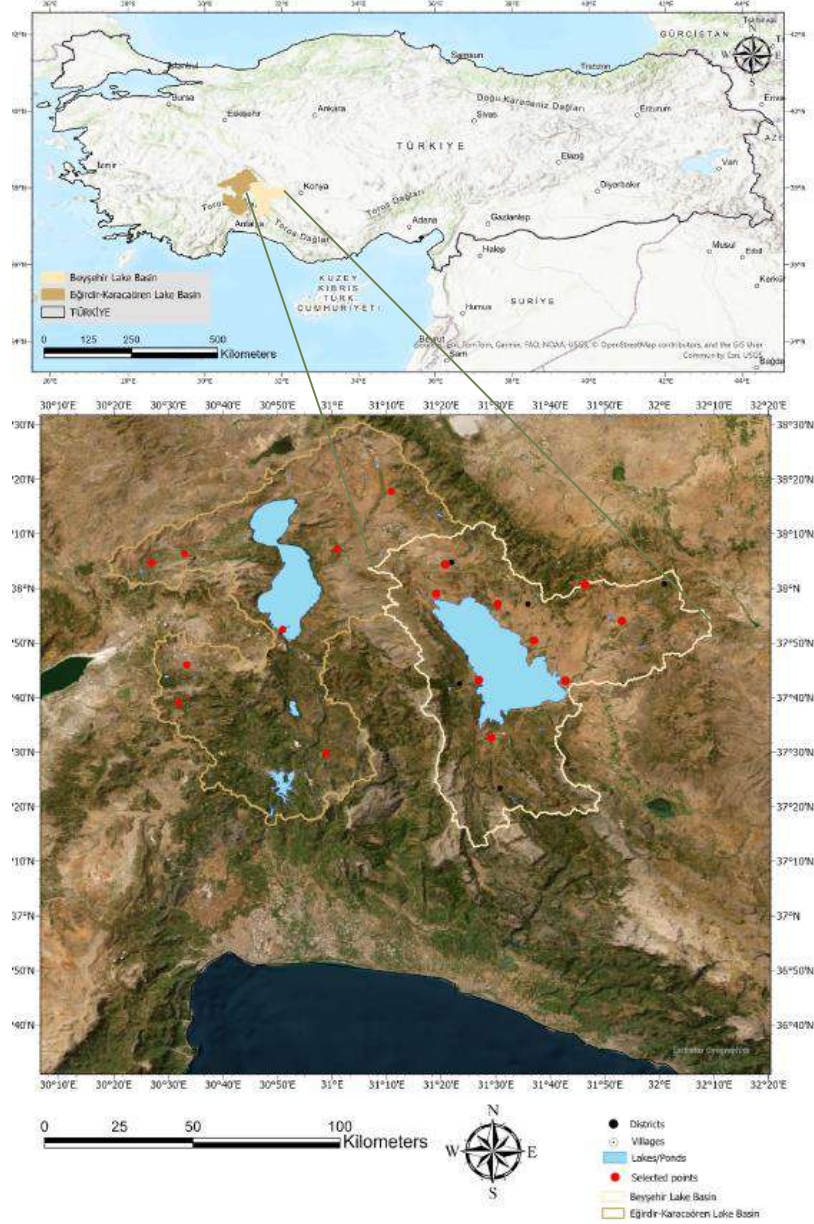
Beyşehir Gölü Su Havzası için hazırlanan bu Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı, söz konusu proje kapsamında üretilen bilimsel ve teknik bulguları, havza ölçeğinde karar alma süreçlerini destekleyecek bütüncül bir çerçeveye dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Bu yönüyle plan, yalnızca iklim değişikliğinin etkilerini tanımlayan bir değerlendirme raporu olmanın ötesine geçmekte; iklim projeksiyonları ile su potansiyeli, tarımsal üretim performansı, kırsal geçim kaynakları ve kurumsal müdahale kapasitesi arasındaki ilişkileri havzaya özgü bir yaklaşımla bir araya getirmektedir. Planın temel amacı, gelecekte havzada sıcaklık, yağış ve kuraklık koşullarında beklenen değişimlerin su kaynakları, tarımsal üretim ve kırsal topluluklar üzerindeki muhtemel etkilerini ortaya koymak; bu etkiler karşısında uygulanabilir uyum ve dirençlilik stratejilerini belirlemek ve yerel aktörler için yol gösterici bir çerçeve sunmaktır. Bu

kapsamda plan, çiftçiler, üretici örgütleri, yerel yönetimler ve ilgili kamu kurumları açısından uygulamaya yön verecek bir rehber niteliği taşımaktadır.

Raporun devamında, öncelikle havzanın mevcut çevresel, tarımsal ve sosyoekonomik özellikleri ortaya konulmakta; ardından bölgesel iklim modellemeleri ve su potansiyeline ilişkin değerlendirmeler sunulmaktadır. Bunu tarımsal üretim, ürün desenleri, hayvancılık sistemi ve iklim değişikliğinin sektör üzerindeki sosyo-ekonomik etkilerinin analizi izlemekte; sonrasında ise havza için geliştirilen uyum ve dirençlilik stratejileri ile uygulama çerçevesi ele alınmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI: BEYŞEHİR GÖLÜ SU HAVZASI

Beyşehir Gölü Havzası, yaklaşık 4.701 km² büyüklüğünde bir alanı kapsayan ve Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü çevresinde gelişmiş önemli bir tarım havzasıdır. Göller Yöresi'nde ağırlıklı olarak Konya (tarım alanlarının yaklaşık %69'u) ve Isparta illeri sınırları içerisinde yer almaktadır. Havza, geniş mera alanları ve göl merkezli hidrolojik yapısı ile bölgedeki tarımsal üretimin mekânsal ve ekonomik karakterini belirlemektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Beyşehir Gölü Havzası'nın konumu

Sahip olduğu sarp ve dağlık topoğrafyanın da etkisiyle, havza alanının yaklaşık 738 km²'si orman, 2.134 km²'si mera ve 992 km²'si tarım alanlarından oluşmaktadır. Dikili tarım arazileri (meyvelikler) ise Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'na kıyasla görece sınırlı olup yaklaşık 40 km²'lik bir yer kaplamaktadır.

Beyşehir Gölü Havzası'nın tarımsal üretim deseni çok güçlü bir şekilde hububat (tahıl) tarımına dayanmaktadır. Toplam tarım alanlarının %70,41'i tahıllardan oluşurken, bunu sırasıyla meyvecilik (%14,11), endüstri bitkileri (%13,29) ve sebzecilik (%2,19) takip etmektedir. Ürün bazında ise buğday (%33,53) ve arpa (%27,69) ilk sıralarda yer alırken, bunları mısır (%5,00) ve elma (%3,76) izlemektedir (TÜİK, 2024a)..

Havzada yaklaşık 482 km² sulanabilir alan bulunmasına rağmen, üretim yapısının geniş alanlı tahıl tarımına dayanması ve mera alanlarının ağırlığı, tarımsal faaliyetlerin önemli ölçüde iklim koşullarına bağlı olduğunu göstermektedir. Göl sistemi yerel ölçekte bir su kaynağı ve mikroklimatik denge unsuru oluşturmakla birlikte, yağış rejimindeki değişimler ve su seviyesindeki dalgalanmalar üretim üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Beyşehir Gölü Havzası; geniş alanlı tahıl üretimi, sınırlı ürün çeşitliliği ve iklim koşullarına doğrudan bağlı üretim yapısı ile, su ve iklim değişkenliğine karşı duyarlılığı yüksek bir tarımsal sistem olarak öne çıkmaktadır.

3. MEVCUT DURUM ANALİZİ

3.1. İklim Özellikleri

Beyşehir Gölü Havzası, Akdeniz kuşağında yer almasına rağmen yüksek rakımı ve kapalı havza yapısı nedeniyle karasal iklim etkilerinin daha sert hissedildiği bir ekolojiye sahiptir. Göl çevresinde daha ılıman ve dengeli bir iklim yapısı gözlenirken, iç kesimlerde ve yüksek alanlarda daha sert ve karasal iklim koşulları hâkimdir.

Sıcaklık Koşulları

Havza genelinde yıllık ortalama sıcaklık 10,8°C seviyelerinde olup, bu değerler yükseltiye bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Göl çevresinde sıcaklık dalgalanmaları daha sınırlı kalırken, iç kesimlerde yaz aylarında sıcaklık artışları daha belirgin hale gelmektedir.

Ekstrem sıcaklık göstergeleri incelendiğinde, maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı gün sayısı referans dönemde (1995-2014) güney ve doğu uçlarda 10-20 gün seviyesindeyken, göl çevresinde soğutucu etkiyle 10 günün altındadır. Don olaylı gün sayısı ise havza genelinde 30-60 gün bandında seyretmekte, göl kıyısındaki mikroklima alanlarında ise 10-30 güne düşmektedir. Meyvecilik (elma, kiraz vb.) için gerekli olan soğuklanma süresi havzanın tamamında fazlasıyla karşılanmaktadır.

Yağış ve Nem Rejimi

Maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı gün sayısı referans dönemde (1995-2014) güney ve doğu uçlarda 10-20 gün seviyesindeyken, göl çevresinde soğutucu etkiyle 10 günün altındadır. Don olaylı gün sayısı ise havza genelinde 30-60 gün bandında seyretmekte, göl kıyısındaki mikroklima alanlarında ise 10-30 güne düşmektedir. Meyvecilik (elma, kiraz vb.) için gerekli olan soğuklanma süresi (1500-2000 ünite) havzanın tamamında fazlasıyla karşılanmaktadır.

Havzada yağış rejimi büyük ölçüde kış ve ilkbahar aylarında yoğunlaşmakta, yaz aylarında ise belirgin bir kuraklık dönemi yaşanmaktadır. Yıllık ortalama yağış 413,8 mm civarında olup, bu miktar komşu havzalara kıyasla belirgin bir kuraklık ve suya bağımlılık yaratmaktadır.

Nispi nem koşulları, gölün etkisiyle havza içerisinde mekânsal farklılıklar göstermekte; göl çevresinde daha yüksek nem oranları gözlenirken, iç kesimlerde daha düşük nem değerleri hâkim olmaktadır. Bu durum, evapotranspirasyon süreçleri ve bitki su ihtiyacı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

3.2. Su Kaynakları

Beyşehir Gölü Havzası, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nü içermesi nedeniyle ülke ölçeğinde stratejik bir su kaynağına sahiptir. Göl, havzadaki tarımsal üretim ve ekosistem dengesi açısından temel belirleyici unsur konumundadır.

Sulama Altyapısı ve Kapasitesi

Havzada yüzey suyu kaynakları ağırlıklı olarak göl ve onu besleyen akarsular üzerinden şekillenmekte olup, sulama faaliyetleri bu kaynaklara dayanmaktadır. Beyşehir Gölü merkezli bu sistemde su tutma kapasitesine sahip 60 adet baraj ve gölet bulunmaktadır. 28 sulama sahasına hizmet veren 133 adet sulama kanalı bulunmakta olup, bu altyapı ile 484,48 km² tarım alanına su sağlanmaktadır.

Bununla birlikte, havzada geniş mera alanlarının bulunması ve üretimin önemli bir bölümünün yağışa bağlı sistemlere dayanması, su kaynaklarının mekânsal ve zamansal değişkenliğinin üretim üzerinde doğrudan etkili olmasına neden olmaktadır.

Göl su seviyesindeki dalgalanmalar ve yağış rejimindeki değişimler, su güvenilirliği açısından önemli bir risk unsuru oluşturmakta; özellikle kurak dönemlerde su arzındaki azalma tarımsal üretim üzerinde baskı yaratmaktadır. Bu durum, havzada su kaynakları ile üretim sistemi arasındaki ilişkinin hassas bir dengeye dayandığını göstermektedir.

Bitkisel ve Hayvansal Su Tüketimi

Havzadaki düşük yağış miktarı, sulama suyunun göl rezervlerinden karşılanmasını zorunlu kılmaktadır. Sulanabilir alanların %10,45'inde (5.066 ha) yonca ve %2,78'inde (1.348 ha) silajlık mısır ekimi yapılmaktadır. Bu yoğun yem bitkisi üretimi, göl su bütçesi üzerinde doğrudan baskı yaratmaktadır.

3.3. Tarım Sektörü Profili

Tarımsal Arazi Kullanımı ve Üretim Deseni

Beyşehir Gölü Havzası'nda tarımsal üretim, büyük ölçüde tahıl üretimine dayalı geniş alanlı bir yapı sergilemektedir. Toplam 4.701 km² alana sahip havzada 992 km² tarım alanı, 2.134 km² mera ve 738 km² ormanlık alan bulunmaktadır. Dikili tarım alanları (meyvelikler) yalnızca 40 km² ile oldukça sınırlıdır. Havzanın tarımsal omurgasını tahıllar (%70,41) oluşturmaktadır. Bunu endüstri bitkileri (%13,29), meyveler (%14,11) ve sebzeler (%2,19) izler. Ürün bazında buğday (%33,53) ve arpa (%27,69) ilk sıralarda yer alırken, bunu mısır (%5,00), fasulye (%4,92) ve yüksek su tüketen şeker pancarı (%2,78) takip etmektedir (TÜİK, 2024a).

Geniş mera alanlarının varlığı (yaklaşık 2.300 km²), havzada hayvancılık faaliyetlerinin de önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, bitkisel üretim ile hayvancılık faaliyetleri arasında dolaylı bir ilişki oluşturmakta ve yem üretimi üzerinden su ve arazi kullanımını etkilemektedir.

Havzadaki üretim yapısı, büyük ölçüde geniş alanlı ve düşük çeşitlilik içeren bir sistem üzerine kurulu olup, bu durum üretimin iklim koşullarına karşı daha doğrudan duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır.

Hayvancılık Profili

Havzada 2024 verilerine göre yaklaşık 86.399 büyükbaş (ağırlıklı kültür ve melez ırk) bulunmaktadır. Küçükbaş hayvancılık ise 201.363 yerli koyun ve 42.933 kıl keçisi olmak üzere toplamda yaklaşık 249.000 baş ile önemli bir yer tutmaktadır (TÜİK, 2024b).

3.4. Sosyoekonomik Yapı

Beyşehir Gölü Havzası, tarımsal faaliyetlerin kırsal ekonomi içerisindeki ağırlığını koruduğu, ancak üretim yapısının daha düşük çeşitlilik ve daha geniş alanlı sistemlere dayandığı bir sosyoekonomik yapı sergilemektedir. Tarımsal faaliyetlerin ağırlıklı bir kısmı Konya sınırları içerisinde kümelenmektedir.

Bölge, genç çiftçi nüfusunun katılımı açısından umut verici bir dinamizme sahip olsa da, eğitim seviyesi açısından önemli bir sınırlılıkla karşı karşıyadır. Çiftçilerin büyük çoğunluğu temel eğitim düzeyinde yoğunlaşmakta olup, yükseköğretim mezunu üretici profili oldukça kısıtlı kalmaktadır.

Havzadaki tarımsal işletmeler genel olarak küçük ve orta ölçekli olup, üretim faaliyetleri büyük ölçüde aile işletmeleri tarafından yürütülmektedir. Ancak üretim sisteminin ağırlıklı olarak tahıl tarımına dayanması, gelir çeşitliliğinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Havza, düşük hane gelirlerinin yarattığı finansal darboğaz nedeniyle "Sosyo-Ekonomik Kırmızı Bölge" olarak tanımlanabilecek kritik bir hassasiyete sahiptir. Üreticilerin büyük bir kısmının gelir düzeyinin oldukça düşük kalması, bölgeyi iklim kaynaklı şoklara karşı son derece savunmasız kılmaktadır. Sulama altyapısındaki yetersizlikler ve son on yılda belirginleşen artan borç yükü, üreticilerin ekonomik sürdürülebilirliğini giderek zorlaştırmaktadır.

İklim değişikliği açısından değerlendirildiğinde, üreticilerin özellikle yağış azalışı, kuraklık ve verim üzerindeki etkiler konusunda belirgin bir farkındalığa sahip olduğu görülmektedir. Ancak üretim sisteminin büyük ölçüde yağışa bağımlı olması, havzanın iklim değişkenliğine karşı daha hassas bir yapı sergilemesine yol açmaktadır. İklim değişikliğinin getirdiği verim kaybı ve maliyet artışları bölgede şiddetli bir şekilde hissedilmesine rağmen, üreticilerin uyum stratejileri geliştirmekte zorlandığı gözlemlenmektedir. Düşük finansal kapasite ve altyapı erişimindeki engeller, çiftçileri yeni riskler almaktan uzak tutmakta ve üreticileri geleneksel ürün desenlerine bağlı kalmaya zorlamaktadır. Bu durum, üreticilerin iklimsel belirsizlikler karşısında bir yenilenme sürecine girmesini engelleyen yapısal bir kısıt oluşturmaktadır.

Bu çerçevede Beyşehir Gölü Havzası, geniş alanlı üretim yapısı, sınırlı ürün çeşitliliği ve iklim koşullarına yüksek bağımlılığı nedeniyle, çevresel ve ekonomik risklere karşı kırılgan bir sosyoekonomik sistem olarak değerlendirilmektedir.

4. İKLİM PROJEKSİYONLARI

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için, gelecekteki iklim koşullarının güvenilir bir şekilde ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde, Beyşehir Gölü Havzası için özel olarak hazırlanan iklim projeksiyonları, teknik ayrıntılardan arındırılarak, tarımsal üretim açısından anlamlı sonuçlar çerçevesinde ele alınmaktadır.

Beyşehir Gölü Havzası gibi yüksek rakımlı, kapalı havza yapısına sahip ve karasal iklim etkilerinin belirgin olduğu bölgelerde, yalnızca küresel iklim modelleri ile yapılan değerlendirmeler yerel koşulları yeterince yansıtamamaktadır. Küresel modeller, geniş alanları kapsayan ve yaklaşık 100 kilometre yatay mekânsal çözünürlüğe sahip hesaplamalar yapmakta olup, bu durum yerel ölçekteki sıcaklık farklılıkları, sarp topoğrafik etkiler ve devasa göl yüzeyi ile atmosfer arasındaki etkileşimlerin ayrıntılı olarak temsil edilmesini sınırlandırmaktadır. Örneğin, aynı model hücresi içerisinde hem Sultan ve Geyik Dağları gibi yüksek kesimlerin sert karasal etkisi hem de Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nün çevresinde oluşturduğu görece ılımanlaştırıcı etki tek bir ortalama değer olarak ifade edilebilmekte, bu da yerel iklim özelliklerinin ve ekstrem hava olaylarının tam olarak ortaya konulmasını zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle çalışmada, küresel model çıktılarının havza ölçeğine daha doğru yansıtılabilmesi amacıyla “dinamik ölçek küçültme” yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, küresel MPI-ESM-HR modelinden elde edilen veriler, yüksek çözünürlüklü bölgesel bir iklim modeli olan COSMO-CLM (Böhm ve diğ., 2006; Rockel ve diğ., 2008) ile yeniden işlenerek Beyşehir Gölü Havzası'na uyarlanmıştır. Modelleme sürecinde çözünürlük aşamalı olarak artırılmış; önce yaklaşık 12 kilometre, ardından 2,5 kilometre ölçeğine kadar indirgenmiştir. Bu yaklaşım sayesinde yerel rüzgâr sistemleri, topoğrafyaya bağlı sıcaklık değişimleri ve kısa süreli şiddetli yağışlar gibi bölgesel iklim özellikleri daha gerçekçi bir şekilde temsil edilebilmiştir.

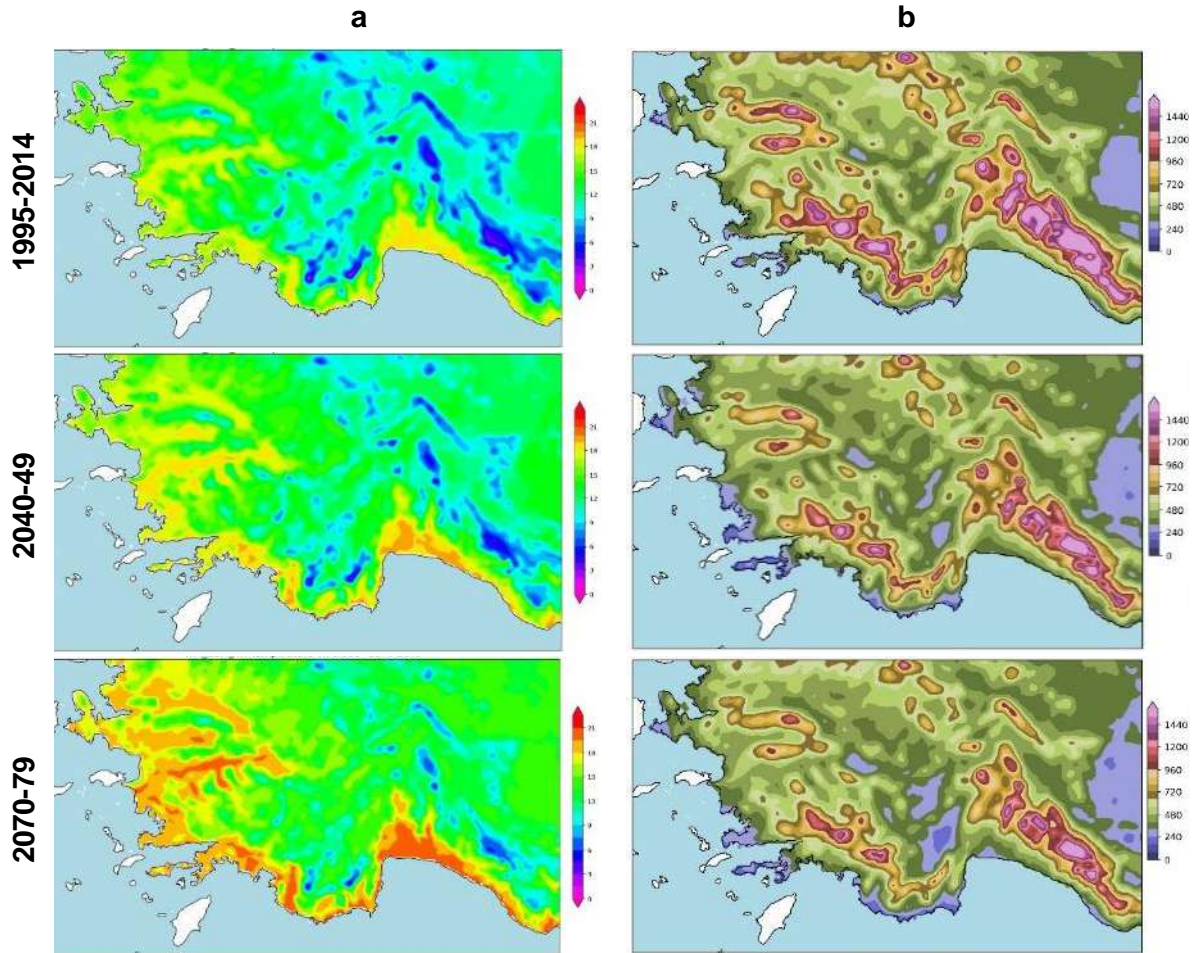
Elde edilen model çıktılarının güvenilirliğini artırmak amacıyla, ham model verilerine düzeltme işlemi uygulanmıştır. Bu kapsamda ERA5-Land yeniden analiz verileri referans alınarak Quantile Delta Mapping (QDM) yöntemi kullanılmıştır (Lee ve diğ., 2018). Bu yöntem, model verilerindeki sistematik sapmaları azaltırken iklim değişikliğine bağlı eğilimleri koruyarak daha tutarlı ve güvenilir projeksiyonların elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Gelecekteki iklim koşullarının değerlendirilmesinde karşılaştırılabilir bir çerçeve oluşturmak amacıyla analizler üç farklı zaman dilimi için gerçekleştirilmiştir. Referans dönem (1995–2014) mevcut iklim koşullarını temsil ederken, yakın gelecek dönemi (2040–2049) önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde beklenen değişimleri, uzak gelecek dönemi (2070–2079) ise yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkabilecek koşulları yansıtmaktadır. Bu dönemler arasındaki karşılaştırmalar,

iklim değişikliğinin zaman içerisindeki etkilerinin daha net bir şekilde ortaya konulmasını sağlamaktadır. Tüm projeksiyonlar, sera gazı emisyonlarının yüksek seviyelerde devam ettiği ve iklim değişikliğinin etkilerinin daha belirgin şekilde hissedileceği bir senaryo olan SSP3-7.0 çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu senaryo, mevcut küresel eğilimlerle uyumlu bir yaklaşım sunmakta ve havza için orta ve uzun vadede karşılaşılabilecek iklim risklerinin değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.

4.1. Sıcaklık ve Yağış Değişimleri

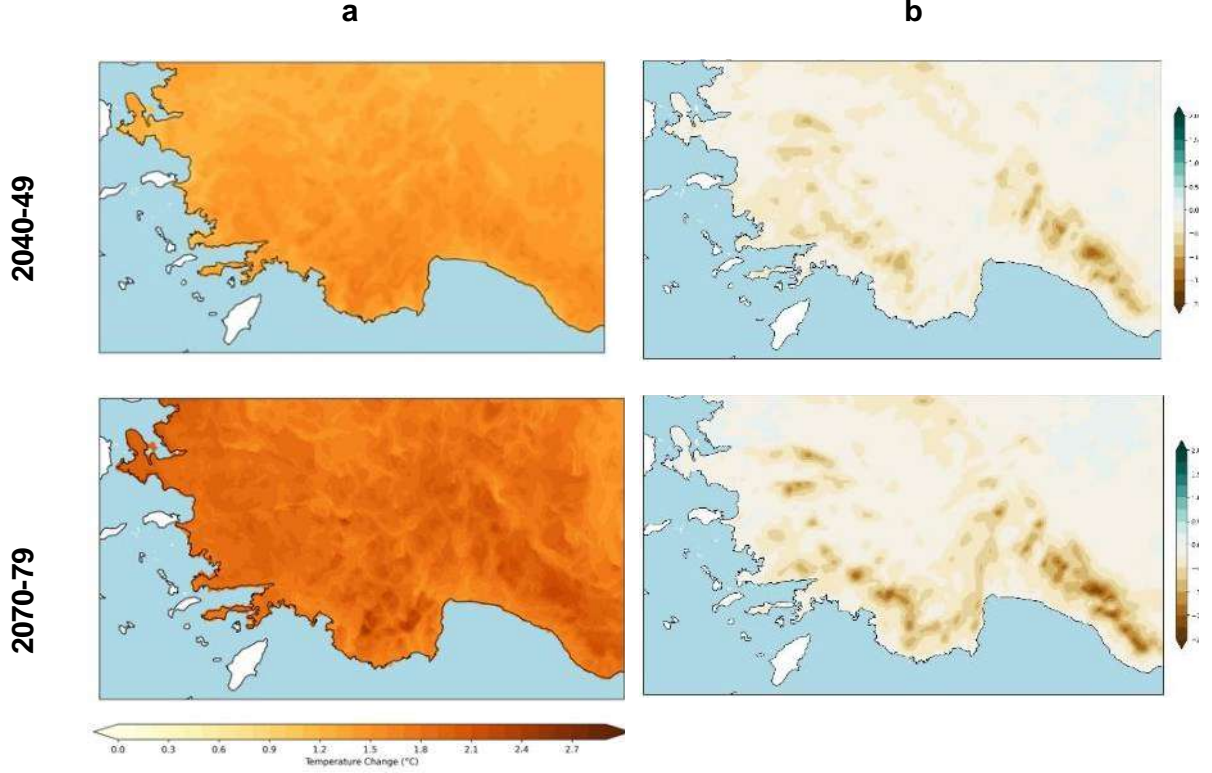
Beyşehir Gölü Havzası için gerçekleştirilen iklim projeksiyonları, gelecekte bölge genelinde daha sıcak ve daha kurak koşulların hâkim olacağını göstermektedir. Model sonuçları, yıllık ortalama sıcaklıklarda belirgin bir artış eğilimi ve yağış miktarında genel bir azalma yönünde güçlü bir sinyal ortaya koymaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Referans ve projeksiyon dönemleri için yıllık a) ortalama sıcaklık (°C) ve b) toplam yağış dağılımları (mm)

Referans dönemde, havza kapalı ve yüksek rakımlı bir yapıda olup, karasal iklimin görece daha sert, soğuk ve kurak özellikleri baskındır. Bu durum, bölgenin topoğrafik yapısı (Sultan ve Geyik Dağları) ile yakından ilişkilidir.

Projeksiyon sonuçları, sıcaklıkların zamanla artacağını ve bu artışın özellikle yüzyılın ilerleyen dönemlerinde daha belirgin hale geleceğini göstermektedir (Şekil 4.2). Beyşehir Gölü Havzası için ortalama sıcaklık artışının 2040-2049 döneminde yaklaşık 0,9°C, 2070-2079 döneminde ise yaklaşık 2,2°C seviyelerine ulaşması beklenmektedir.

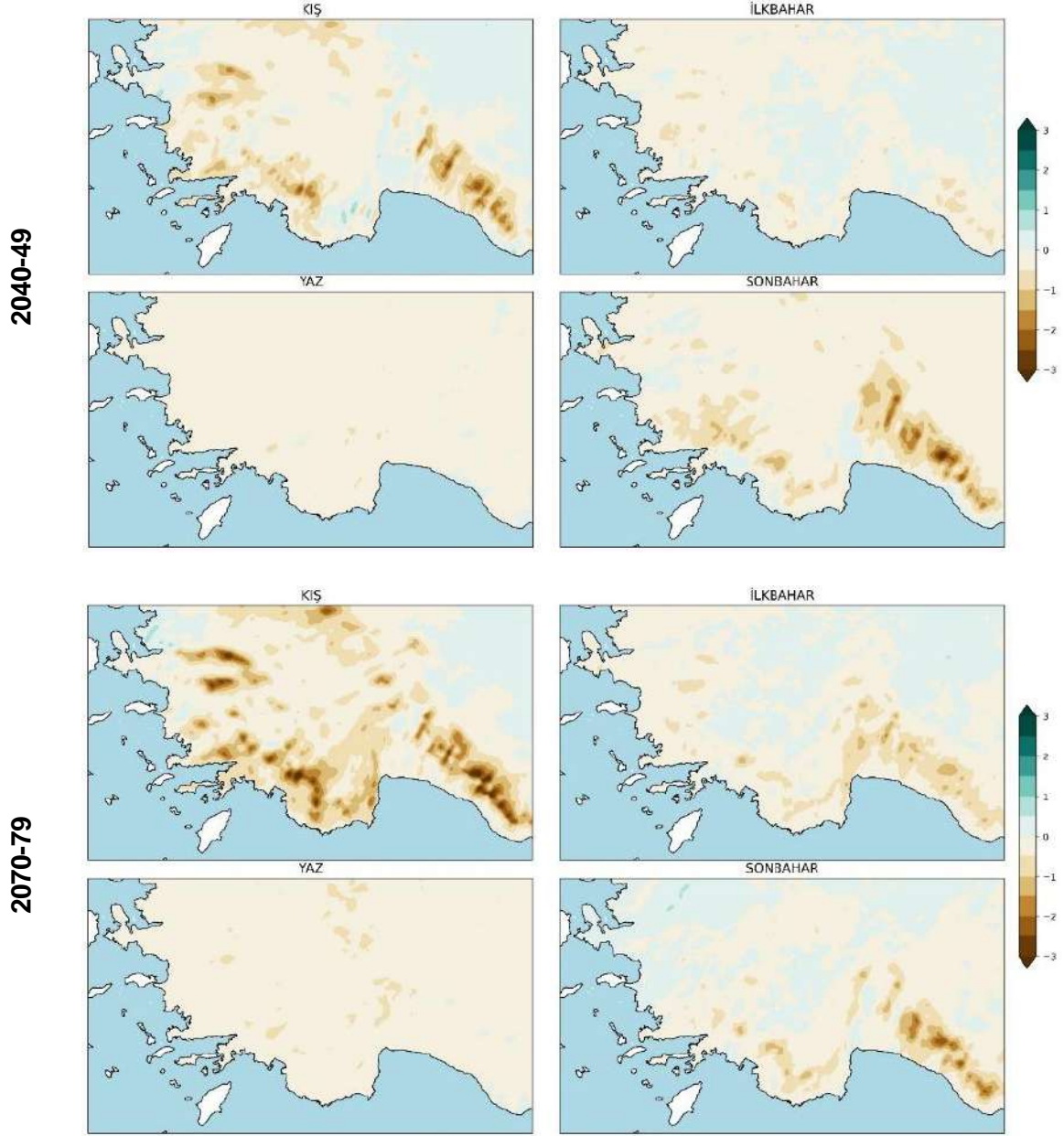


Şekil 4.2. Yıllık a) ortalama sıcaklık (°C) ve b) toplam yağış (mm/gün) değerlerinin referans döneme göre değişimi

Sıcaklık artışı mekânsal olarak homojen değildir. Göl çevresi nispeten daha ılıman kalırken, özellikle iç kesimlerde, plato ve yüksek rakımlı alanlarda artışın daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu durum, kar örtüsünün azalması ve yüzey özelliklerindeki değişimlerle ilişkili geri besleme mekanizmaları ile açıklanmaktadır.

Yağış projeksiyonları ise daha karmaşık bir yapı sergilemekle birlikte, halihazırda sınırlı yağış alan havzada genel eğilim kuraklaşma yönündedir. Özellikle 2040–2049 döneminde başlayan belirgin azalma eğilimi, 2070-2079 döneminde de etkisini koruyarak devam etmektedir.

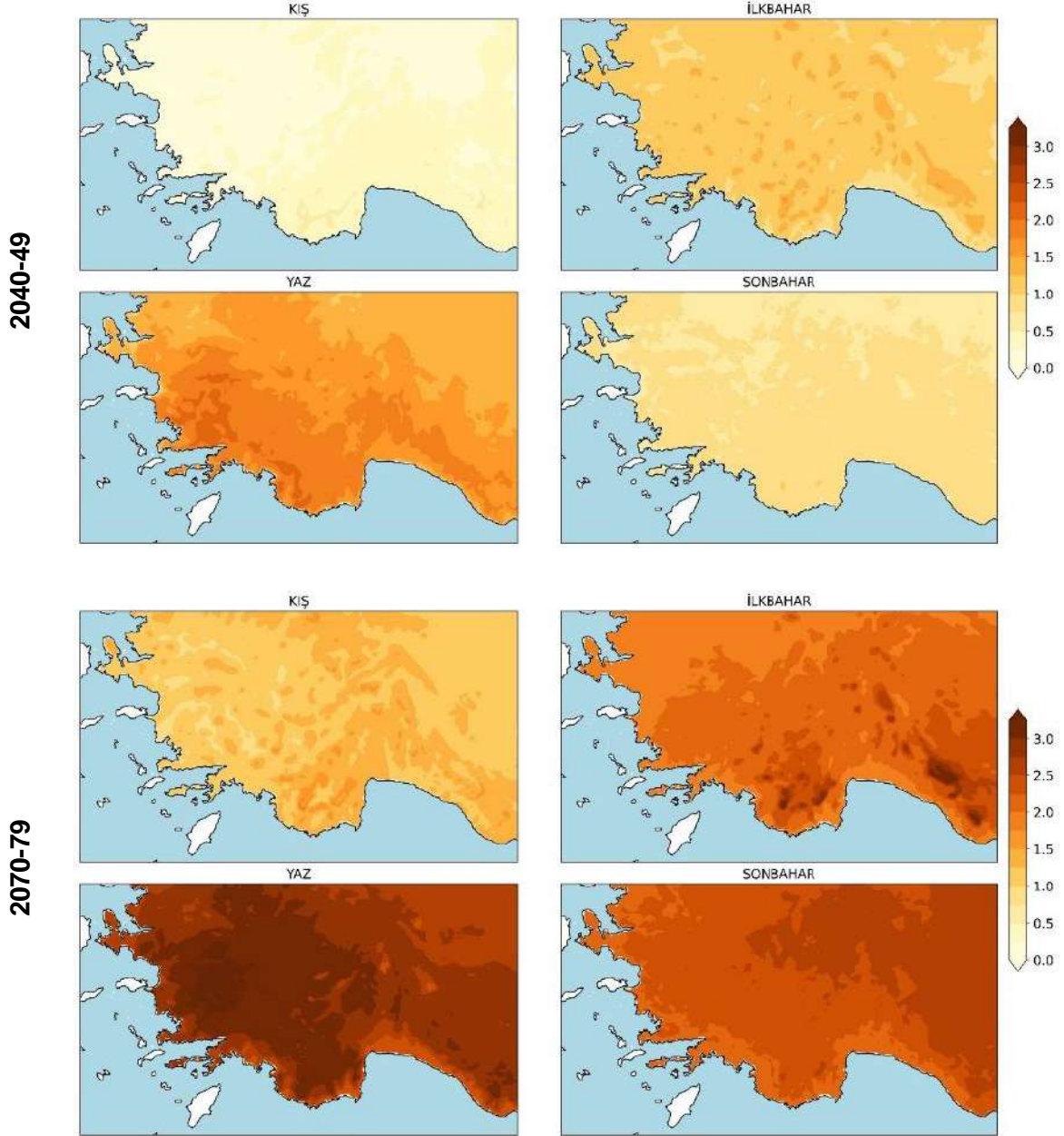
Bu değişimin en kritik yönü, yağışın mevsimsel dağılımındaki bozulmadır (Şekil 4.3). Kış aylarında beklenen yağış azalması, havzanın ana su beslenme dönemini doğrudan etkilemektedir.



Şekil 4.3. Referans döneme göre mevsimsel yağış farkları (mm/gün)

Kış yağışlarının azalması, yeraltı suyu beslenmesi ve yüzey suyu kaynakları açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda kurak dönemlerin yıl içine yayılması, toprak neminin azalmasına ve tarımsal üretim üzerinde baskının artmasına neden olabilecektir.

Sıcaklık projeksiyonları incelendiğinde, mevsimsel değişimlerin de belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). En yüksek sıcaklık artışlarının yaz aylarında gerçekleşmesi beklenirken, ilkbahar ve sonbahar aylarında da önemli artışlar öngörülmektedir.



Şekil 4.4. Referans döneme göre mevsimsel sıcaklık farkları(°C)

Bu durum, özellikle büyüme dönemlerinde sıcaklık koşullarının değişmesine ve vejetasyon süresinin farklılaşmasına yol açabilecektir. Ancak artan sıcaklıkların su talebini artırması ve kuraklık stresini güçlendirmesi nedeniyle bu potansiyel avantajların sınırlı kalması beklenmektedir.

Özet olarak SSP3-7.0 senaryosu kapsamında, 1995-2014 tarihsel dönemi için Beyşehir Gölü Havzası üzerinde sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) değerlerinin 2040-49 ve 2070-79 gelecek dönemlerine ait mekânsal farklılıkları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Beyşehir Gölü Havzası için sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) değerlerinin 2040-49 ve 2070-79 gelecek dönemlerine ait mekânsal farklılıkları

Dönem	Ortalama Sıcaklık Değişimi (°C)	Yağış Değişimi (%)
2040–2049	+0,9	-12,5
2070–2079	+2,2	-12,6

Elde edilen projeksiyonlar birlikte değerlendirildiğinde, Beyşehir Gölü Havzası'nda gelecekte daha sıcak ve daha kurak bir iklim yapısının hâkim olacağı açıkça görülmektedir. Sıcaklık artışları ile birlikte buharlaşma ve bitki su tüketiminin artması, buna karşılık yağış miktarındaki azalma ve mevsimsel dağılımdaki bozulma, havzanın su dengesi üzerinde önemli bir baskı oluşturacaktır. Özellikle kış yağışlarındaki azalma, su kaynaklarının yenilenmesini sınırlayarak yaz aylarında yaşanabilecek su stresini daha da artıracaktır.

4.2. İklim Endekslerindeki Değişim

İklim değişikliğinin etkileri yalnızca ortalama sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimlerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda ekstrem hava olaylarının sıklığı, süresi ve şiddetinde de önemli değişimlere yol açmaktadır. Tarımsal üretim açısından belirleyici olan bu ekstrem koşullar, ürün verimliliği, su yönetimi ve hayvancılık faaliyetleri üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır.

Bu kapsamda, Beyşehir Gölü Havzası için yapılan analizlerde sıcaklık, kuraklık ve yağış rejimine ilişkin çeşitli iklim endekslerindeki değişimler değerlendirilmiştir.

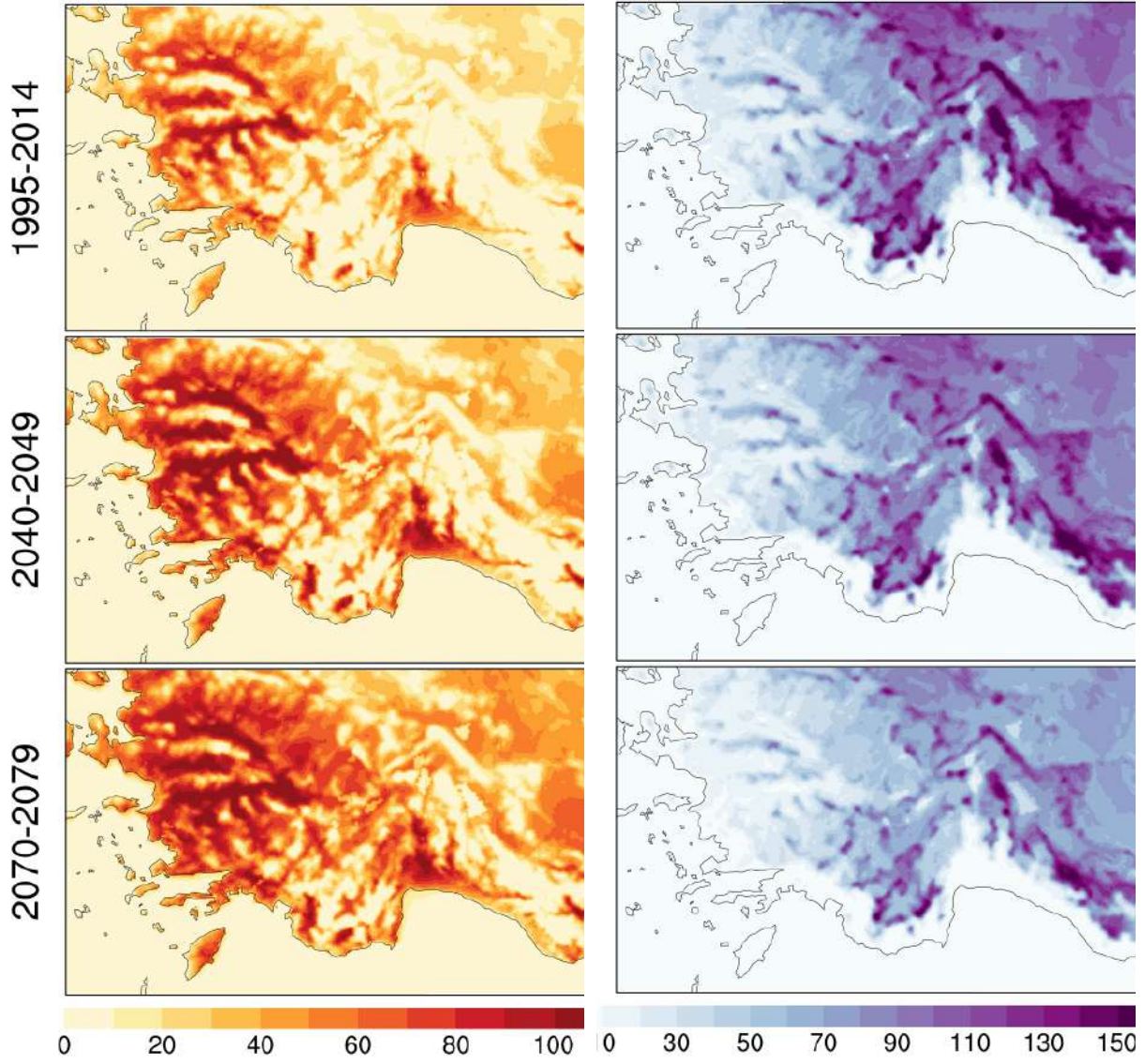
Aşırı Sıcaklıklar ve Sıcak Hava Dalgaları

Maksimum sıcaklığın (Tmaks) 35°C'yi aştığı gün sayısının ve minimum sıcaklığın (Tmin) 0°C'nin altında kaldığı gün sayısının mekansal dağılımı analiz edilmiş ve Şekil 4.5'te referans (1995-2014) ve gelecek (2040-49, 2070-79) dönemleri için sunulmuştur.

Projeksiyonlara göre, maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı gün sayısının (TX35) mekansal dağılımı incelendiğinde, referans dönemde (1995-2014) yüksek rakımın soğutucu etkisiyle göl çevresinde ve yüksek kesimlerde yılda 10 günün altında kaldığı, güney ve doğu kenar bölgelerde ise 10-20 gün/yıl aralığında değiştiği görülmektedir. Ancak 2040-2049 döneminde bu sıcaklık eşiği gölün doğusuna doğru genişleyerek tarım ovalarının büyük kısmını kaplamakta; <10 gün/yıl sınıfı yalnızca göl kıyısı ve en yüksek rakımlı alanlara sıkışmaktadır. 2070-2079 dönemine gelindiğinde ise düşük rakımlı alanların neredeyse tamamı >20 gün/yıl sınıfına geçerken, 10-20 gün bandı yalnızca havzanın en yüksek kesimlerinde tutunabilmektedir.

a

b



Şekil 4.5. a) Maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı ortalama gün sayısı (Tx35) ve b) Don olan günlerin sayısı (FD)

Yüksek sıcaklıklar, buğday ve arpa gibi kışlık tahıllarda özellikle başaklanma ve dane dolum dönemlerinde fotosentez hızının düşmesine ve verim kayıplarına yol açmaktadır (Zhao ve diğ., 2017). Aynı zamanda sıcak hava dalgalarının süresi (HWDI) ve sıklığında (HWN) beklenen artışlar (örneğin sıcak hava dalgaları süresinin 2070'lerde yaklaşık +31,6 gün uzaması), havzanın karasal tarım sistemi açısından ilave stres faktörleri oluşturmaktadır.

Kuraklık ve Yağış Rejimi

Yağış rejimindeki değişimler, yalnızca toplam yağış miktarındaki azalma ile değil, aynı zamanda yağışın zamansal dağılımındaki bozulma ile de kendini göstermektedir. Bu durum, gölün su bütçesini ve sulama kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Ardışık kurak gün sayısını ifade eden CDD endeksine göre, kurak dönemlerin süresinin yakın gelecekte 2,3 gün uzarken, uzak gelecekte ivmeli bir sıçramayla 12,4 gün uzaması beklenmektedir (Tablo 4.2.). Yağışlı günlerin sürekliliğini gösteren CWD endeksinde ise azalma öngörülmekte, yağışların daha kısa sürede ve düzensiz gerçekleşeceğine işaret edilmektedir.

Tablo 4.2. Tarımsal açıdan kritik bazı iklim ekstrem göstergelerindeki değişim

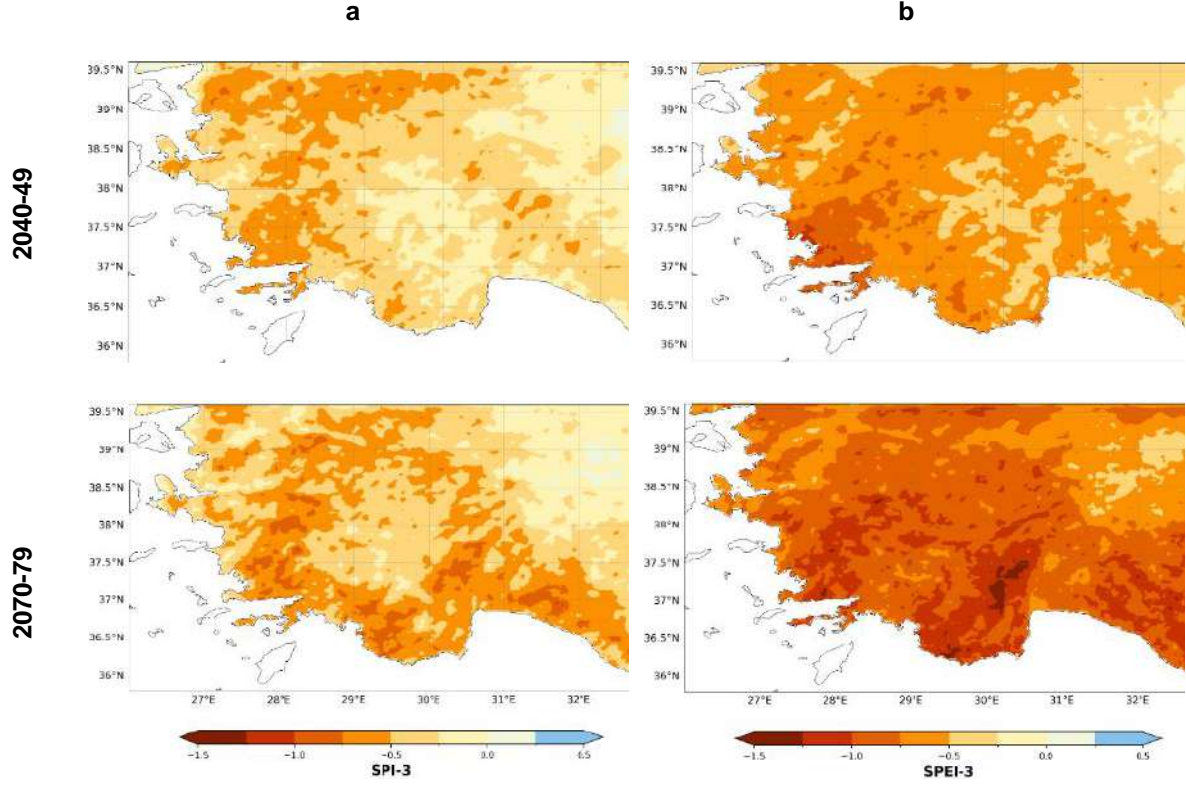
Endeks/Periyot	2040-2049	2070-2079
HWDI (Sıcak hava dalga süresi)	15.7	31.6
HWN (Sıcak hava dalga sayısı)	1.7	3.4
CWD (Ardışık yağışlı gün sayısı)	0.3	-0.6
CDD (Ardışık kurak gün sayısı)	2.3	12.4

Kuraklık değerlendirmelerinde kullanılan SPI ve SPEI endeksleri, farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Şekil 4.6, 2040-2049 ve 2070-2079 dönemleri için 3 aylık birikim periyodunda (SPI-3) Standartlaştırılmış Yağış ve Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon (SPEI-3) endekslerindeki referans periyoduna göre tahmini değişimi göstermektedir.

SPI-3 endeksi yağışlardaki kısa vadeli dalgalanmaları yansıtarak havzanın büyük bölümünde kısmi negatif koşullar gösterirken; sıcaklığa bağlı evapotranspirasyonu da hesaba katan SPEI-3 endeksi havzanın çok daha şiddetli bir hidrolojik kuraklığa gireceğini öngörmektedir.

Özellikle 2070'li yıllarda SPEI değerlerinin havza genelinde ciddi oranda eksi değerlere inmesi, sıcaklık bileşeninin hesaba katılmasıyla su kaynaklarının ve göl seviyesinin ne kadar büyük bir evaporatif strese maruz kalacağını göstermektedir.



Şekil 4.6. 2040-2049 ve 2070-2079 dönemlerinde a) SPI-3 ve b) SPEI-3

Don Olayları ve Fenolojik Etkiler

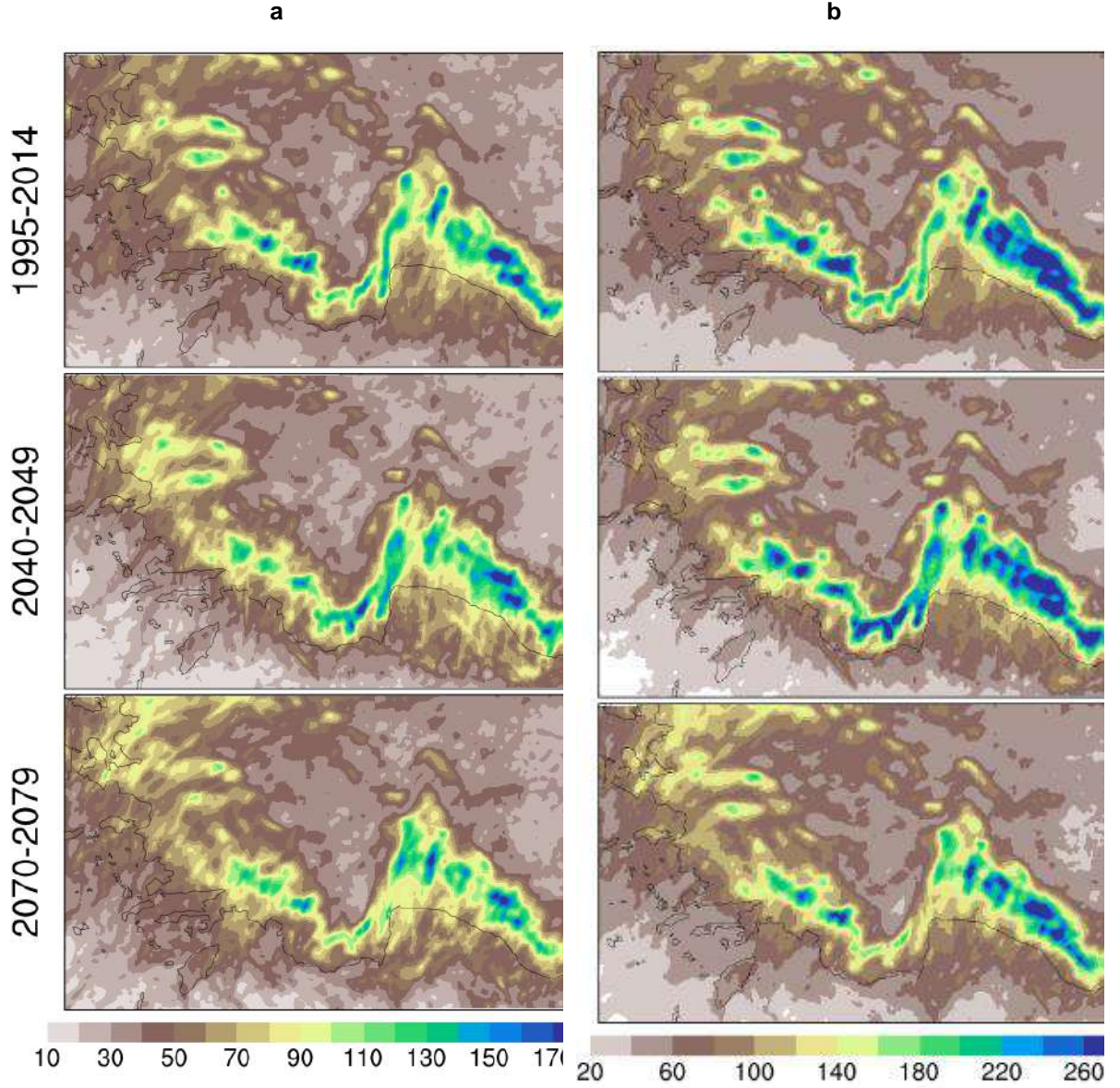
Don olaylı gün sayısı (FD) ise referans dönemde havzanın büyük bölümünde 30-60 gün/yıl bandındayken, göl kıyıları ve güney yamaçların sahip olduğu daha ılıman iklimi sayesinde 10-30 gün seviyelerinde seyretmektedir. 2040-2049 döneminde özellikle güney ve batı kesimlerde don olaylı günlerin 10-30 gün aralığına düşmesi, kuzey ve kuzeydoğu platolarında ise 30-60 gün seviyesinin (yer yer 60-90 gün) korunması beklenmektedir. 2070-2079'da ise havzanın güney yarısı ve göl çevresi çoğunlukla 10-30 gün bandına inerken, sadece yüksek kuzey ve doğu şeritlerinde 30-60 gün riski devam edecektir (Şekil 4.5).

Aşırı Yağış Olayları (Rx1day, Rx5day)

Kısa süreli (günlük ve beş günlük) şiddetli yağış olaylarını temsil eden Rx1day ve Rx5day endeksleri, gelecekte havza için belirgin bir zayıflamaya işaret etmektedir. Rx1gün ve Rx5gün endekslerinin üç farklı dönem (1995–2014, 2040–2049, 2070–2079) için mekânsal dağılımı Şekil 4.7a ve Şekil 4.7b ile sırasıyla gösterilmektedir.

Projeksiyonlara göre, Beyşehir Gölü Havzası, her iki dönemde de şiddetli yağış indekslerinde düşüş gösteren bir karaktere sahiptir. Rx5day endeksi 2040'larda -2,7 mm, 2070'lerde -4,8 mm azalma sinyali verirken; Rx1day endeksinin de 2040'ta -0,5 mm, 2070'te -1,6 mm'ye gerilemesi beklenmektedir. Bu veriler, Beyşehir Gölü Havzası'nda yağış miktarının zayıflaması ile birlikte

şiddetli yağış yaratma potansiyelinin de düştüğünü ve havzanın kalıcı ve stabil bir kurak rejime doğru kaydığını ortaya koymaktadır.



Şekil 4.7. 1995-2014, 2040-2049 ve 2070-2079 dönemlerinde a) Rx1gün ve b) Rx5gün

Bitki Gelişimi ve Büyüme Derece Günü (GDD)

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkilerini değerlendirmede kullanılan önemli göstergelerden biri de büyüme derece günleri (GDD) endeksidir. Bu endeks, bitkilerin büyüme dönemleri boyunca maruz kaldıkları toplam ısı birikimini ifade etmekte olup, ürünlerin gelişim süreci, hasat zamanı ve verim potansiyeli üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

Projeksiyonlar, Beyşehir Gölü Havzası'nın tarımsal omurgasını oluşturan tarla bitkileri için kritik uyarılarda bulunmaktadır.

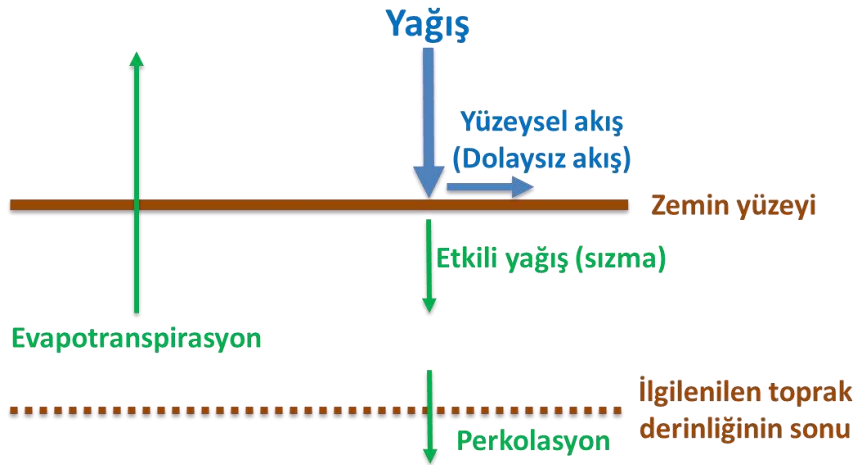
Özellikle buğday üretiminde, referans dönemde kuzey plato ve göl çevresinde 1.200-1.600 GDD aralığında seyreden ısı birikiminin, 2040'lı yıllara gelindiğinde gölün güneyindeki alanlarda 1.600 GDD'nin üzerine çıkması ve 2070-2079 döneminde havzanın büyük çoğunluğunda 1600 GDD eşiğinin aşılması beklenmektedir. Benzer şekilde, şeker pancarı üretiminde referans dönemde 2.500 GDD'nin altında olan serin iklim koşullarının, 2040'larda doğrudan 3.000 GDD sınıfına dahil olması; 2070'lere gelindiğinde ise yüksek rakımlı batı yamaçları haricinde havzanın neredeyse tamamında 3.000 GDD seviyesini görmesi öngörülmektedir. Yonca ve silajlık mısır gibi ürünlerde de benzer bir ısınma gözlemlenmektedir; yonca için referans dönemdeki 1.600-2500 GDD aralığı, 2070'lerde tüm tarımsal alanları kapsayacak şekilde 2.500 GDD'nin üzerine çıkarken, silajlık mısırdaki havzanın merkez ve doğusunda ısı birikiminin 1.200 GDD eşiğini aşarak yer yer 1.500 GDD ve üzerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Fenolojik evrelerdeki bu hızlanma, bitkilerin vejetasyon süresini kısaltarak verim potansiyelini düşürmekte ve evapotranspirasyon talebini zirveye taşıyarak, artan su ihtiyacıyla Beyşehir Gölü üzerindeki sulama suyu baskısını şiddetlendirmektedir.

İklim endekslerindeki değişimler birlikte değerlendirildiğinde, Beyşehir Gölü Havzası'nda gelecekte: kuraklık ve ısı birikimi evrelerinin hızla ivmelendiği, bitkilerin vejetasyon süresinin farklılaşarak göl rezervlerine olan sulama baskısının katlanarak artacağı bir iklim yapısının hâkim olacağı anlaşılmaktadır.

5. GELECEKTEKİ SU MEVCUDİYETİ

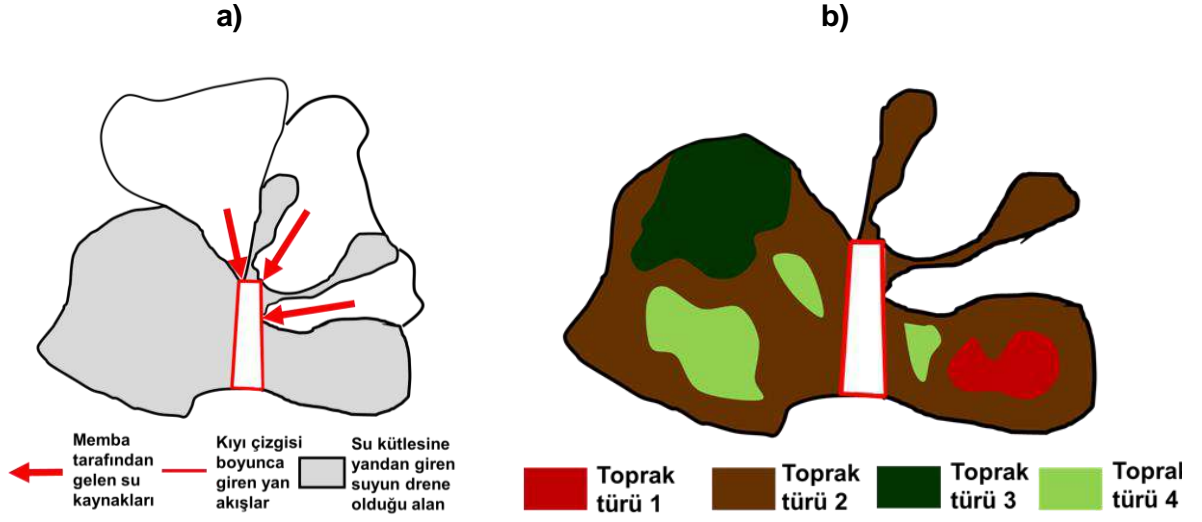
Beyşehir Gölü Havzası'nda gelecekteki su mevcudiyetinin değerlendirilmesi amacıyla, havzanın hidrolojik döngüsünü temsil eden model tabanlı bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu kapsamda geliştirilen model, yağış, yüzey akışı, toprak nemi, buharlaşma ve derine sızma (perkolasyon) gibi temel hidrolojik süreçlerin birlikte değerlendirilmesine dayanmaktadır (Şekil 5.1).

Model yaklaşımında, havzaya düşen yağışın bir kısmının doğrudan yüzey akışına geçtiği, bir kısmının ise toprağa sızarak bitkilerin kullanımına sunulduğu kabul edilmektedir. Toprağın su tutma kapasitesini aşan su ise yeraltı suyu sistemine sızmakta veya yüzey akışı yoluyla havzadan uzaklaşmaktadır. Bu süreçte evapotranspirasyon (buharlaşma ve terleme, ya da zeminden buharlaşma) önemli bir su kaybı bileşeni olarak dikkate alınmaktadır.



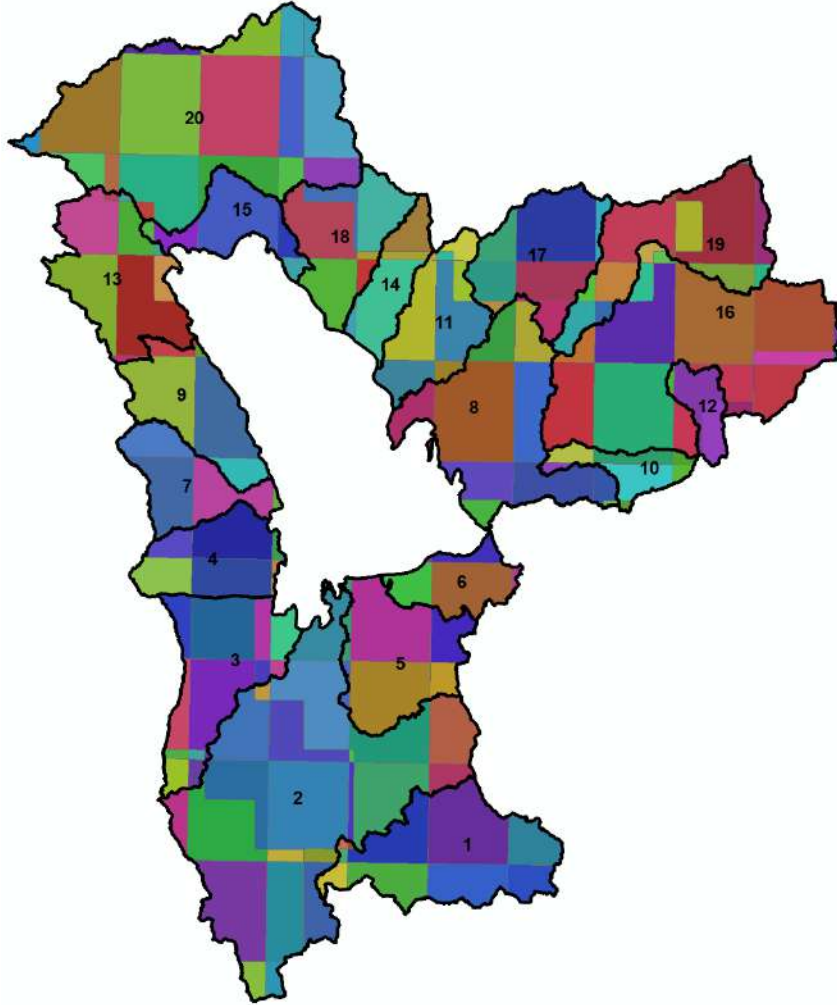
Şekil 5.1. Hidrolojik modelin temel şeması

Havza, suyun hareketini daha doğru temsil edebilmek amacıyla "RRU-runoff routing unit" (akış öteleme birimleri) ve "hydrological response unit" (HRU-hidrolojik işlem birimleri) olarak alt birimlere ayrılmıştır. Bu alt birimlendirme, SWAT/SWAT Plus (1998; Bieger ve diğ., 2017), HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center, 2025), WEAP (Yates ve diğ., 2005) ya da HYPE (Lindstörn ve diğ., 2010) gibi birçok hidrolojik ve su kaynakları modelleme ve analiz platformlarında kullanılmıştır ve hemen hemen her durumda, ilgili hidrolojik işlem birimlerinin oluşturulması için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılması gerekmektedir. Bu ayrım, farklı toprak türleri, topoğrafya ve iklim koşullarının su dengesi üzerindeki etkilerini daha hassas şekilde analiz etmeye imkân tanımaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Akış Öteleme Birimleri (a) ve Hidrolojik İşlem Birimleri (b)

Beyşehir Gölü Havzası için oluşturulan bu alt birimler, havza içerisindeki farklı hidrolojik davranışları temsil edecek şekilde modellenmiş ve su dengesi hesaplamaları bu birimler üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.3. Beyşehir Gölü Havzası için hidrolojik alt birimler (RRU ve HRU)

Model hesaplamaları aylık zaman adımları kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, her bir dönem için yağış, evapotranspirasyon, yüzey akışı ve yeraltı suyu beslenimi ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen bu bileşenlerin toplamı, havzanın “toplam su potansiyeli” olarak değerlendirilmiştir.

Su potansiyeli, yüzey akışı ile toprak içerisinde gerçekleşen akışların (yanal akış ve derine sızma) toplamı olarak tanımlanmakta olup, havzanın kullanılabilir su miktarını temsil etmektedir. Bu kapsamda hem referans dönem hem de gelecekteki iklim koşulları altında su potansiyelindeki değişimler analiz edilmiştir.

Modelleme çalışmasında, önceki bölümlerde sunulan iklim projeksiyonları (sıcaklık ve yağış verileri) kullanılarak 2020'lerden 2090'lara kadar olan dönemler için simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri zamansal olarak değerlendirilmiş ve havzanın gelecekteki su dengesi ortaya konulmuştur.

Modelleme yaklaşımı kapsamında, yalnızca su miktarındaki değişimler değil, aynı zamanda su kalitesine ilişkin göstergeler de değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, havza genelinde tuzluluk değişimleri, su potansiyelindeki değişimlere bağlı olarak analiz edilmiştir.

Tuzluluk hesaplamaları, sabit bir tuz kütlesi varsayımı altında, su miktarındaki değişime bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre, su potansiyelindeki azalma durumunda tuzluluk konsantrasyonunun artacağı; su miktarındaki artış durumunda ise tuzluluğun seyrelerek azalacağı kabul edilmiştir. Bu yaklaşım, özellikle su kaynaklarının azalması ile birlikte tuzluluk riskinin artabileceğini ortaya koymak açısından önem taşımaktadır.

Bu kapsamda, her bir hidrolojik birim için farklı dönemlere ait tuzluluk değişim katsayıları hesaplanmış ve su kaynaklarındaki niceliksel değişimlerin su kalitesi üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir.

5.1. Su Potansiyeli Projeksiyonları

Beyşehir Gölü Havzası için gerçekleştirilen hidrolojik modelleme sonuçları, havzanın mevcut su potansiyelinin hidrolojik alt birimler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Referans döneme ait hesaplamalara göre, su potansiyelinin alt havzalar arasında belirgin bir şekilde değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Referans döneme ait hesaplamalara göre, havzanın toplam su potansiyeli yaklaşık 1,12 milyar m³/yıl düzeyindedir.

Tablo 5.1. Beyşehir Gölü Havzası referans su potansiyeli değerleri

RRU No	Alt Havzalar	Referans Tarih Aralığı için Ortalama Yıllık Su Potansiyeli (milyon m ³ /yıl)
1	Çamlık	104,79
2	Yeşildağ	406,53
3	Dumanlı	97,70

RRU No	Alt Havzalar	Referans Tarih Aralığı için Ortalama Yıllık Su Potansiyeli (milyon m ³ /yıl)
4	Ecirli	57,03
5	Üstünler	41,35
6	Karadiken	11,64
7	Kubadabat	42,20
8	Üçpınar	23,14
9	Dedegöl	44,78
10	Ulukoru	5,12
11	Kireli	13,29
12	Damlapınar	3,86
13	Yenişarbademli	53,81
14	Tolca	8,94
15	Kızıldağ	16,54
16	Sarısı	44,22
17	Çiğil	15,58
18	Yassibel	19,31
19	Yassiören	19,84
20	Şarkikaraağaç	90,81

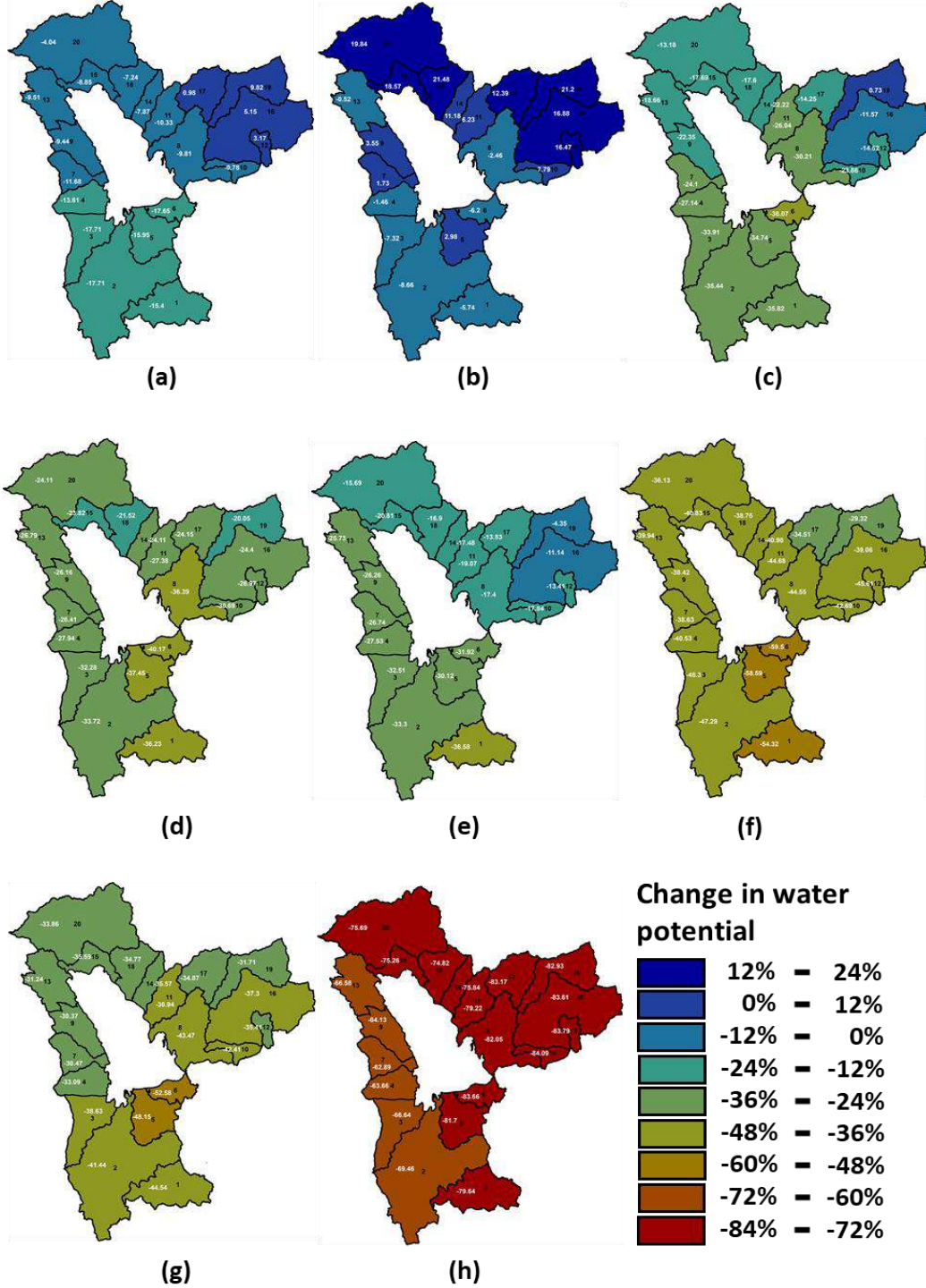
Alt birimler bazında değerlendirildiğinde, su potansiyelinin havza içerisinde homojen dağılmadığı dikkat çekmektedir. Özellikle 2 numaralı akış öteleme birimi yaklaşık 406,53 milyon m³/yıl ile en yüksek su potansiyeline sahip olup, havza toplamının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bunu 1 numaralı birim (104,79 milyon m³/yıl) ve 3 numaralı birim (97,70 milyon m³/yıl) izlemektedir. Ayrıca 20 numaralı birim (90,81 milyon m³/yıl) de görece yüksek su potansiyeline sahip alt havzalar arasında yer almaktadır.

Buna karşılık, bazı hidrolojik birimlerde su potansiyelinin oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Özellikle 12 numaralı birimde su potansiyeli yalnızca yaklaşık 3,86 milyon m³/yıl düzeyindedir. Benzer şekilde 10, 14 ve 6 numaralı birimlerde de su potansiyelinin düşük olduğu dikkat çekmektedir.

Bu bulgular, Beyşehir Gölü Havzası'nda su kaynaklarının mekânsal olarak dengesiz bir dağılım sergilediğini göstermektedir. Su potansiyelinin belirli alt havzalarda yoğunlaşması, su yönetimi açısından bölgesel farklılıkların dikkate alınmasını gerekli kılmakta; özellikle düşük potansiyele sahip alanlarda su arz güvenliğinin daha kırılgan hale gelebileceğine işaret etmektedir.

Gelecek projeksiyonları, bu mevcut yapının daha da kırılgan hale geleceğine işaret etmektedir (Şekil 5.4). İklim modeli çıktıları ile hidrolojik model sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, havzanın toplam su potansiyelinde özellikle orta ve uzun vadede çok belirgin bir azalma eğilimi öngörülmektedir. Bu azalma eğilimi, başlıca iki temel süreç tarafından

belirlenmektedir. İlk olarak, bölgede beklenen yağış azalması, yüzey akışı ve yeraltı suyu beslenimini doğrudan azaltmaktadır. İkinci olarak ise kapalı havzanın sertleşen karasal özellikleri altında artan sıcaklıklar, evapotranspirasyon oranlarını yükselterek sistemden kaybolan su miktarını artırmakta ve kullanılabilir suyu tüketmektedir.



Şekil 5.4. Beyşehir Gölü Havzası su potansiyelinin gelecekteki değişimi (a) 2020'ler, (b) 2030'lar, (c) 2040'lar, (d) 2050'ler, (e) 2060'lar, (f) 2070'ler, (g) 2080'ler, (h) 2090'lar

Projeksiyon sonuçları, iklim değişikliğine bağlı olarak havzanın su dengesi üzerinde kalıcı ve yapısal değişimler yaşanabileceğine işaret etmektedir. Artan sıcaklıklarla birlikte potansiyel buharlaşma oranlarında yaşanacak sürekli artış, atmosferin su tutma kapasitesini büyütecek ve toprak neminin hızla tükenerek havzadaki yoğun hububat ve endüstri bitkilerinin çok daha erken su stresine girmesine yol açacaktır.

Buna karşılık, yüzeysel akış miktarlarında son derece kritik azalma eğilimleri dikkat çekmektedir. Model sonuçları, azalan yağışların doğrudan bir sonucu olarak yüzeysel akışlarda özellikle yüzyılın sonuna doğru ciddi kayıpların söz konusu olabileceğine işaret etmektedir. Yüzeysel akışların bu denli azalması ve buharlaşma kayıpları, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nün beslenme koşullarını ve su bütçesini son derece olumsuz etkileyecektir.

Yeraltı suyu beslenmesini sağlayan yüzeyaltı akış ve derine sızma (perkolasyon) bileşenlerinde de eşzamanlı bir kuruma eğilimi öngörülmektedir. Artan buharlaşma talebinin topraktaki suyu hızla tüketmesiyle, perkolasyona katılacak ve dolaylı yoldan göle/yeraltı suyuna ulaşacak suyun kalmaması, sistemin kilitlemesine yol açacaktır. Nitekim 5, 6, 8 ve 10 numaralı akış öteleme birimlerinde 2090'lı yıllarda su potansiyeli kayıplarının %81 ile %84 bandına dayanması bu durumun açık bir yansımasıdır. Bu durum, havzada yeraltı suyu seviyelerinde tehlikeli düşüşler yaşanması ve göl ekosisteminin tarımsal sulama baskısı altında sürdürülebilirliğini yitirmesi açısından yüksek bir risk oluşturmaktadır.

5.2. Tuzluluk Değişimleri

Beyşehir Gölü Havzası için hesaplanan tuzluluk değişimleri, her bir akış öteleme birimi ve on yıllık dönem için Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Beyşehir Gölü Havzası tuzluluk değişimleri

RRU No	2020ler	2030ler	2040ler	2050ler	2060ler	2070ler	2080ler	2090ler
1	1,18	1,06	1,56	1,57	1,58	2,20	1,81	4,97
2	1,22	1,09	1,55	1,51	1,50	1,90	1,71	3,28
3	1,22	1,08	1,51	1,48	1,48	1,86	1,63	3,00
4	1,16	1,01	1,37	1,39	1,38	1,68	1,50	2,76
5	1,19	0,97	1,54	1,60	1,43	2,43	1,94	5,58
6	1,22	1,07	1,57	1,68	1,48	2,51	2,14	6,49
7	1,13	0,98	1,32	1,36	1,37	1,63	1,44	2,71
8	1,11	1,03	1,43	1,57	1,21	1,81	1,77	5,61
9	1,10	0,97	1,29	1,35	1,36	1,62	1,44	2,79
10	1,01	0,93	1,32	1,45	1,22	1,76	1,75	6,75
11	1,12	0,94	1,35	1,38	1,24	1,82	1,59	4,91
12	0,97	0,85	1,18	1,40	1,17	1,92	1,60	8,44

RRU No	2020ler	2030ler	2040ler	2050ler	2060ler	2070ler	2080ler	2090ler
13	1,11	1,01	1,23	1,37	1,35	1,67	1,46	3,01
14	1,09	0,90	1,29	1,32	1,21	1,70	1,56	4,26
15	1,10	0,84	1,22	1,31	1,26	1,69	1,55	4,05
16	0,95	0,86	1,13	1,32	1,13	1,64	1,60	6,14
17	0,99	0,89	1,17	1,32	1,16	1,53	1,54	6,10
18	1,08	0,82	1,22	1,28	1,21	1,65	1,55	4,19
19	0,91	0,82	0,99	1,27	1,05	1,44	1,50	7,29
20	1,04	0,83	1,15	1,32	1,19	1,57	1,52	4,19

Model sonuçları, havza genelinde tuzluluk değerlerinde belirgin bir artış eğilimi olduğunu göstermektedir. Yakın gelecek dönemlerde (2030'lar–2040'lar), birçok hidrolojik birimde tuzluluk katsayılarının yaklaşık 1,3–1,6 aralığına yükseldiği görülmektedir. Bu durum, referans koşullara kıyasla yaklaşık %20–%60 aralığında bir artışa işaret etmekte olup, su miktarındaki azalmaya bağlı olarak tuz konsantrasyonunun artmaya başladığını göstermektedir.

Orta vadede (2050'ler–2070'ler), bu eğilimin daha belirgin hale geldiği görülmektedir. 2070'li yıllarda birçok alt havzada tuzluluk katsayılarının 1,5-2,5 aralığına ulaştığı dikkat çekmektedir. Özellikle 1, 5 ve 6 numaralı hidrolojik birimlerde bu artışın daha yüksek olduğu görülmekte olup, bu birimlerde tuzluluk seviyelerinde yaklaşık %100'e varan artışlar söz konusu olabilmektedir.

Yüzyılın sonuna doğru (2080–2090), su potansiyelindeki azalmaya bağlı olarak tuzluluk artışının daha keskin hale geldiği görülmektedir. 2090'lı yıllarda birçok alt havzada tuzluluk katsayılarının 3-5 kat aralığına ulaştığı; bazı birimlerde ise bu değerlerin 6–8 kat seviyelerine kadar çıkabildiği dikkat çekmektedir. Özellikle 12, 19, 10 ve 6 numaralı hidrolojik birimlerde tuzluluk katsayılarının oldukça yüksek değerlere ulaştığı görülmekte olup, bu durum bu alanlarda ciddi tuzluluk birikimi ve toprak bozunumu riskine işaret etmektedir.

Beyşehir Gölü Havzası'nda tuzluluk artışının daha keskin ve yüksek seviyelere ulaşma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum, havzada üretim sistemlerinin daha fazla yağışa bağımlı olması ve su kaynaklarının görece daha sınırlı ve değişken olması ile ilişkilendirilebilir.

Bu durumun temel nedeni, yağışların azalması ve sıcaklıkların artması ile birlikte hem su miktarının azalması hem de evapotranspirasyonun artmasıdır. Azalan su miktarı, mevcut tuz yükünün daha az su içerisinde çözünmesine neden olurken; artan buharlaşma, toprak içerisindeki tuzların yüzeye doğru taşınmasını hızlandırmaktadır. Ayrıca, yeterli yıkanma koşullarının sağlanamaması, tuzların toprak profilinde birikmesine yol açmaktadır.

Artan tuzluluk, Beyşehir Gölü Havzası'nda yaygın olan tahıl üretimi ve mera alanları açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Yüksek tuzluluk koşulları, bitkilerin su alımını zorlaştırmakta, büyüme süreçlerini olumsuz etkilemekte ve verim kayıplarına neden olabilmektedir. Uzun

vadede ise toprak yapısında bozulmalara yol aarak tarımsal üretkenliği düşürebilecek bir süreç başlatmaktadır.

6. TARIMSAL ETKİ ANALİZİ

Beyşehir Gölü Havzası için gerçekleştirilen tarımsal etki değerlendirmesi, iklim projeksiyonları, hidrolojik analizler ve mevcut tarımsal üretim verilerinin birlikte ele alındığı bütünleşik bir modelleme yaklaşımına dayanmaktadır. Bu kapsamda, havzanın mevcut üretim yapısının ortaya konulması ve iklim değişikliğinin gelecekteki üretim koşulları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla çok aşamalı bir analiz süreci yürütülmüştür.

İlk aşamada, havzanın mevcut tarımsal yapısı mekânsal olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda, tarım alanlarının dağılımı, ürün deseni ve üretim türleri değerlendirilmiş; özellikle tahıl üretimi ve mera alanlarının yaygınlığı dikkate alınmıştır. Üretim yapısının belirlenmesinde mevcut istatistiksel veriler, saha gözlemleri ve ilgili kurumsal veri kaynakları birlikte kullanılmıştır. Ayrıca topoğrafya, toprak özellikleri, suya erişim ve arazi kullanım biçimleri gibi üretimi etkileyen çevresel faktörler CBS ortamında analiz edilerek değerlendirmeye dâhil edilmiştir.

İkinci aşamada, iklim projeksiyonlarından elde edilen sıcaklık (T2M), yağış (PRCP) ve nispi nem (RH) verileri kullanılarak bitkisel üretim üzerindeki etkiler analiz edilmiştir. Bu kapsamda, özellikle tahıl üretimi açısından kritik olan gelişim dönemleri dikkate alınmış; sıcaklık artışı ve su stresi gibi faktörlerin verim üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilmiştir. Analizlerde ortalama iklim değişkenlerinin yanı sıra don olaylı gün sayısı, ardışık kurak günler ve "Büyüme Derece Günleri" (GDD) gibi tarımsal üretimi doğrudan etkileyen göstergeler de kullanılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, üretim sistemlerinin iklim değişikliğine karşı duyarlılığı ortaya konulmuştur.

Üçüncü aşamada ise su kaynakları ile tarımsal üretim arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Havzada üretimin önemli bir kısmının yağışa bağlı olması nedeniyle, su mevcudiyetindeki değişimlerin üretim üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca sulama yapılan alanlarda artan su talebi ve azalan su arzı birlikte ele alınarak gelecekteki su açığının üretim sistemi üzerindeki baskısı analiz edilmiştir. Bunun yanında hayvancılık faaliyetleri, özellikle yem üretimi üzerinden dolaylı su tüketimi açısından değerlendirilmiş ve havzanın toplam su talebi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

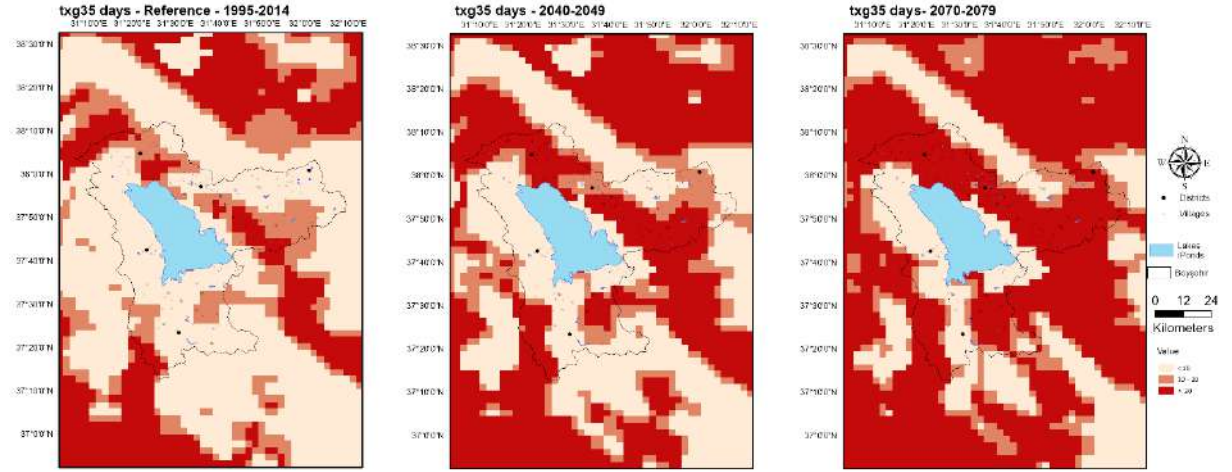
6.1. İklim Parametreleri ve İklim Endekslerinin Mekânsal Analizi

Beyşehir Gölü Havzası için bitki fizyolojisi ve tarımsal uzmanlık temel alınarak seçilen iklim endekslerindeki değişimler (1995-2014 referans dönemi ile 2040-2050 ve 2070-2080 gelecek dönemleri) yüksek çözünürlüklü olarak analiz edilmiştir.

Aşırı Sıcaklıklar

Şekil 6.1'de sunulan veriler, havzada yıllık ortalama "≥35 °C gün sayısı"nın 1995–2014 referans döneminde göl çevresi ve yüksek rakımlı alanların serinletici etkisiyle büyük ölçüde

<10 gün/yıl aralığında kaldığını; güney ve doğu kesimlerde ise bu değer 10–20 gün/yıl bandına çıktığını göstermektedir. Yakın gelecekte (2040–2049), tarımsal düzlüklerin büyük bölümünü kapsayacak şekilde genişleyen bu sıcak gün eşiği, özellikle doğu doğrultusunda belirginleşmektedir. Havzanın batı kesimlerinin dağlık yapısı ve tarım dışı arazi kullanımı nedeniyle bu etkinin sınırlı kaldığı görülürken, <10 gün/yıl sınıfı yalnızca kıyı şeridi ve daha yüksek rakımlı alanlara daralmaktadır. Uzak gelecekte (2070–2079) ise havzanın alçak rakımlı bölgelerinin büyük bir kısmı >20 gün/yıl sınıfına geçmekte; 10–20 gün/yıl zonu ise yalnızca daha yüksek rakımlı bölgelerde korunabilmektedir.



Şekil 6.1. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Maksimum sıcaklığın > 35,0°C olduğu bir yıldaki gün sayısının mekânsal dağılımı

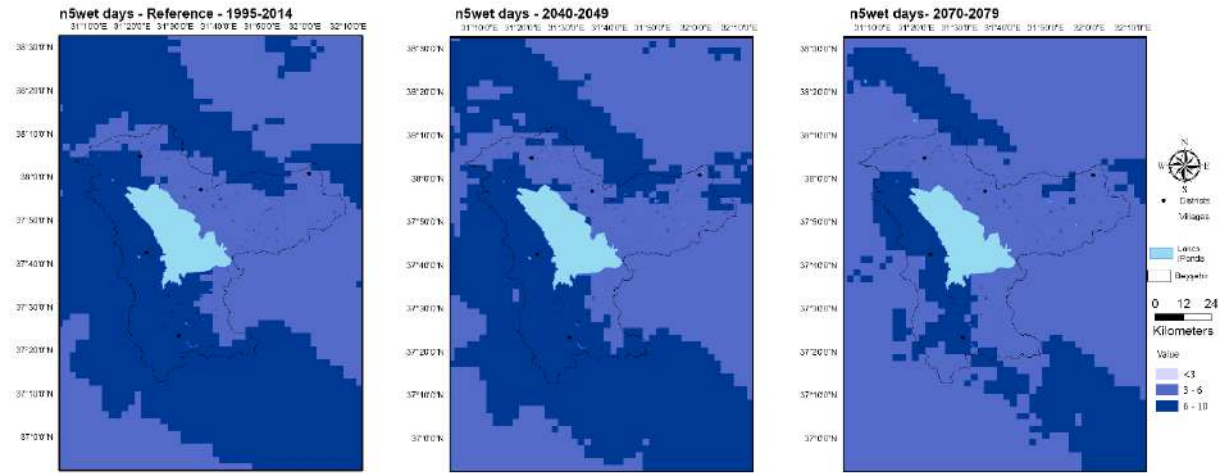
Bu ısıl değişim; başta buğday ve arpa gibi serin iklim tahıllarında başaklanma–dane doldurma döneminde ısı stresi ve verim kaybı riskinin, mısır ve şekerpancarında çiçeklenme ile fotosentez süreçlerinde kısıtların, meyvecilikte ise güneş yanığı hassasiyetinin belirgin şekilde artacağına işaret etmektedir. Sonuç olarak BG havzasında; ekim zamanı optimizasyonu, ısı toleransı yüksek ve erkenci çeşitlerin kullanımı, damla sulama ile sulama zamanlamasının kritik fenolojik dönemlere (çiçeklenme vb.) odaklanacak şekilde iyileştirilmesi, malçlama ve örtüleme gibi yöntemlerle yüzey neminin korunması ve üretimde göl çevresi ile yüksek rakımlı mikroklimaların önceliklendirilmesi, öngörülen ısı yükünü yönetmek adına temel uyum seçenekleri olarak öne çıkmaktadır.

Yağış Sürekliliği

Şekil 6.2’de sunulan N5wet (en az 5 ardışık yağışlı gün) göstergesinin yıllık ortalama mekânsal dağılımı, üç dönem boyunca büyük ölçüde 3–6 olay/yıl bandında yoğunlaşmaktadır. Kuzey–kuzeybatı yamaçları ve orografik yağışa açık kesimler, 6–10 olay/yıl sınıfı ile bölgedeki en yüksek yağış sürekliliğine sahip alanlar olarak öne çıkmaktadır. 2040–2049 döneminde bu

yüksek sınıflı alanların lokal olarak genişleme eğilimi gösterdiği; 2070–2079 döneminde ise güney ve güneydoğu kesimlerinde <3 olay/yıl seviyesinde 'düşük yağışlı periyot' zonlarının oluştuğu, kuzey kuşakta ise 6–10 olay/yıl bandının varlığını koruduğu görülmektedir.

Bu bulgular, havzadaki yağışın kümelenme (ardışık ıslak periyotlar) eğiliminin genel yapısını koruduğuna; ancak yağışın mekânsal yoğunlaşma paternindeki değişimlerin tarımsal risk profilini doğrudan etkileyebileceğine işaret etmektedir. Özellikle azalış eğilimi gösteren bölgelerde, toprak suyunun yenilenmesi ve yüzey akış yoluyla göl beslenimi açısından kısıtlayıcı bir etki oluşması muhtemeldir.



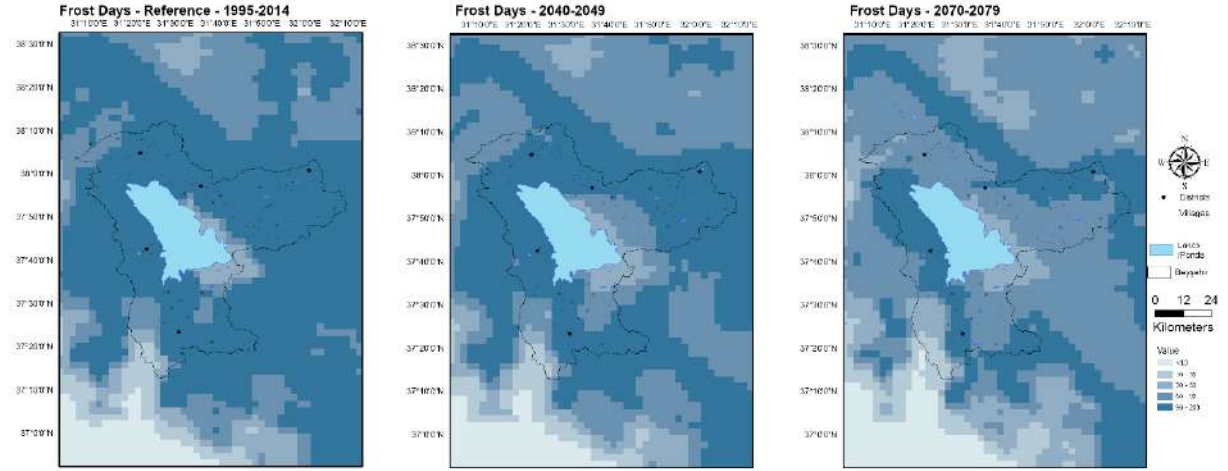
Şekil 6.2. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için 5 Günlük Yağışlı Gün Periyodu sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Uygulama stratejileri kapsamında; toprak infiltrasyon kapasitesini artırmak için yağmur suyu hasadı, anız/malç yönetimi ve az yüzey işleme (minimum tillage) uygulamaları kritik uyum önlemleri olarak öne çıkmaktadır. Son olarak; n5wet indeksinin toplam yağış miktarından ziyade yağışın zamansal sürekliliğini ve kümelenme karakterini ölçtüğü, dolayısıyla kuraklık yönetimi açısından bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Don Günleri

Beyşehir Gölü Havzasına ait don günü (frost days) haritaları (Şekil 6.3), don riskinin gölün ılımanlaştırıcı etkisinden uzaklaştıkça mekânsal olarak arttığını ortaya koymaktadır. Referans dönemde (1995–2014) havzanın büyük bölümü yıllık 30–60 don günü bandında yer alırken, göl kıyıları ve güney yamaçlar 10–30 gün ile daha ılıman bir mikroiklim yapısına sahiptir. Yakın gelecekte (2040–2049) don günlerinde görülen azalma özellikle güney ve batı kesimlerde belirginleşerek bu alanları 10–30 gün bandına çekmektedir; ancak kuzey ve kuzeydoğudaki yüksek rakımlı iç plato alanlarında don sıklığı 30–60 (yer yer 60–90) gün düzeyinde kalmaya devam etmektedir. Uzak gelecekte (2070–2079) ise bu azalma eğilimi havza geneline yayılmaktadır. Güney kesimler ve göl çevresinde don günleri çoğunlukla 10–

30 aralığına gerilerken, yüksek rakımlı kuzey–doğu şeridi don riski açısından görece kritik (30–60 gün) konumunu sürdürmektedir.



Şekil 6.3. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Don Olayı Yaşanan Gün sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Bu desen; tarımsal planlama ve risk yönetimi açısından aşağıdaki içgörülerini sunmaktadır:

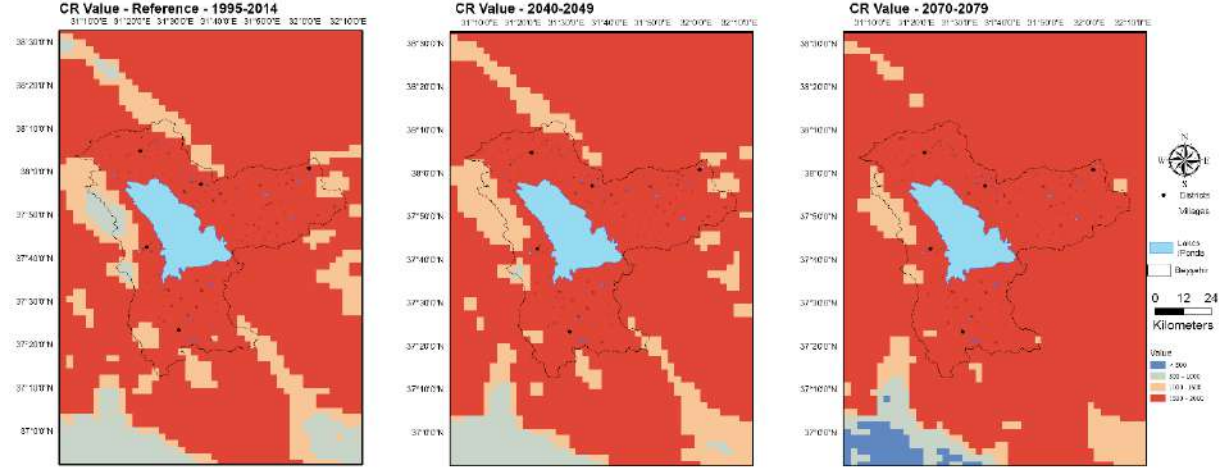
- Göl çevresi ve güney bakıların, don riski açısından daha elverişli üretim alanları olmaya devam edeceği öngörülmektedir. Buna karşın, yüksek ve iç kesimlerde don zararıyla mücadele için geç çiçeklenen çeşit/anaç seçimi, rüzgâr makineleri ve üstten sulama gibi aktif koruma yöntemlerinin uygulanması gerekliliği sürmektedir.
- Kış zararı olasılığındaki genel azalma olumlu olmakla birlikte, artan sıcaklıklar nedeniyle erken fenoloji (erken çiçeklenme/gelişme) riskinin ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bu durum, bitkilerin 'geç ilkbahar donları'na karşı daha savunmasız kalmasına neden olabileceğinden, don riski haritaları ile fenolojik takvimin eşgüdümü izlenmesi kritik önem taşımaktadır.

Soğuklama İhtiyacı (CR)

Beyşehir Gölü Havzasına ait soğuklama ihtiyacı (CR) haritaları (Şekil 6.4), 1995–2014 referans döneminde havzanın neredeyse tamamının 1.500–2.000 birim aralığında yer aldığını ortaya koymaktadır. Bu değerler; elma (Golden ve Starking Delicious gibi) ve kiraz (Napoleon gibi) türleri başta olmak üzere, yüksek soğuklama ihtiyacı duyan ağaçlar için dahi yeterli birikimin mevcut olduğunu kanıtlamaktadır.

2040–2049 döneminde mevcut dağılım büyük ölçüde korunmaktadır; göl çevresi, kuzey plato ve doğu-kuzeydoğu kesimler ≥ 1.500 birim bandında kalırken, yalnızca havzanın güney kenarında ve alçak kotlu cephelerde sınırlı bir gerileme (1.000–1.500 birim aralığı) gözlenmektedir. 2070–2079 döneminde ise bu azalma eğilimi bir miktar daha belirginleşse de, havzanın merkezi (göl çevresi ve kuzey plato) ≥ 1.500 birimlik soğuklama potansiyelini

korumaya devam etmektedir. Güney ve güneydoğu eşiklerinde ise yer yer 1.000–1.500 birim aralığına düşüşler dikkat çekmektedir.



Şekil 6.4. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Soğuklama İhtiyacı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

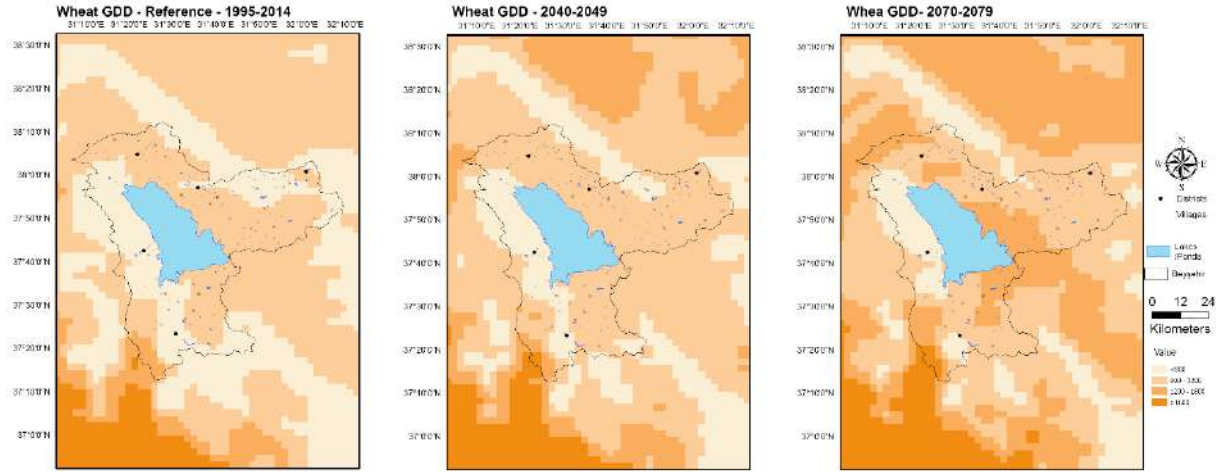
Genel bir değerlendirme yapıldığında; havza genelinde soğuklama arzının güçlü kalmaya devam ettiği görülmektedir. Ancak yüzyılın ikinci yarısında, alçak rakımlı güney kuşağında yüksek soğuklama ihtiyacı duyan (≥ 1.500 birim) çeşitlerde kısmi yetersizlik riski ortaya çıkabilir. Bu kapsamda; söz konusu alanlarda daha düşük soğuklama gereksinimi olan çeşit/anaç seçimine yönelmesi ve yetiştiricilik faaliyetlerinin daha serin bakılara ve yüksek kotlara kaydırılması, iklim değişikliğine uyum stratejileri açısından kritik öneme sahiptir.

6.2. Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkiler

Karasal iklim etkilerinin hakim olduğu havzada tarla bitkilerinin ısı birikimi (GDD) muazzam bir ivmelenme gösterecektir.

Buğday

Beyşehir Gölü Havzası'nda buğday üretimi için biriken GDD değerleri, kuzeybatıdan güneye doğru artan belirgin bir enlem ve rakım gradyanı sergilemektedir (Şekil 3.5). Referans dönemde (1995–2014) göl çevresindeki serin mikroklima kuşağı ve kuzey plato 1.200–1.600 GDD bandında yoğunlaşırken, güney ve güneydoğu eşikleri yer yer >1.600 GDD sınıfına ulaşmaktadır. 2040–2049 döneminde, gölün güneyindeki alanlar geniş ölçekte 1.600 GDD aralığına geçmekte; yalnızca yüksek rakımlı kuzey kenarlar 1.200–1.600 GDD değerlerini korumaktadır. 2070–2079 projeksiyonunda ise bu artış eğilimi daha da belirginleşerek, havzanın büyük bölümünü >1.600 GDD eşığının üzerine taşımaktadır. Bu süreçte görece düşük ısı birikimi değerleri yalnızca yüksek kotlu kuzeybatı alanlarında sınırlı kalmaktadır.



Şekil 6.5. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Buğday Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Artan GDD, kışlık buğdayda fenolojik hızlanma (erken sapa kalkma, başaklanma ve kısalan dane doldurma evresi) eğilimini güçlendirmektedir. Bu durum, özellikle sıcak ve kurak geçen ilk yaz koşullarıyla birleştiğinde; dane doldurma süresinin kısıtlanması ve bunun sonucunda verim ve kalite kaybı riskini artıracak bir tehdit oluşturmaktadır. Bu riskleri yönetmek adına aşağıdaki uyum stratejileri önerilmektedir:

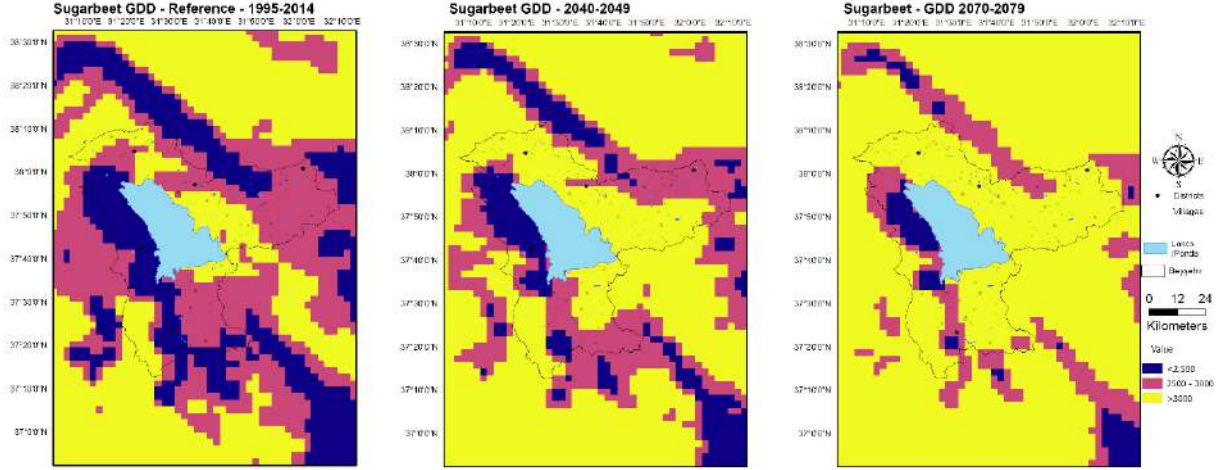
- Güney ve düşük rakımlı alanlarda; dane doldurma dönemini aşırı sıcaklardan koruyacak şekilde ekim tarihinin ötelenebileceği veya daha geç olgunlaşan çeşitlerin tercih edilebileceği değerlendirilmelidir.
- Tane doldurma döneminde bitki üzerindeki ısı stresini hafifletmek amacıyla, sulama stratejilerinin toprak nemini korumaya odaklanacak şekilde yoğunlaştırılması gerekmektedir.
- Göl çevresindeki serin kuşak, daha dengeli bir gelişme süreci sunmaya devam edecektir. Bu alanlarda; gün uzunluğuna ve vernalizasyon (kışlama) gereksinimi yüksek genotiplerin kullanılması, artan ısı birikimi baskısını dengeleyebilir.

Sonuç olarak; ısıya duyarlı kalite parametrelerinin korunması için yetiştirme hedeflerinin bu değişen ısıl rejime göre yeniden güncellenmesi, havza genelindeki sürdürülebilir üretim için kritik önem taşımaktadır.

Şeker Pancarı

Şeker pancarı üretimi için ısı birikimi projeksiyonları Şekil 6.6'da sunulmuştur. Referans dönemde (1995–2014) göl çevresindeki serin kuşak ve batıdaki yüksek plato boyunca <math>< 2.500</math> BGD ile 2.500–3.000 GDD sınıfları hâkimken, güney ve doğu eşliğinde >3.000 GDD değerlerine sahip alanlar mevcuttur. 2040–2049 döneminde bu ısıl eşikler belirgin biçimde >3.000 GDD bandına doğru kaymaktadır; göl çevresindeki dar serin şerit ve batıdaki dik

yamaçlar dışında havzanın büyük bir kısmı yüksek ısı birikimi sınıfına geçiş yapmaktadır. 2070–2079 projeksiyonunda ise batıdaki yüksek kotlardan gelen dar bir şerit hariç, neredeyse tüm havza >3.000 GDD düzeyine ulaşmaktadır. Bu durum, fenolojik evrelerin hızlanacağı ve tüm vejetasyon süresi boyunca ısı birikiminin oldukça yüksek seyredeceği anlamına gelmektedir.



Şekil 6.6. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Şeker Pancarı Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

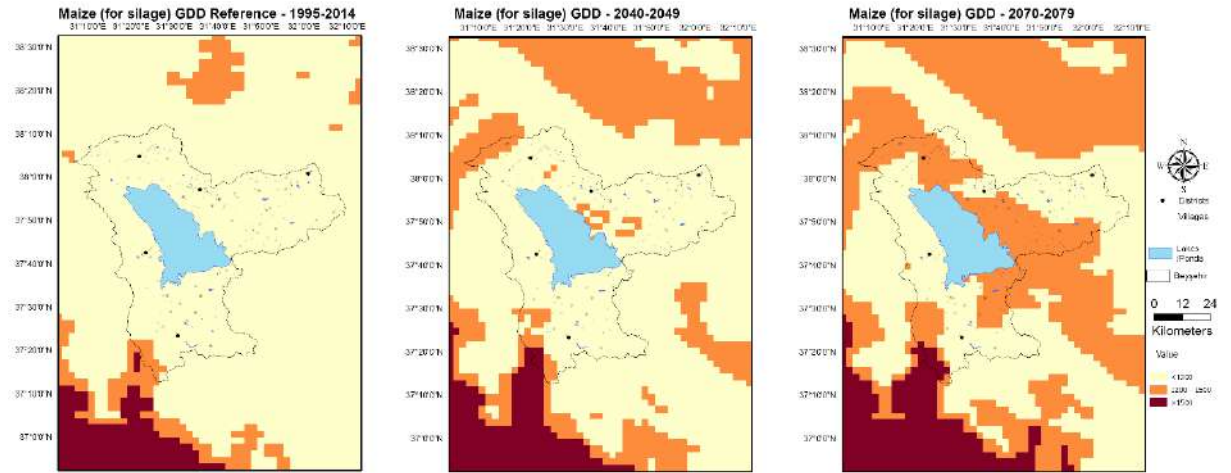
Artan GDD değerleri, pancarda erken olgunlaşma ve hızlı yaprak-kök gelişimi potansiyeli sunsa da; yaz sonu ve erken sonbaharda beklenen yüksek sıcaklık ile su açığı kombinasyonu, şeker yüzdesinde düşüşe, respirasyon (solunum) kayıplarında artışa ve sıcaklık stresine bağlı verim kayıplarına yol açabilir. Bu riskleri yönetmek adına, farklı avantaj ve dezavantajlar barındıran iki temel yönetim senaryosu değerlendirilmiştir:

- Senaryo 1: Erken Dönem Yönetimi (Isı Stresinden Kaçınma) Birinci senaryo, vejetasyon döneminin yaz ortasındaki sıcaklık piklerinden önce tamamlanmasına odaklanan bir "Isıdan kaçınma" stratejisi sunmaktadır. Bu yaklaşıma göre, serin ilkbahar sıcaklıklarından maksimum fayda sağlamak amacıyla ekim tarihinin erkene çekilmesi ve bitkinin aşırı yaz sıcaklarına yakalanmadan hasat edilmesi hedeflenir. Sulama programının etkin yönetimi ve kritik evrelerde toprak nemini koruyucu önlemlerin alınması, bu süreçte öne çıkan uygulamalardır. Ayrıca azot dozunun, şeker oranını düşürebilecek aşırı vejetatif büyümeyi engellemek için dengelenmesi ve ısı toleransı yüksek veya geççi çeşitlerin tercih edilmesi önem taşır. Ancak bu senaryo ısı stresini azaltmakla birlikte, şeker pancarının kök şişirme ve şeker depolama sürecinin sonbahar sonundaki gece-gündüz sıcaklık farklarına bağlı olduğu dikkate alındığında, şeker oranında olası kayıplara karşı dikkatli olunması gerekmektedir.

- Senaryo 2: Geç Dönem Yönetimi (Kalite ve Şeker Konsantrasyonu Odaklı) İkinci senaryo ise, bitkinin kaliteli şeker depolama sürecini maksimize etmeye odaklanan bir "kalite ve şeker konsantrasyonu" stratejisidir. Bu modelde, ileri tarihli ekim yapılarak gelişim periyodu kaydırılır ve Temmuz–Ağustos aylarındaki yüksek sıcaklık dönemlerinde sulama aralığı sıklaştırılarak bitkinin sıcaklık stresine karşı dirençli tutulması hedeflenir. Sulama programına erken sonbahar yağışlarının dahil edilmesiyle bitki su tüketimi optimize edilirken, kök şeker konsantrasyonunun hedeflenen seviyeye ulaşması için hasadın Kasım–Aralık aylarına kadar ötelenmesi esas alınır. Bu yaklaşım, şeker oranı açısından daha güvenli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Silajlık Mısır

Şekil 6.7 havzada silajlık mısır üretimi için kritik bir gösterge olan ısı birikimi projeksiyonlarını sunmaktadır. Referans dönemde (1995–2014) üç farklı ısıl sınıf dengeli bir dağılım sergilerken, 2040–2049 döneminde özellikle havzanın tarımsal açıdan en yoğun bölgesi olan doğu kesimlerinde belirgin bir ısı birikimi artışı gözlenmektedir. Bu dönemde göl çevresindeki serin şerit ve kuzeybatı yamaçlar dışında, havza merkezi ve doğusu 1.200 GDD bandında yoğunlaşmaktadır. 2070–2079 döneminde ise ısıl koşulların daha da genişlediği ve havzanın büyük kısmının 1.200 GDD eşiğini aştığı görülmektedir; merkez-doğu kesimler 1.200–1.500 GDD, güney ve güneybatı kuşağı ise yer yer ≥ 1.500 GDD seviyesine ulaşmaktadır.



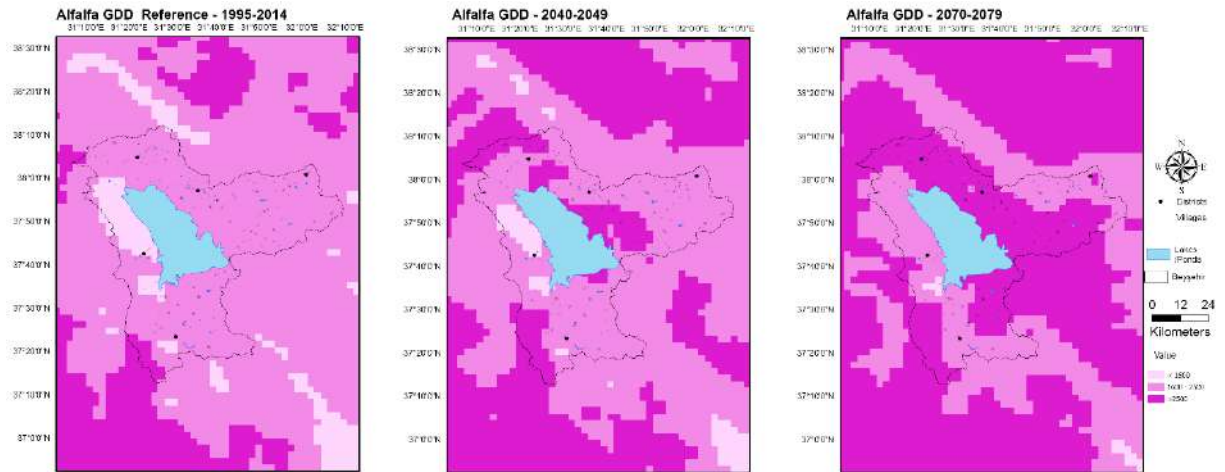
Şekil 6.7. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Silajlık Mısır Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Artan GDD değerleri; daha uzun FAO olgunluk grubuna sahip (geççi) hibritlerin denenmesine, ekim tarihlerinin erkene çekilmesine ve özellikle güney/doğu alt havzalarda tahıl hasadı sonrası 'ikinci ürün' silajlık mısır üretimine olanak tanımaktadır. Ancak bu fırsatların yanı sıra, yaz ortasında artan ısı–kuraklık baskısı ve buna bağlı sulama suyu talebi ciddi bir risk unsuru oluşturmaktadır. Bu noktada, hidrolojik model bulgularının mekânsal ölçekte değerlendirilmesi,

su stresinin bitki sindirilebilirliği ve kuru madde birikimi üzerindeki olumsuz etkilerinin yönetimi açısından kritik önem taşımaktadır. Silaj kalitesini korumak amacıyla; basınçlı ve hassas sulama sistemlerinin kullanımı, kuraklığa ve ısıya toleranslı hibritlerin seçimi, azot yönetiminin protein-lif dengesini gözeterek şekilde optimizasyonu ve hasat zamanlamasının süt-hamur dönemine hassasiyetle ayarlanması, temel uyum tedbirleri olarak öne çıkmaktadır.

Yonca

Şekil 6.8'de havzadaki yonca üretimi için kritik bir gösterge olan ısı birikimi dağılımı sunulmaktadır. Referans dönemde (1995–2014) havzanın büyük bir kısmı 1.600–2.500 GDD bandında yer alırken, gölün batı çevresi ve kuzeydeki yüksek kesimler serin mikroklima özelliklerini korumakta; güney ve doğu alt havzalar ise yer yer >2.500 GDD eşiğine ulaşmaktadır. 2040–2049 döneminde yüksek ısı birikimine sahip alanlar genişlemekte; 2070–2079 projeksiyonunda ise bu eğilim tamamlanarak, batıdaki dar bir mikro-serin kuşak ve yüksek rakımlı alanlar hariç, havzanın neredeyse tamamı >2.500 GDD sınıfına yerleşmektedir.



Şekil 6.8. Beyşehir Gölü Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Yonca Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Bu artış; vejetasyon süresinin uzaması, biçimler arası dinlenme süresinin kısalması ve yeterli su varlığında sezonda ilave bir biçim (hasat) imkanı sunması gibi agronomik fırsatlar yaratmaktadır. Ancak bu potansiyel, özellikle güney ve doğu alt havzalarda yaz ortası su talebinin ve sıcaklık/kuraklık stresinin belirgin biçimde artacağı gerçeğiyle çelişmektedir. Bu riskleri yönetmek amacıyla; basınçlı ve hassas sulama sistemlerinin kullanımına ek olarak, erken biçim stratejilerinin uygulanması, yaz ısısına toleranslı çeşitlerin seçilmesi ve kök sağlığını koruyan yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi kritik önem kazanmaktadır.

Bununla birlikte, iklim projeksiyonları yonca tarımının havza su kullanım etkinliği (WUE) açısından uzun vadede sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Bu kapsamda; tarımsal su kaynaklarını korumak adına, daha az su tüketen kışık tek yıllık baklagil ve buğdaygil yem

bitkisi türlerinin ekim alanlarına dahil edilmesi ve yonca tarımına alternatif olarak planlanması, havza bazlı iklim uyum stratejileri açısından stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

6.3. Hayvancılık Üzerindeki Etkiler

Beyşehir Gölü Havzası'ndaki kapalı havza yapısı, hayvancılık faaliyetlerini su kaynakları açısından Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'na kıyasla çok daha kırılgan ve göl rezervlerine bağımlı hale getirmektedir. İklim projeksiyonları ile model verim çıktılarının entegre analizi, havzadaki kaba yem tedariki ile hayvan varlığı arasında ciddi bir "Yönetimsel Düşümlenme" yaşanacağını göstermektedir.

Mevcut Durum ve Kaba Yem-Su Dengesi

Havzadaki 484,7 km²'lik sulanan alanın %3,40'ı (1.648 ha) yonca, %3,90'ı ise (1.890 ha) silajlık mısır üretiminden oluşmaktadır. Mevcut verim ortalamalarına göre havzada yıllık 75.600 ton silajlık mısır ve 41.200 ton yonca üretilmektedir. Bu alan büyüklükleri, rasyon-temelli kg girdisine dayalı taşıma kapasitesi projeksiyonlarının temel girdisini oluşturmaktadır (Tablo 6.1).

Tablo 6.1. Hayvan türlerine göre günlük rasyon girdisi ve su tüketimi

Hayvan Türleri	Rasyon		Su Tüketimi
Süt İnekleri	Yem (%19 Protein)	11 kg	100 litre
	Mısır Silajı	18 kg	
	Yonca	1 kg	
	Saman	4 kg	
Besi Sığırları	Rasyon		Su Tüketimi
	Yem (%19 Protein)	5 kg	50 litre
	Mısır Silajı	10 kg	
	Yonca	3 kg	
Saman	5 kg		
Koyun- Keçi	Rasyon		Su Tüketimi
	Yem (%19 Protein)	0.3 kg	30 litre
	Yonca	0.5 kg	
	Saman	0.5 kg	
Arpa	0.5 kg		

Referans dönemde (2004-2024) havzadaki canlı baş hayvan sayısı ise Tablo 6.2'de verilmiştir (TÜİK, 2024b). Havzada 2004–2024 referans dönemi incelendiğinde hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvan varlığında dikkat çekici dalgalanmalar gözlenmiştir. Büyükbaş hayvan grubu içerisinde kültür ve kültür melezi ırkların sayısında dönemsel olarak artış eğilimi görülürken, yerli ırklarda genel olarak gerileme dikkati çekmektedir. 2004 yılında 16.636 baş olan kültür

ırkı sığır sayısı, 2021'de 72.459 baş ile en yüksek seviyeye ulaşmış, ancak takip eden yıllarda azalma eğilimi göstererek 2024'te 63.693 başa gerilemiştir. Kültür melezi ırklar da benzer biçimde 2004 yılında 17.447 baş iken, 2011 yılında 24.562 baş ile zirveye çıkmış, 2024 yılı itibarıyla ise 17.009 baş seviyesinde kaydedilmiştir. Yerli ırk sığır varlığı ise 2004 yılında 6.231 baş iken, izleyen yıllarda dalgalı bir seyir izlemiş, 2016'da 10.844 baş ile maksimuma ulaşmış, fakat 2024'te 5.697 başa kadar düşmüştür. Manda varlığı ise havzada sınırlı düzeyde olup, dönem boyunca 2–455 baş arasında değişim göstermiş ve 2024 yılında 27 baş ile oldukça düşük bir seviyede seyretmiştir.

Tablo 6.2. Beyşehir Gölü Havzası 2004-2024 yılları arası referans dönem canlı hayvan baş sayısı

BG Havzası	Büyükbaş				Küçükbaş			
	Sığır				Koyun		Keçi	
Referans Yıllar	Kültür	Kültür Melezi	Yerli	Manda	Yerli	Merinos	Tiftik Keçisi	Kıl Keçisi
2004	16.636	17.447	6.231	16	39.607	185	-	26.197
2005	19.974	17.538	5.730	15	41.207	184	35	25.705
2006	27.767	17.392	5.794	24	34.531	616	-	28.010
2007	38.424	11.838	7.231	3	43.626	621	-	30.747
2008	39.865	12.341	10.186	3	34.022	813	-	23.535
2009	32.664	12.899	4.075	3	31.647	10	-	13.695
2010	34.668	20.274	4.527	3	44.992	950	-	20.950
2011	43.015	24.562	5.413	2	54.920	902	5	39.075
2012	52.199	22.310	8.382	2	65.660	894	175	34.956
2013	57.518	24.529	9.435	2	71.416	946	160	39.120
2014	55.877	25.179	9.775	50	101.311	775	180	45.162
2015	53.118	24.298	10.236	104	107.653	715	153	46.080
2016	58.182	25.990	10.844	125	110.018	1.694	100	45.818
2017	57.169	16.064	5.478	244	69.422	1.413	100	41.626
2018	58.374	15.874	5.892	421	80.783	1.926	100	48.943
2019	63.029	17.644	6.702	436	89.811	2.117	122	51.445
2020	67.292	15.175	6.493	455	100.854	13.649	138	51.881
2021	72.459	16.489	6.481	311	114.953	10.565	128	56.147
2022	66.963	16.320	6.114	291	103.806	8.269	117	45.252
2023	64.398	14.792	5.613	283	95.164	8.462	5	39.299
2024	63.693	17.009	5.697	27	86.159	185	-	36.996

Küçükbaş hayvan varlığında da önemli dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Özellikle koyun sayısında 2004 yılında 39.607 baş olan varlık, 2015 yılında 107.653 baş ile en yüksek değere

ulaşmış, ardından azalma eğilimine girerek 2024'te 86.159 baş olarak kaydedilmiştir. Merinos ırkı koyun sayısı, dönem içerisinde düşük düzeylerde kalmakla birlikte 2020 yılında 13.649 baş ile en yüksek seviyeye çıkmış, ancak 2024'te 185 başa kadar gerilemiştir. Keçi varlığında ise özellikle kıl keçisi, havzanın küçükbaş hayvancılığında temel unsur olmuştur. 2004 yılında 26.197 baş olan kıl keçisi sayısı, 2020'de 51.881 baş ile zirveye ulaşmış, fakat 2024 yılında 36.996 başa düşmüştür. Tiftik keçisi varlığı ise dönem boyunca sınırlı kalmış, en fazla 2012 yılında 175 baş ile kaydedilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Beyşehir Gölü havzasında 2004–2024 döneminde hayvancılıkta kültür ırkı sığır ve koyun varlığında artış yönünde uzun dönemli bir eğilim olduğu, ancak 2020 sonrası süreçte büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayılarında belirgin bir düşüş yaşandığı görülmektedir. Bu durum, bölgedeki tarımsal üretim dinamiklerinin, mera alanlarının durumu, yem kaynakları ve sosyo-ekonomik faktörlerle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Rasyon hesaplamalarına göre referans dönemde mevcut mısır üretimi, sığırların kaba yem ihtiyacının sadece %20'sini; yonca üretimi ise %75'ini karşılayabilmektedir.

Hayvan Varlığının Gelecekteki Durumu

Havzadaki hayvan varlığının gelecekteki eğilimlerini belirlemek amacıyla, Üçlü Üstel Düzleştirme (ETS- Exponential Triple Smoothing) modeli kullanılarak hayvan varlığına ilişkin zaman serisi tahminleri gerçekleştirilmiştir. ETS modeli, geçmiş verilerdeki trend, mevsimsellik ve düzensiz bileşenleri aynı anda dikkate alarak geleceğe yönelik öngörüler sunmaktadır. Üstel düzleştirme tekniğine dayanan bu yaklaşım, zaman serisindeki mevsimsel paternleri otomatik olarak tespit edebilmekte ve ilgili eğilimleri gelecek dönemlere yansıtılabilmektedir.

Modelin kurulumunda, verinin karakteristik özelliklerine uygun olarak şu parametre optimizasyonları sağlanmıştır: Mevsimsel bileşenlerin dinamik yapısını yakalamak adına, mevsimsellik parametresi otomatik tanıma modunda çalıştırılmıştır. Zaman serisindeki olası veri boşluklarının analizi olumsuz etkilememesi adına bu değerler sıfır olarak işlenmiş; farklı zaman ölçeklerindeki verilerin birleştirilmesi sürecinde ise varsayılan (ortalama) toplama yöntemi esas alınarak projeksiyonun istikrarlılığı sağlanmıştır.

ETS modeli yardımıyla, yakın gelecek (2040–2049) dönemi için 10 yıllık tahminler yapılmış ve bu yıllara ait tahmini hayvan sayılarının ortalaması alınmıştır. Uzak gelecek (2070–2079) dönemi için aynı şekilde 10 yıllık tahminler üretilmiş ve ortalamalar hesaplanmıştır. Model çıktıları, %95 güven aralığında hesaplanmış olup, elde edilen veriler, havzadaki büyükbaş (kültür, kültür melezi, yerli, manda) ve küçükbaş (yerli koyun, merinos koyun, kıl keçisi) varlığının gelecek yıllardaki olası değişim eğilimlerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır (Tablo 6.3). Bu analizler ışığında, 2040–2049 periyodu yakın gelecek, 2070–2079 periyodu ise

uzak gelecek projeksiyonlarını temsil ederek havza ölçeğindeki hayvansal üretim planlamalarına temel oluşturmaktadır.

Tablo 6.3. Beyşehir Gölü Havzası için referans, yakın gelecek ve uzak gelecek canlı hayvan baş sayısı projeksiyonları

BG Havzası		Referans 2004-2024	Yakın Gelecek 2040-2049	Uzak Gelecek 2070-2079
Büyükbaş	Sığır - Kültür	49.680	114.171	187.495
	Sığır - Kültür Melezi	18.379	18.044	18.589
	Sığır - Yerli	6.968	6.406	6.624
	Manda	134	411	974
Toplam		75.161	139.032	213.682
Küçükbaş	Yerli Koyun	72.455	193.960	307.644
	Merinos Koyun	2.785	16.685	29.954
	Tiftik Keçisi	116	219	359
	Kıl Keçisi	37.649	80.218	120.003
Toplam		113.005	291.082	457.960

Beyşehir Gölü Havzası'nda gerçekleştirilen analizler; DSİ'nin sulanan alan verileri ile TÜİK'in 2024 yılı ekim deseni istatistiklerinin sentezlenmesiyle oluşturulmuştur. Bu veriler, havzalardaki kaba yem arzını (yonca ve silajlık mısır üretimi) nicel olarak ortaya koymakta; rasyon-temelli taşıma kapasitesi hesaplamaları için kritik birer veri girdisi sağlamaktadır.

Tablo 6.4, havzanın toplam sulanan alanları ve temel kaba yem bitkilerine ayrılan arazilerin mekânsal dağılımını özetlemektedir

Tablo 6.4. Havza bazlı kaba yem üretim alanları

Toplam Sulanan Alan (km²)	484,7
Yonca (km² / ha)	16,48 / 1.648
Silajlık Mısır (km² / ha)	18,90 / 1.890

2024 yılı itibarıyla Beyşehir Gölü Havzası'nda sulanan alanın 1.890 ha'sı silajlık mısır ve 1.648 ha'sı yonca ile kaplıdır. Mevcut verimler referans dönemde mısır için ortalama 40 t/ha, yonca için 25 t/ha düzeyindedir. Bu alanlardan sağlanan yıllık üretim sırasıyla yaklaşık 75.600 t mısır ve 41.200 t yonca olarak hesaplanmıştır.

Referans dönemde havzadaki toplam büyükbaş hayvan sayısı 75.161 baş, küçükbaş hayvan sayısı ise 113.005 baş olarak tespit edilmiştir. Rasyon bazlı günlük tüketim dikkate alındığında, referans dönemde büyükbaş hayvanların toplam mısır ihtiyacı 384.050 t/yıl olup mevcut üretimin yalnızca %20'si karşılık sağlamaktadır; yonca tüketimi ise 54.800 t/yıl olup mevcut üretim %75 oranında yeterlidir. Küçükbaşlar için gereken yonca miktarı yaklaşık 20.600 t/yıl olup havza içi kaynaklarla beslenmeleri mümkün görünmektedir.

Yakın gelecek projeksiyonlarında (2040–2049), büyükbaş sayısı 139.032 başa, küçükbaş sayısı 291.082 başa ulaşmaktadır. Bu durumda mısır ihtiyacı yaklaşık 710.000 t/yıl, yonca ihtiyacı ise 117.000 t/yıl olarak hesaplanmış; mevcut üretim yalnızca sırasıyla %11 ve %37 oranında karşılık sağlayabilmektedir.

Uzak gelecek senaryosunda (2070–2079) büyükbaş 213.682 baş, küçükbaş 457.960 baş olarak tahmin edilmiş; mısır ve yonca üretimi ise ihtiyaçları karşılamada büyük ölçüde yetersiz kalmakta ve havza dışı kaynaklardan destek gerekmektedir. Bu bulgular, Beyşehir Gölü Havzası'nda mevcut ve projeksiyon dönemlerinde özellikle büyükbaş hayvancılık için silajlık mısır ve yonca üretiminin yetersiz olduğunu; küçükbaş hayvancılık için ise yoncanın havza içi üretimle kısmen karşılanabildiğini göstermektedir. İlerleyen yıllarda su ve yem bitkisi üretim stratejilerinin, hayvan sayılarındaki artışa göre optimize edilmesi kritik önem taşımaktadır.

Referans dönemde (2004–2024), Beyşehir Gölü Havzası'ndaki toplam büyükbaş (75.161 baş) ve küçükbaş (113.005 baş) hayvanlar için rasyon bazlı günlük su tüketimi hesaplandığında, büyükbaş hayvanların günlük yaklaşık 3.450 m³, küçükbaş hayvanların ise yaklaşık 1.240 m³ suya ihtiyaç duyduğu görülmektedir; bu durum, yıllık olarak sırasıyla yaklaşık 1,26 milyon m³ ve 0,45 milyon m³ toplam su talebi anlamına gelmektedir.

Yakın gelecek projeksiyonları (2040–2049) için büyükbaş sayısı 139.032 baş, küçükbaş sayısı 291.082 baş olarak tahmin edildiğinde, günlük su talebi büyükbaşlar için ~6.380 m³, küçükbaşlar için ~3.200 m³'e yükselmekte ve yıllık toplam su ihtiyacı yaklaşık 2,33 milyon m³ (büyükbaş) ve 1,17 milyon m³ (küçükbaş) olarak öngörülmektedir.

Uzak gelecek (2070–2079) senaryosunda, büyükbaş sayısı 213.682 baş, küçükbaş sayısı 457.960 başa ulaşmakta; bu durumda günlük su talebi büyükbaşlar için ~9.800 m³, küçükbaşlar için ~5.050 m³ olup, yıllık toplam su ihtiyacı sırasıyla 3,58 milyon m³ ve 1,84 milyon m³ olarak hesaplanmaktadır.

Bu veriler, Beyşehir Gölü Havzası'nda mevcut su kaynaklarının özellikle yakın ve uzak gelecek senaryolarında hayvancılığın rasyon temelli su talebini karşılamada sınırlı olabileceğini göstermektedir. Büyükbaş ve küçükbaş sayılarındaki artış, havza su kaynakları üzerindeki baskıyı artıracak ve su yönetimi stratejilerinin kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Artan sıcaklık, su kaynaklarının giderek yetersiz hale gelmesi ve yem bitkilerinin yetiştirilme oranı ile verimindeki düşüş, hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvancılık üzerinde doğrudan baskı oluşturmaktadır. Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası için SSP3-7.0 senaryosu kapsamında tahmin edilen bitki verim grafikleri, 2004–2015 dönemi ile kıyaslandığında genel olarak verimlerde düşüş veya durağanlık sinyali vermektedir. Buğday ve elmada düşüşler görece olarak ılımlı iken, mısır verimindeki düşüş belirgin ve belirsizlik yüksek; yonca ise nispeten dengeli seyretmektedir. Bu durum, havzadaki büyükbaş hayvancılığın özellikle süt ve

besi sığırları için gerekli enerji ve protein kaynaklarının güvence altına alınmasını zorlaştırmaktadır. Büyükbaş hayvanlar yüksek su ve yem ihtiyacı nedeniyle bu olumsuzluklardan daha hızlı etkilenmekte, üretim maliyetlerinin artması ve verimliliğin düşmesi beklenmektedir.

Beyşehir Gölü Havzası ise SSP3-7.0 senaryosuna göre tüm incelenen ürünlerde verim düşüşü beklenen bir alan olarak öne çıkmaktadır. Silajlık mısır ve yonca verimlerinde tahmin edilen düşüşler, mevcut sulanan alan ve üretim kapasitesi dikkate alındığında, özellikle büyükbaş hayvancılıkta ciddi yem açığı riskine işaret etmektedir. Küçükbaş hayvanlar daha düşük su ve yem talebi, kuraklığa ve sınırlı mera koşullarına uyum yetenekleri nedeniyle görece avantajlıdır; bu nedenle gelecekte küçükbaş hayvancılık, her iki havzada da daha sürdürülebilir ve güvenli bir üretim modeli olarak öne çıkabilir.

Genel olarak, havzada büyükbaş hayvancılık, verimli yem üretim alanları ve su yönetimine bağımlı hale gelmekte; su ve yem arzında olası kesintiler, özellikle uzak gelecek projeksiyonlarında üretim planlamasında kritik risk oluşturacaktır. Küçükbaş hayvancılık ise havza içi yem üretimi ve mevcut su kaynakları ile daha esnek bir şekilde sürdürülebilir üretim imkânı sağlamaktadır. Bu karşılaştırmalı analiz, gelecekteki iklim senaryoları ve bitki verim düşüşlerinin, havza bazlı hayvancılık stratejilerinin belirlenmesinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

7. SOSYO-EKONOMİK KIRILGANLIK

Bu bölümde, iklim değişikliğinin tarımsal üretim ve kırsal geçim kaynakları üzerindeki sosyoekonomik etkilerini bütüncül bir şekilde değerlendirebilmek amacıyla Sosyo-Ekonomik Etki Analizi (SEEA) yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım, bir proje, politika veya değişimin sosyal, ekonomik ve kültürel etkilerini belirli varsayımlar altında sistematik olarak değerlendiren bir yöntemdir. Analiz, belirli bir müdahalenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek etkilerin belirlenmesine dayanmaktadır. SEEA kapsamında arazi kullanımı, kültürel miras, sağlık, istihdam, gelir düzeyi, toplumsal yapı ve altyapı gibi sosyo-ekonomik bileşenler dikkate alınmakta olup; etkilerin tanımlanması, yönü, nedeni, kapsamı, etkilenen gruplar ve anlamlılığı analiz edilmektedir.

Süreç; kapsam belirleme, halihazır koşulların tanımlanması, etkilerin tahmin edilmesi, olumsuz etkiler için sorun azaltma ve hafifletme önlemlerinin geliştirilmesi, anlamlılığın değerlendirilmesi ve izleme aşamalarından oluşmaktadır. Bu kapsamda analizler hem nicel veri kaynaklarını hem de saha çalışmalarından elde edilen nitel bulguları bir araya getiren çok bileşenli bir yapı üzerinden yürütülmüştür.

Çalışma kapsamında izlenen metodolojik süreç, SEEA yaklaşımının temel aşamalarıyla uyumlu olacak şekilde kurgulanmıştır. Bu doğrultuda ilk olarak, havzanın mevcut sosyoekonomik yapısını ortaya koymak amacıyla kapsamlı bir ikincil veri analizi gerçekleştirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri ve proje kapsamında üretilen mekânsal veriler kullanılarak nüfus dağılımı, eğitim düzeyi, tarımsal alan büyüklükleri, tarımın ekonomik yapı içerisindeki payı ve üretim desenine ilişkin göstergeler değerlendirilmiş; böylece havzanın mevcut kırılma profili ve uyum kapasitesine ilişkin temel çerçeve oluşturulmuştur.

Bunu takiben, saha çalışmalarının temsil gücünü artırmak amacıyla iki aşamalı bir örnekleme yaklaşımı uygulanmıştır. İlk aşamada, TÜİK üretim verileri kullanılarak ilçeler üretim hacimleri ve uzun dönemli üretim eğilimleri (artan, azalan veya durağan) açısından sınıflandırılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde yalnızca yüksek üretim kapasitesine sahip bölgeler değil, aynı zamanda üretim kaybı yaşayan ve potansiyel olarak daha kırılma alanlar da örnekleme dahil edilmiştir. İkinci aşamada ise seçilen ilçeler içerisinde; nüfus büyüklüğü, tarımsal alan oranı ve havza içerisindeki konumu gibi kriterler dikkate alınarak anket uygulanacak mahalleler belirlenmiştir.

Saha çalışmaları kapsamında, çiftçilerin demografik ve ekonomik özelliklerini, üretim ve pazarlama pratiklerini, iklim değişikliği farkındalıklarını, algılanan etkileri ve adaptasyon davranışlarını değerlendirmek amacıyla yapılandırılmış bir anket uygulanmıştır. Toplamda üç havzada gerçekleştirilen saha çalışmaları sonucunda 70 üreticiye ulaşılmış, elde edilen veriler, istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş ve sosyoekonomik kırılma göstergeleri türetilmiştir.

Bunun yanı sıra, iklim değişikliğinin ekonomik boyutuna ilişkin ileriye dönük değerlendirmeler yapabilmek amacıyla tarımsal ürün fiyatları ve üretim verileri kullanılarak ek analizler gerçekleştirilmiştir. TÜİK tarafından sağlanan uzun dönemli veri setleri üzerinden oluşturulan modeller ile ürün fiyatlarındaki eğilimler incelenmiş ve bu eğilimlerin kırsal gelir yapısı üzerindeki olası yansımaları değerlendirilmiştir.

Tüm bu analizler bir arada ele alınarak; gelir düzeyi, üretim ölçeği, sulama imkânları, borçluluk yapısı, eğitim düzeyi ve bilgiye erişim gibi göstergeler üzerinden havzanın sosyoekonomik kırılganlık yapısı ortaya konulmuştur. Böylece yalnızca iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri değil, aynı zamanda bu etkilere karşı kırsal kesimin uyum kapasitesi ve dirençlilik düzeyi de değerlendirilmiştir.

7.1. Havzanın Sosyo-Ekonomik Mevcut Durumu ve Çiftçi Profili

Beyşehir Gölü Havzası, sahip olduğu yoğun tarımsal faaliyetler, yüksek üretim kapasitesi ve çeşitlenen ürün deseni ile Türkiye’de tarımın sosyoekonomik dinamiklerinin en belirgin şekilde gözlemlenebildiği bölgelerden biridir. Havzanın sosyoekonomik kırılganlıklarının ve iklim değişikliğine karşı uyum kapasitesinin değerlendirilmesi, hem makro ölçekte bölgesel ekonomik yapı hem de mikro ölçekte üretici profili birlikte ele alınarak mümkündür.

Makro-Ekonomik ve Demografik Yapı

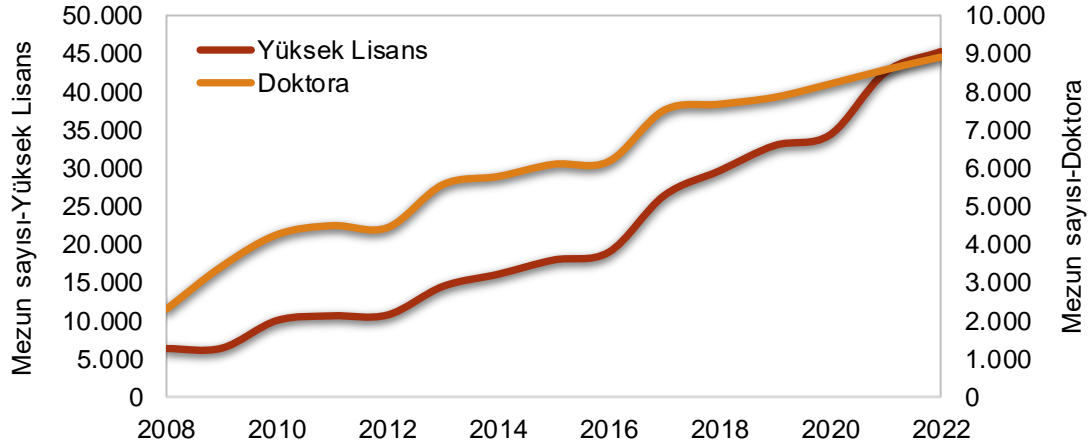
Beyşehir Gölü Havzası, yaklaşık 470.000 hektarlık yüzölçümüne ve 105.876 hektar tarımsal alana sahiptir. Havzanın toplam nüfusu 470.340’dır (Tablo 7.1).

Tablo 7.1. Havzanın temel göstergeleri

Havzanın Toplam Alanı (hektar)	470.100
Havzadaki Mahalle Sayısı	189
Havzadaki Tarım Arazisi Payı (%)	23
Havzanın Toplam Tarım Alanı (hektar)	105.876
Havzanın Toplam Nüfusu	470.340
Mahallelerin Ortalama Nüfusu	1.002
Mahallelerin Ortalama Alanı (hektar)	3.035
Mahalle-Havza Ortalama Kesişim Alanı (hektar)	2.222
Mahallelerin Ortalama Tarım Alanı (hektar)	458
Mahalle Bazında Kişi Başına Düşen Ortalama Tarım Arazisi (hektar)	1,15

Havza tarım arazilerinin yaklaşık %69’u Konya ili sınırları içerisinde yer almakta olup, kalan kısmı Isparta ili ile paylaşılmaktadır. Bu durum, havzanın sosyo-ekonomik yapısında Konya’nın belirleyici bir rol oynamasına neden olmaktadır (Konya: 73.353 ha, Isparta: 32.050 ha, Antalya: 472 ha). Konya ili, Türkiye’nin en önemli tarımsal üretim merkezlerinden biri olup hem üretim hacmi hem de mekanizasyon düzeyi açısından diğer illere kıyasla öne çıkmaktadır. Tarım

sektörünün il ekonomisindeki payı uzun yıllardır yaklaşık %20 seviyelerinde seyretmekte olup, bu durum havzanın ekonomik olarak tarıma güçlü bir şekilde bağımlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Beyşehir Gölü Havzası'nda eğitim düzeyinin zaman içindeki eğilim göz önüne alındığında, yüksek lisans ve doktora eğitimi nüfus istikrarlı bir şekilde artmaktadır. 2022 yılı itibariyle Burdur ve Isparta'nın toplamında yüksek lisans ve doktora mezun sayısı sırası ile 45.270 ve 8.908'dir (Şekil 7.1) (TÜİK, 2024).

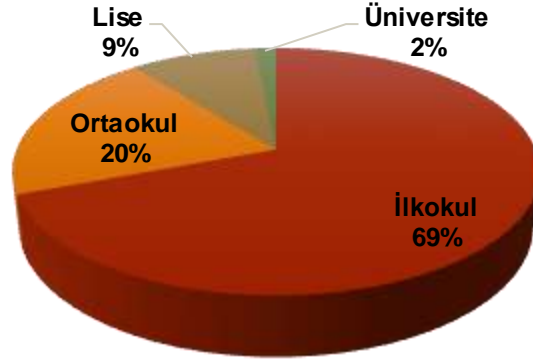


Şekil 7.1. Konya ve Isparta ili lisansüstü eğitim durumunun yıllara göre değişimi

Çiftçi Demografisi ve Eğitim Profili

Beyşehir Gölü Havzası'nda tarımsal üretimi aktif olarak sürdüren çiftçiler ile gerçekleştirilen saha anketleri, bölgedeki tarımsal işgücünün demografik yapısını ortaya koymaktadır.

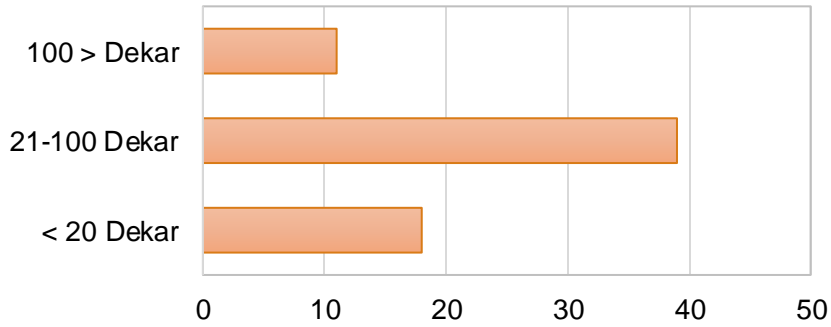
Elde edilen verilere göre, havzadaki 40 yaş altı genç çiftçilerin oranı %22 seviyesindedir ve diğer çalışma oranlarına göre görece daha yüksektir. Ancak bu genç nüfus avantajı, bölgedeki eğitim düzeyinin oldukça düşük olmasıyla gölgelenmektedir. Havzadaki üniversite mezunu çiftçi oranı yalnızca %1 seviyesindedir ve katılımcıların büyük bir kısmı ilköğretim mezunlarından oluşmaktadır. Bu düşük eğitim seviyesi, çiftçilerin bilgiye erişimini, yeni iklim dostu teknolojileri benimsemesini ve iklim değişikliğine uyum kapasitesini sınırlandıran yapısal bir engel olarak öne çıkmaktadır (Şekil 7.2).



Şekil 7.2. Havzadaki çiftçilerin eğitim durumu

İşletme Ölçeği ve Arazi Yapısı

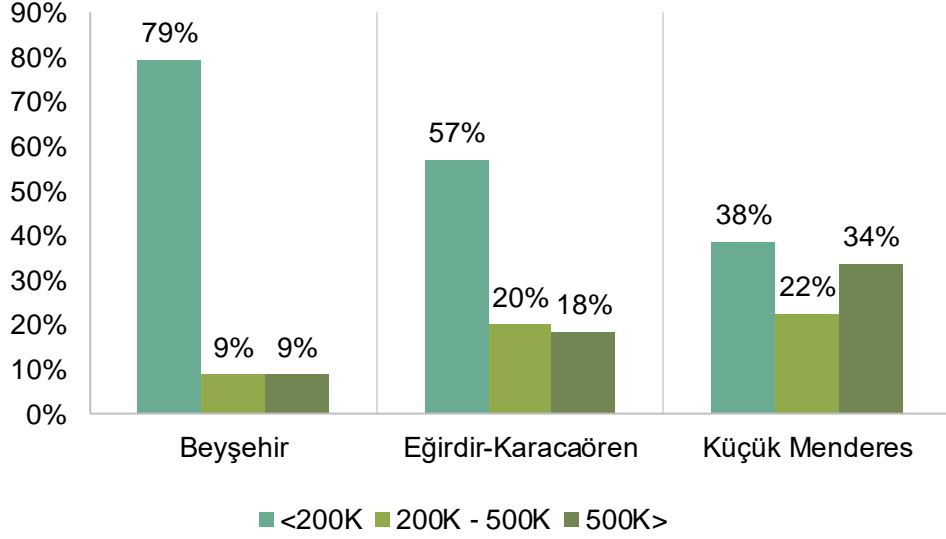
Havzadaki üreticilerin %26,5'i 20 dekardan daha küçük arazilerde üretim yapmaktadır (Şekil 7.3). Tüm havzalarda ankete katılan çiftçilerin sahip oldukları ortalama tarım arazisi 61,8 dekar iken, işledikleri ve/veya meyve ağacı yetiştirdikleri ortalama tarım arazisi büyüklüğü 81,8 dekardır. İşlenen arazinin sahip olunan araziden daha yüksek olması, çiftçilerin kiralama yöntemiyle kendi arazileri dışındaki alanları da işlediğini göstermektedir.



Şekil 7.3. Havzadaki çiftçilerin tarım arazilerinin büyüklüğü

Gelir Yapısı, Sulama Bağımlılığı ve Finansal Durum

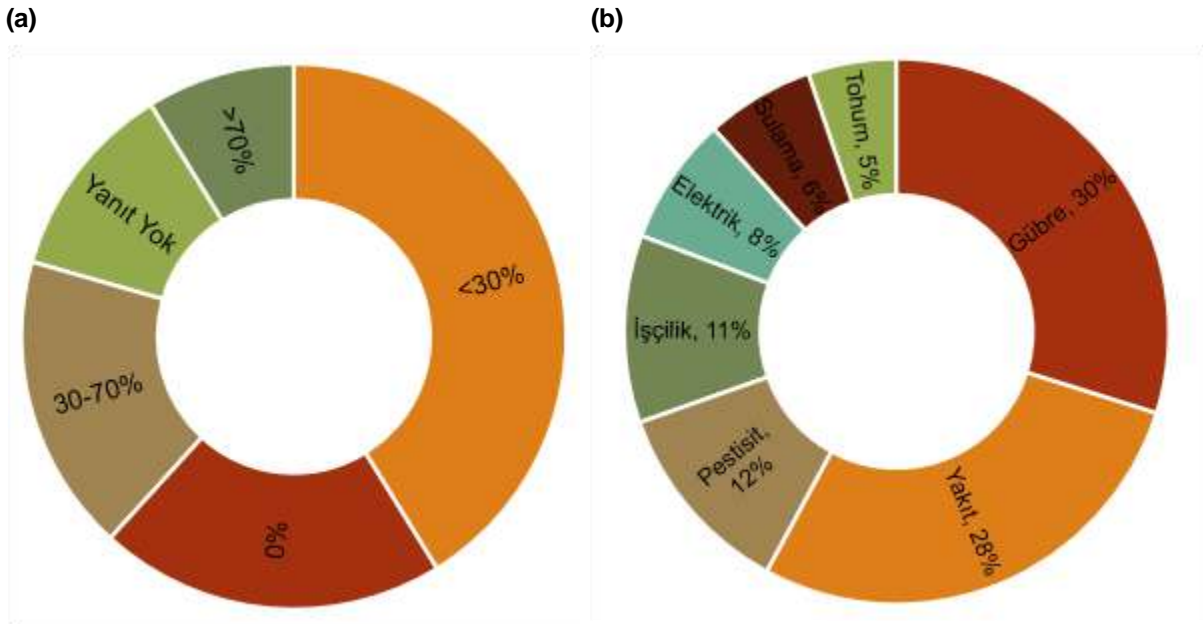
Beyşehir Gölü Havzası, gelir düzeyi açısından çalışılan bölgeler arasında en dezavantajlı profili sergilemektedir. Havzadaki üreticilerin %79'u yıllık 200.000 TL'nin altında gelir elde etmekte olup, yüksek gelir grubuna dahil olan üretici oranı ihmal edilebilir düzeydedir (Şekil 7.4). Gelirlerin bu denli düşük bir bantta kümelenmesi, havzayı iklimsel ve ekonomik şoklara karşı en hassas bölge konumuna getirmektedir.



Şekil 7.4. Çalışılan alanlarındaki çiftçilerin yıllık ortalama gelirlerinin dağılımı

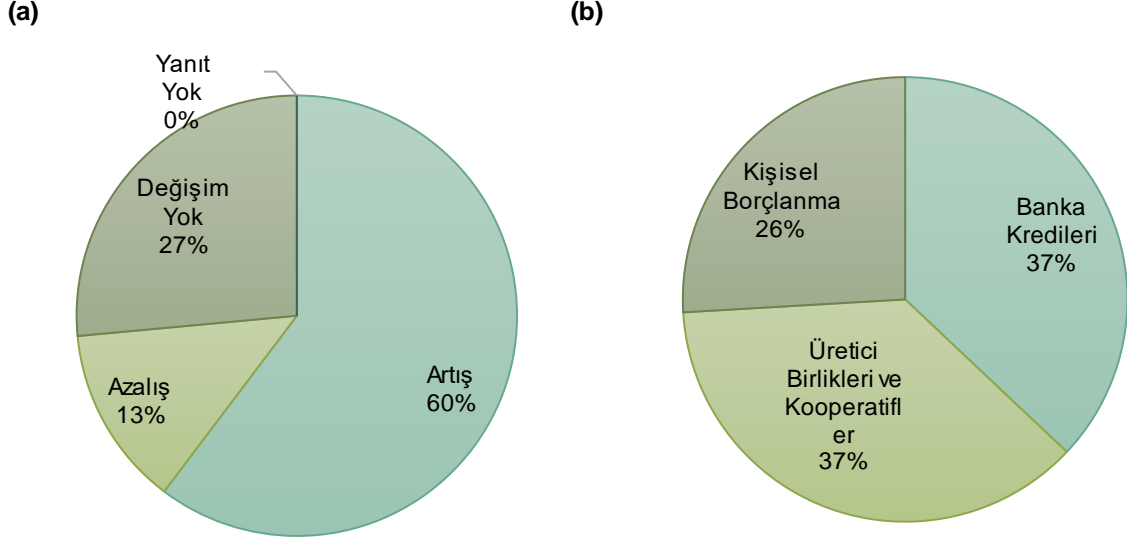
Havzadaki üreticilerin %56'sı tarım arazilerini sulamakta, %9'u ise arazisinin %70'inden fazlasını sulamaktadır (Şekil 7.5a). Bu durum, üretim sisteminin diğer çalışma alanlarına göre sulamaya görece daha az bağımlı olduğunu göstermekte olsa da yaz döneminde suya erişimin üretimin devamlılığı açısından kritik bir rol oynadığı söylenebilir.

Tarımsal maliyet kalemleri incelendiğinde; gübre (%30), yakıt (%28) ve pestisit (%12) kullanımının toplam harcamaların merkezinde yer aldığı görülmektedir. Bu temel girdileri sırasıyla işçilik (%11), elektrik (%8), sulama (%6) ve tohum (%5) takip etmektedir. Özellikle düşük gelir yapısıyla birleşen yüksek girdi maliyetleri, üreticilerin yeni teknolojilere veya iklim uyumlu tarım yöntemlerine yatırım yapma kapasitesini sınırlamaktadır (Şekil 7.5b).



Şekil 7.5. Havzadaki tarımsal sulama (a) ve maliyet kalemleri (b) dağılımları

Finansal sürdürülebilirlik açısından bakıldığında, üreticilerin %60'ı son 10 yılda borç yüklerinin arttığını, %27'si borç durumunda bir değişim olmadığını, %13'ü ise azalış olduğunu beyan etmiştir (Şekil 7.6a). Borçlanma kaynakları incelendiğinde ise banka kredileri ve üretici birlikleri/kooperatifler %37'şerlik eşit oranlarla temel finansman araçları olarak öne çıkmakta, kişisel borçlanma ise %26 oranında gerçekleşmektedir (Şekil 7.6b).



Şekil 7.6. Borç yükünün değişimi (a) ve borçlanma kaynakları (b)

Genel olarak Beyşehir Gölü Havzası, yüksek oranda düşük gelirlili üretici profili ve artan borç yükü ile ciddi bir finansal baskı altındadır. Özellikle girdi maliyetlerindeki yüksek paya sahip gübre ve yakıt giderleri, havzanın tarımsal sürdürülebilirliği önündeki temel ekonomik engeller olarak dikkat çekmektedir.

7.2. İklim Değişikliği Algısı ve Tarımsal Pratiklere Yansımaları

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki sosyo-ekonomik etkileri, üreticilerin bu süreci nasıl algıladıkları ve üretim faaliyetlerine nasıl yansıtacakları ile doğrudan ilişkilidir. Çalışma alanlarında gerçekleştirilen anket çalışmaları, üreticilerin iklim değişikliğine ilişkin farkındalığının yüksek olduğunu, ancak bu farkındalığın üretim kararlarına sınırlı ölçüde yansıdığını göstermektedir.

İklim Değişikliğine Yönelik Algı ve Gözlemler

Üreticilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalığı ile ilgili değerlendirmeleri Şekil 7.7'de verilmiştir.

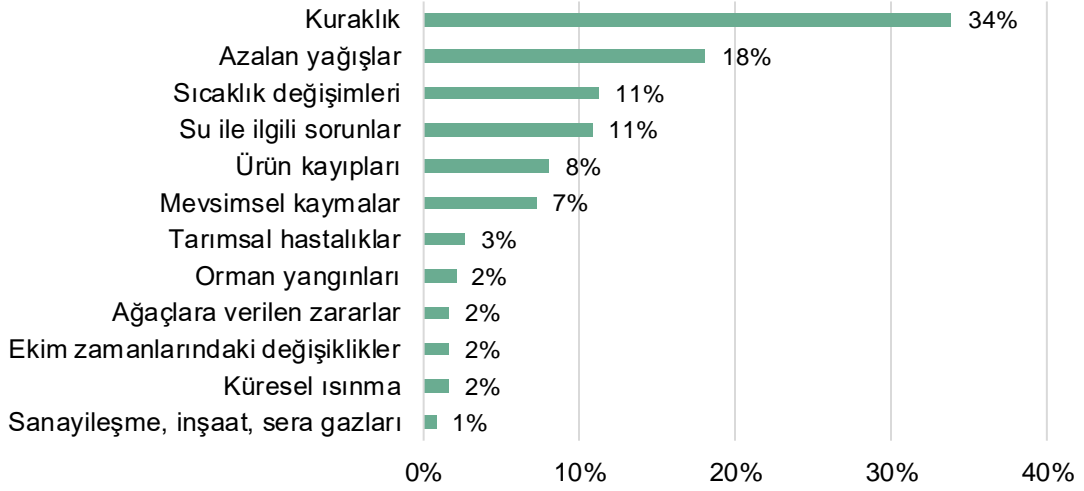
Anket sonuçları, üreticilerin iklim değişikliğini doğrudan sahada gözlemledikleri somut etkiler üzerinden tanımladıklarını göstermektedir. Açık uçlu sorulara verilen yanıtlarda, en sık ifade edilen unsur kuraklık olmuş; bunu azalan yağış miktarı ve yağışların düzensizleşmesi

izlemiştir. Üreticiler, yalnızca yağış miktarındaki azalmayı değil, aynı zamanda yağışların mevsimsel dağılımındaki değişimleri de önemli bir sorun olarak belirtmiştir. Bunun yanı sıra artan ve dalgalanan sıcaklıklar, su kaynaklarına ilişkin sorunlar ile ürün kayıpları ve mevsimsel kaymalar da öne çıkan diğer gözlemler arasındadır.

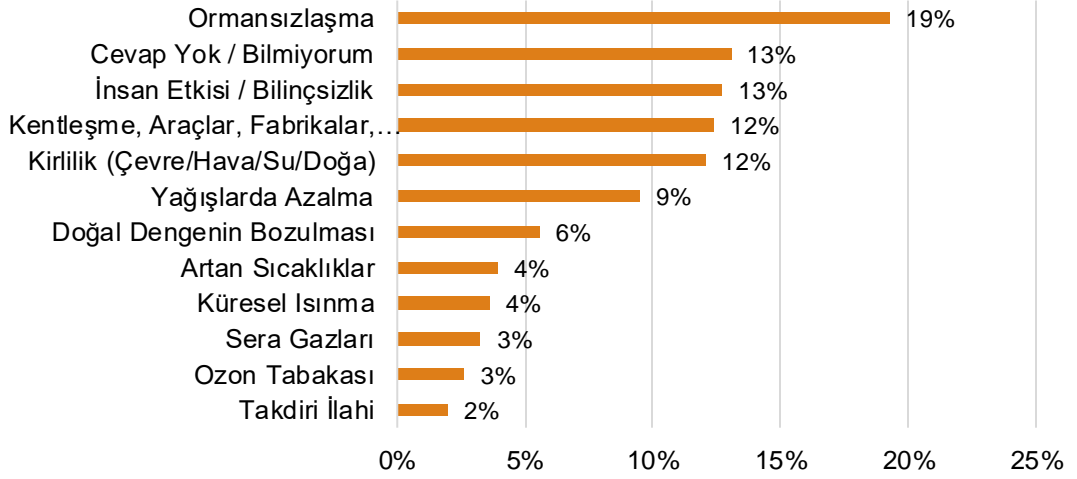
İklim değişikliğinin nedenlerine ilişkin değerlendirmelerde ise üreticilerin hem insan faaliyetlerine hem de daha geniş ölçekli ekonomik süreçlere atıfta bulunduğu görülmektedir. Özellikle ormansızlaşma, yanlış sulama ve gübreleme uygulamaları, baraj ve tarımsal faaliyetler gibi doğrudan insan etkileri sıklıkla vurgulanırken; sanayileşme, kentleşme, araç kullanımı ve madencilik faaliyetleri de önemli nedenler arasında ifade edilmiştir. Ayrıca çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasına yönelik gözlemler de bu değerlendirmelere eşlik etmektedir.

Üreticilerin iklim değişikliğinin etkilerine ilişkin gözlemleri de benzer şekilde sahadaki deneyimlere dayanmaktadır. En sık belirtilen etkiler arasında sıcaklık değişimleri, yağış rejimindeki bozulmalar, zararlı ve hastalık artışı, orman yangınlarında artış ve kullanılabilir su kaynaklarında azalma yer almaktadır.

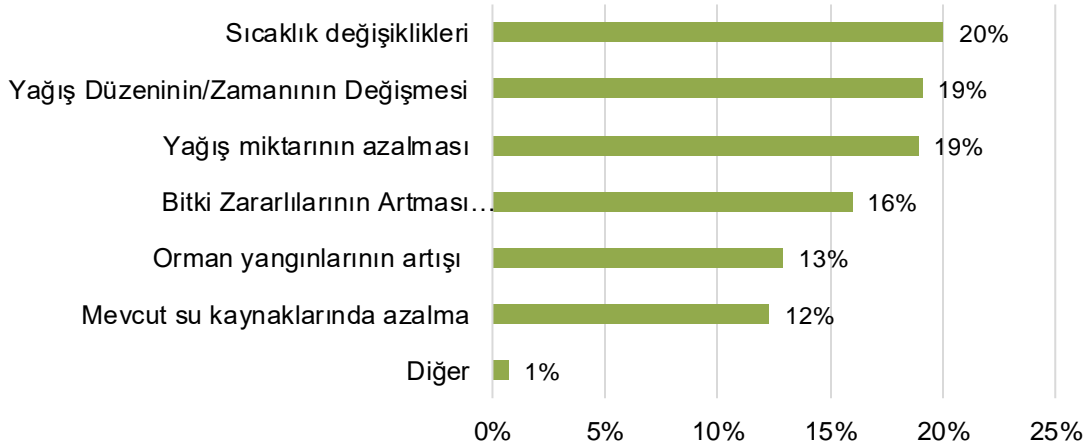
İklim değişikliği denildiğinde ilk aklınıza gelen üç şey nedir?



Sizce iklim değişikliğinin en önemli üç sebebi nedir?



İklim değişikliğinin etkileri ile ilgili neler gözlemliyorsunuz?



Şekil 7.7. Çalışma alanlarındaki çiftçilerin iklim değişikliği farkındalığı

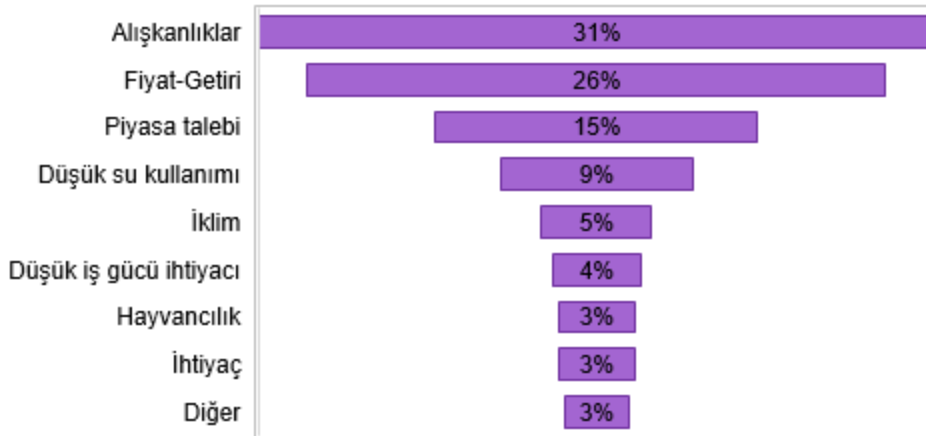
İklim Değişikliğinin Tarımsal Faaliyetler üzerindeki Sosyo-Ekonomik Etkilerine Yönelik Algı ve Değerlendirmeler

Beyşehir Gölü Havzası'ndaki üreticilerin algıları, iklim değişikliğinin bölge üzerindeki baskısının oldukça yüksek seviyede olduğunu ortaya koymaktadır. Anket sonuçlarında 1 ile 5 arasında puanlanan ölçekte, havza özelinde en şiddetli hissedilen etkiler; mahsul kayıpları (4,67), tarımsal üretim maliyetlerindeki artış (4,60), genç çiftçi sayısındaki düşüş (4,60), kullanılabilir su kaynaklarında azalma (4,56) ve hanehalkı gelirlerinde azalma (4,54) olarak belirlenmiştir. Bu veriler, Beyşehir üreticisinin iklim değişikliğini üretim süreçlerinden sosyal statüye kadar tüm parametreleri etkileyen "baskın bir tehdit" olarak tanımladığını göstermektedir.

Ayrıca tarımla uğraşan kişi sayısındaki azalma (4,43) ve sosyal dayanışmanın zayıflaması (4,37) gibi unsurlar, havzadaki sosyo-ekonomik kırılganlığın yüksek olduğuna işaret etmektedir. Tarımsal arazi fiyatlarındaki artış (4,18) ve arazi kullanımındaki değişimler (4,13) ile birlikte değerlendirildiğinde, iklim değişikliğinin Beyşehir Gölü Havzası'nda hem tarımsal üretim sistemini hem de kırsal yaşamın sürdürülebilirliğini zorlayan temel bir itici güç olduğu anlaşılmaktadır.

Tarımsal Üretim Kararlarına Yansımalar

İklim değişikliğine bağlı etkilerin yüksek düzeyde algılanmasına rağmen, üretim tercihleri üzerinde sınırlı bir değişim gözlenmektedir. Çiftçiler, mevcut ürünleri yetiştirme nedenleri olarak ağırlıklı olarak alışkanlıklarını, fiyat-getiri durumunu ve piyasa talebini göstermektedir. Ürün seçiminde iklim koşullarını doğrudan belirleyici olarak ifade eden üreticilerin sayısı oldukça düşüktür (Şekil 7.8).



Şekil 7.8. Mevcut ürünlerin tercih edilmesinin temel sebepleri

Beyşehir Gölü Havzası'ndaki üreticilerin %41'i son 10 yılda iklim değişikliğine bağlı olarak ürün tercihinde hiçbir değişikliğe gitmediğini, %26,5'i ise çiftçi ise sadece çok küçük veya küçük

çaplı değişiklikler yaptığını belirtmiştir. Bu durum, üretim sisteminin belirli bir süreklilik eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Hasat Takvimi ve Su Kullanımındaki Değişimler

İklim değişikliğinin üretim süreçlerine yansıyan önemli göstergelerinden biri de hasat dönemlerindeki değişimlerdir. Çalışma alanındaki çiftçilerin büyük bir çoğunluğu (%78), artan sıcaklıklar nedeniyle son 10 yılda hasat dönemlerinin 15 gün ile 1 ay arasında daha erkene kaydığını belirtmiştir.

Su kullanımı açısından değerlendirildiğinde ise farklı eğilimler görülmektedir. Üreticilerin %57'si dekar başına kullanılan su miktarının azaldığını veya çok azaldığını, %25'i ise arttığını belirtmiştir. Bu durum, bir yandan suya erişimde yaşanan kısıtları, diğer yandan artan sıcaklıkların sulama ihtiyacını artırdığı koşulları birlikte yansıtmaktadır.

Uyum Kapasitesi ve Bilgiye Erişim

Beyşehir Gölü Havzası'nda uyum uygulamaları da diğer çalışma alanlarına benzer şekilde verim artırıcı temel faaliyetler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Havzadaki üreticilerin uyum pratiklerinde ilk sıraları; gübreleme yoluyla verimi artırma (%42), ürün ıslahı (%41) ve verimli sulama yöntemlerinin kullanımı (%39) oluşturmaktadır. Bu üç yöntem, havza genelinde üreticilerin en çok güvendiği ve uyguladığı uyum araçları olarak öne çıkmaktadır.

Ancak Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası ile benzer bir tablo burada da geçerlidir: Olumsuz hava koşullarına karşı teknoloji kullanımı (%8), enerji verimli teknolojiler (%10) ve organik tarım uygulamaları (%14) gibi modern ve sürdürülebilir tarım yöntemlerine olan ilginin zayıf kaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, üreticilerin iklim değişikliğinin getirdiği risklere karşı savunma odaklı (geleneksel yöntemlerle verimi koruma) bir strateji izlediğini, ancak "dönüşüm odaklı" (teknolojik ve alternatif uygulamalar) yöntemlere geçişte teknik bilgi ve finansal kapasite eksikliği yaşadığını göstermektedir. (Şekil 7.9).



Şekil 7.9. İklim değişikliği etkilerinin azaltılması için kullanılan yöntemler

Üreticiler, iklim değişikliğine uyum sürecinde karşılaştıkları temel zorluklar arasında yetersiz destek mekanizmaları, aşırı hava olaylarının öngörülememesi ve teknik bilgi eksikliğini ön plana çıkarmaktadır.

Bilgiye erişim kanalları incelendiğinde; İl/İlçe Tarım Müdürlükleri, üreticilerin iklim değişikliğine uyum sürecine ilişkin bilgiye ulaştığı en birincil kaynak olarak öne çıkmaktadır. Bunu oldukça yakın bir oranla internet ve komşu/arkadaş çevresi izlemektedir. Diğer havzalardan farklı olarak, Beyşehir'de üretici birlikleri de bilgiye erişimde daha etkin bir rol oynamaktadır.

Üreticilerin bilgiye erişiminde yakın çevrede gözlemlenen uygulamaların etkili olduğu, bu nedenle iyi uygulama örneklerinin yaygınlaştırılmasının önemli bir araç olabileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte internetin bilgi kaynağı olarak yaygınlaştığı, ancak yanlış bilginin de hızlı yayılabildiği bir ortam olması nedeniyle, güvenilir ve erişilebilir içeriklerin ilgili kurumlar tarafından sunulmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

7.3. Kırılğanlık Dinamikleri ve Ekonometrik Projeksiyonlar

Beyşehir Gölü Havzası'ndaki tarımsal işletmelerin iklim değişikliği karşısındaki sosyo-ekonomik kırılğanlıklarını belirlemek amacıyla, saha anketlerinden elde edilen temel değişkenler arasındaki ilişkiler (dağılım grafikleri/korelasyon) analiz edilmiş ve geçmiş fiyat verileri kullanılarak 2035 yılına kadar olan ekonometrik projeksiyonlar oluşturulmuştur.

Yapısal Kırılğanlık Dinamikleri: Temel Değişkenlerin Korelasyon Analizi

Sahadan toplanan veriler üzerinden gelir, arazi büyüklüğü, sulama oranı ve borçluluk gibi kritik değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkiler incelendiğinde, havzadaki kırılğanlığın temel dinamikleri şu şekilde ortaya çıkmaktadır:

- Ortalama yıllık tarım geliri ile arazi büyüklüğü ilişkisi: Arazi büyüklüğü ile elde edilen tarımsal gelir arasındaki ilişki incelendiğinde, bu ilişkinin zayıf ve doğrusal olmayan bir yapı sergilediği görülmektedir. Bu durum, yüksek değerli girdiler veya modern tekniklerden (operasyonel kapasite) kopuk olan kuru tarım, ekonomik üstünlüğü garanti edememekte ve arazi kullanımının kalitesinin, sahip olunan arazi miktarından daha önemli olduğunu vurgulamaktadır.
- Ortalama yıllık tarım geliri ve sulama oranı ilişkisi: Arazi büyüklüğünün aksine, tarım alanlarındaki sulama oranı ile gelir arasında orta derecede pozitif ve belirgin bir korelasyon tespit edilmiştir. Optimize edilmiş sulama altyapısına sahip işletmelerin ekonomik dirençliliğinin çok daha yüksek olduğu görülmekte olup; iklim değişikliğine uyumun temelde bir su yönetimi ve modern sulama altyapısına erişim meselesi olduğu istatistiksel olarak kanıtlanmıştır.

- Ölçekten Bağımsız "Sistemsel Finansal Kırılganlık": Arazi büyüklüğü ile borçluluk durumu birlikte değerlendirildiğinde ise, farklı ölçeklerdeki işletmeler arasında borçluluk oranlarının geniş bir aralıkta dağıldığı ve bu iki değişken arasında belirgin bir ilişki bulunmadığı görülmektedir. Borçluluğun sadece küçük işletmelere özgü olmadığını; gübre, mazot ve zirai ilaç gibi artan girdi maliyetlerinin tüm havzada ölçekten bağımsız, kronik bir "Sistemsel Finansal Kırılganlık" yarattığını göstermektedir.

Ekonometrik Modelleme ve Tarımsal Ürün Fiyat Projeksiyonları

Havzadaki tarımsal ürün çeşitliliği ve bu ürünlerin fiyatlarındaki geleceğe yönelik eğilimler, çiftçilerin ekonomik kırılganlığını doğrudan etkilemektedir. TÜİK'ten elde edilen birincil saha verileri ve ikincil veriler kullanılarak, özellikle tarım ürünleri fiyatları için istatistiksel açıdan anlamlı tahminler oluşturulmuştur.

- Ürün Çeşitliliği ve Geçmiş Fiyat Eğilimleri: Birincil saha verileri ve TÜİK'ten elde edilen ikincil veriler kullanılarak, özellikle tarım ürünleri fiyatları için istatistiksel açıdan anlamlı tahminler oluşturulmuştur. Konya ili için 12 farklı ürün çeşitliliği ile çalışılmış olup, bu ürünler Arpa, Ayçiçeği, Buğday, Çilek, Elma, Fasulye, Keten tohumu, Kuru fasulye, Mercimek, Nohut, Pancar, Patates ve Yonca'dır. TÜİK (1993-2023) meta verileri kullanılarak Konya için oluşturulan ağırlıklı ortalama tarımsal ürün fiyat endeksi, 2003 yılında 0,30 TL (30 kuruş) iken, 2023 yılında 6,60 TL seviyesine ulaşarak yaklaşık 22,3 katlık büyük bir artış göstermiştir.
- Maliyet ve Fiyat Senkronizasyonu (Girdi Maliyetleri Baskısı): Ürün fiyatlarındaki bu artışın temel nedeninin tarımsal girdi maliyetleri olduğu ekonometrik modellerle kanıtlanmıştır. Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) ile ürün fiyatları arasındaki mükemmel yakın korelasyon ($R^2=0.999$), çiftçilerin iklim uyum yatırımı yapabilecek sermaye birikimi oluşturamadığını ve günlük maliyetleri karşılamaya odaklı bir darboğaza girdiğini göstermektedir.
- 2035 Yılı Fiyat Projeksiyonları: Konya ili için gelecekteki tarımsal ürün fiyat projeksiyonları, doğrusal ve kübik polinom büyüme modellerinin ortalaması alınarak oluşturulan "hibrit model" ile hesaplanmıştır. Doğrusal model, geçmiş yirmi yılda fiyatların yıllık ortalama %20 arttığını gösterirken; kübik polinom modeli için hesaplanan denklem $y = 0.0035x^3 - 0.092x^2 + 0.6799x - 0.7788$ ($R^2 = 0.8974$) şeklindedir. Hibrit modelleme, 2035 yılına kadar olan fiyat tahminlerinin doğrudan makroekonomik girdi maliyetlerine yüksek oranda bağımlı ve volatil bir seyir izleyeceğini, sınırlı ürün çeşitliliği nedeniyle Beyşehir çiftçisinin bu dalgalanmalardan çok daha sert etkileneceğini ortaya koymaktadır.

7.4. Nihai Değerlendirme ve Stratejik Öneriler

Saha anketlerinden elde edilen bulgular ile uzun dönemli tarımsal üretim ve fiyat verilerine dayalı ekonometrik analizler birlikte değerlendirildiğinde, Beyşehir Gölü Havzası'nda tarımsal üretimin önemli ölçüde maliyet baskısı, sınırlı ürün çeşitliliği ve suya erişim koşulları tarafından şekillendiği görülmektedir. Havzada düşük gelir grubunda yer alan üreticilerin oranının yüksek olması, artan girdi maliyetleri ve borçluluk eğilimi ile birlikte değerlendirildiğinde, üretim sisteminin iklimsel ve ekonomik şoklara karşı kırılgan bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır.

Ekonometrik analizler, tarımsal ürün fiyatları ile Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır ($R^2=0,999$). Bu durum, ürün fiyatlarındaki artışın büyük ölçüde girdi maliyetleri ile bağlantılı olduğunu ve üreticilerin maliyet artışlarıyla doğrudan ilişkili bir fiyat yapısı içerisinde faaliyet gösterdiğini göstermektedir. Konya ili için oluşturulan ağırlıklı ortalama tarımsal ürün fiyat endeksinin 2003 yılında 0,30 TL'den 2023 yılında 6,60 TL'ye yükselmesi, havzadaki üreticilerin maliyet baskılarına açık bir ekonomik ortamda faaliyet gösterdiğini desteklemektedir.

Arazi büyüklüğü ile gelir arasındaki ilişkinin zayıf ve doğrusal olmayan bir yapı göstermesi, üretim performansının yalnızca arazi varlığına bağlı olmadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, sulama oranı ile gelir arasında daha belirgin bir ilişki bulunması, Beyşehir Gölü Havzası'nda üretim başarısının suya erişim ve sulama imkânları ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, iklim değişikliğine uyum açısından su yönetiminin merkezi önemini ortaya koymaktadır.

Havzada düşük gelir grubundaki üreticilerin yüksek payı, finansal kırılganlığın temel göstergelerinden biridir. Üreticilerin %79'unun yıllık 200.000 TL'nin altında gelir elde etmesi ve %60'ının son 10 yılda borç yükünün arttığını belirtmesi, tarımsal üretimin ekonomik sürdürülebilirliğinin baskı altında olduğunu göstermektedir. Girdi maliyetleri içerisinde gübre ve yakıtın öne çıkması da bu kırılganlığı güçlendirmektedir.

Eğitim düzeyi açısından değerlendirildiğinde, havzada genç çiftçi oranının görece daha yüksek olduğu (%22), buna karşılık üniversite mezunu çiftçi oranının oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Bu durum, genç nüfus varlığına rağmen bilgiye erişim, yeni teknolojilerin benimsenmesi ve iklim değişikliğine uyum kapasitesi açısından yapısal sınırlılıkların bulunduğunu göstermektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, Beyşehir Gölü Havzası'nda uygulanacak politika ve destek mekanizmalarının yalnızca arazi büyüklüğüne dayalı değil, su kullanım verimliliğini, sulama imkânlarını ve üretim deseninin dayanıklılığını dikkate alan bir yapıya yönelmesi önem taşımaktadır. Özellikle sınırlı ürün çeşitliliği, yüksek maliyet baskısı ve düşük gelir düzeyi

birlikte düşünüldüğünde, desteklerin maliyet dalgalanmalarını dengeleyici ve üreticilerin uyum yatırımlarını kolaylaştırıcı bir işlev görmesi gerekmektedir.

Sulama altyapısı açısından, havzada üreticilerin %56'sının sulama yaptığı, ancak arazisinin %70'inden fazlasını sulayanların oranının yalnızca %9 olduğu görülmektedir. Bu tablo, suya erişimin ve sulama yaygınlığının sınırlı olduğunu ve bu durumun üretim sisteminin kırılganlığını artırdığını göstermektedir. Bu nedenle su kullanım verimliliğini artıracak altyapı iyileştirmeleri, havza açısından öncelikli alanlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Finansal yapı açısından ise üreticilerin banka kredileri, üretici birlikleri/kooperatifler ve kişisel borçlanma kaynaklarına başvurduğu görülmektedir. Bu durum, üretim sisteminin kısa vadeli finansman baskısı altında işlediğini göstermekte; uzun vadeli ve düşük maliyetli finansman araçlarının geliştirilmesinin uyum yatırımları açısından önemli olabileceğine işaret etmektedir.

Son olarak, iklim değişikliğine uyum sürecinde bilgiye erişim ve teknik desteğin güçlendirilmesi önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Üreticilerin bilgiye erişiminde İl/İlçe Tarım Müdürlükleri, internet ve yakın çevre öne çıkmakta; buna karşın teknoloji temelli ve dönüşüm odaklı uyum uygulamalarının kullanım düzeyi düşük kalmaktadır. Bu nedenle güvenilir bilgi kaynaklarının güçlendirilmesi ve teknik destek mekanizmalarının yaygınlaştırılması, havzanın uyum kapasitesinin artırılması açısından önem taşımaktadır.

8. PAYDAŞ KATILIMI

Paydaş katılımı, Beyşehir Gölü Havzası'ndaki iklim direnci planlamasının temel bir bileşenidir; zira uyum tedbirlerinin etkinliği, büyük ölçüde yerel aktörler tarafından kabul edilme, uygulanabilirlik ve hayata geçirilme durumuna bağlıdır.

Havzada, küçük çiftçilerden büyük tarım üreticilerine, yerel yönetimlerden su yönetimi kurumlarına, kooperatiflere ve araştırma kuruluşlarına kadar çok çeşitli paydaşlar bulunmaktadır. Bu aktörlerin her biri, tarım sistemi ile farklı şekillerde etkileşim halindedir ve kendine özgü bilgi, kapasite ve önceliklere sahiptir.

Çiftçiler, hem iklim değişikliğinden en çok etkilenen aktörler hem de uyum önlemlerinin temel uygulayıcıları oldukları için en kritik paydaş grubunu temsil etmektedir. Mahsul seçimi, sulama uygulamaları ve girdi kullanımı ile ilgili günlük kararları, tarım sisteminin dayanıklılığını doğrudan belirlemektedir.

İlçe tarım müdürlükleri ve su yönetimi yetkilileri dahil olmak üzere yerel kurumlar, politikaların uygulamaya geçirilmesinde hayati bir rol oynamaktadır. Bu kurumlar, tarımsal destek programlarını uygulamak, su kaynaklarını yönetmek ve çiftçilere teknik rehberlik sağlamakla sorumludur. Eylemleri koordine etme ve bilgiyi yayma kapasiteleri, uyum stratejilerinin başarısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Buna ek olarak, araştırma kurumları ve teknik uzmanlar bilimsel analizler, iklim tahminleri ve kanıta dayalı öneriler sunarak katkıda bulunmaktadır. Uyum stratejilerinin hem teknik açıdan sağlam hem de pratikte uygulanabilir olmasını sağlamak için bilimsel bilginin yerel deneyimle bütünleştirilmesi hayati önem taşımaktadır.

Etkili paydaş katılımı, iletişimi, bilgi alışverişini ve işbirliğini kolaylaştıran yapılandırılmış süreçler gerektirmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında yapılan çalışma, "aşağıdan yukarıya" bir yaklaşım benimseyerek paydaş katılımını sadece bir bilgilendirme aracı olarak değil, projenin ana omurgası ve karar alma mekanizması olarak konumlandırmıştır.

Proje süresince farklı ölçek ve içerikte çok sayıda etkinlik gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, **1 Açılış Toplantısı** ve **1 Kapanış Toplantısı** ile projenin başlangıç ve sonuç aşamalarında paydaşlarla bilgi paylaşımı yapılmış; ayrıca **2 Bölgesel Çalıştay** aracılığıyla havza bazlı değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Yerel düzeyde paydaş görüşlerini derinlemesine analiz edebilmek amacıyla **3 Odak Grup Toplantısı** düzenlenmiş; üreticilerin ve ilgili aktörlerin doğrudan katkı sunduğu bu toplantılar, saha verilerinin güçlendirilmesine önemli katkı sağlamıştır. Bunun yanı sıra, **3 Eğitim Faaliyeti** ile iklim değişikliğine uyum, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve su yönetimi konularında bilgi paylaşımı yapılmıştır. Sosyo-ekonomik etkilerin analiz edilmesine katkı sağlayan kapsamlı anket çalışmalarının yürütüldüğü **1 Saha Çalışması**

ve güncel arazi verisi ile bitki ürün deseninin belirlenmesi amacıyla **1 Arazi Çalışması** yürütülmüştür. Ayrıca, proje çıktılarının uygulanabilirliği, sürdürülebilirliği ve gelecek dönemde yürütülebilecek çalışmalar hakkında kapsamlı değerlendirmeler yapmak üzere kamu kurumlarının katılımı ile **1 İstişare Toplantısı** gerçekleştirilmiştir. Beyşehir Gölü Havzası'na yönelik yürütülen tüm çalışmalar, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası ile eşgüdümlü bir süreçte gerçekleştirilmiş ve paydaşlar ortak oturumlarla bir araya getirilmiştir. Bu nedenle, bu bölümde sunulan veriler ve değerlendirmeler her iki havzayı da bütüncül bir yaklaşımla kapsamaktadır.

Gerçekleştirilen bu etkinlikler sayesinde, proje yalnızca teknik bir analiz çalışması olmanın ötesine geçerek, sahadaki paydaşların bilgi ve deneyimlerinin sürece dahil edildiği katılımcı bir yapı kazanmıştır. Özellikle üreticilerle doğrudan temas kurulan faaliyetler, yerel ihtiyaçların ve önceliklerin daha doğru anlaşılmasına olanak sağlamıştır.

Proje kapsamında yürütülen tüm paydaş katılımı faaliyetleri ve etkinliklere ilişkin detaylı bilgilere, proje web sitesi¹ üzerinden erişilebilmektedir. Ayrıca proje faaliyetlerine ilişkin güncel paylaşımlar ACLIFS Projesi sosyal medya hesapları² aracılığıyla da paylaşılmaktadır. Bu kapsamda, proje çıktılarının görünürlüğünün artırılması ve daha geniş kitlelere ulaşılması hedeflenmiştir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen paydaş katılım etkinliklerinin başarısını katılımcı geri bildirimlerini almak amacıyla yapılandırılmış memnuniyet anketleri uygulanmış olup, katılımcıların memnuniyet oranı Tablo 8.1'de verilmiştir.

Tablo 8.1. Etkinlik bazlı katılımcı memnuniyet oranları

Etkinlik Adı	Pozitif Memnuniyet Oranı
Açılış Toplantısı	%91
1. Bölgesel Çalıştaylar (Isparta)	%90
Isparta ve Konya İklim Dirençli Tarım Eğitimleri	%99
Isparta ve Konya Odak Grup Toplantıları	%99
2. Bölgesel Çalıştay (Isparta)	%99
Proje Çıktıları İstişare Toplantısı	%99
Kapanış Toplantısı	%90

Tablo 8.1'deki veriler incelendiğinde, proje kapsamında düzenlenen tüm etkinliklerde katılımcı memnuniyetinin %90'ın üzerinde olduğu görülmektedir. Özellikle sahada doğrudan üreticilerle gerçekleştirilen Eğitimler ve Odak Grup Toplantıları ile 2. Bölgesel Çalıştay'da pozitif

¹ <https://mam.tubitak.gov.tr/iklim/projeler/iklim-degisikliginin-gida-guvenligi-uzerindeki-etkilerinin-degerlendirilmesi-ve-kirsal-toplumlarin-dayanikliginin-artirilmasi/>

² <https://tr.linkedin.com/in/aclifs-project-361260308> ve https://www.instagram.com/aclifs_project/

memnuniyet oranları %99-100 seviyesine ulaşması, düzenlenen etkinliklerin paydaşlar tarafından son derece verimli ve amaca uygun bulunduğunu kanıtlamaktadır.

Proje kapsamında gerçekleştirilen paydaş katılım faaliyetlerine ilişkin görseller aşağıda sunulmaktadır.

Proje Açılış Toplantısı (MAREM): 7 Mart 2024, Toplam 152 katılımcı



1.Bölgesel Çalıştay (MAREM): 9 Temmuz 2024, Toplam 130 katılımcı



İklime Dirençli Tarım Eğitimleri (Eğirdir, Yalvaç, Beyşehir):5-7 Kasım 2024,Toplam 260 katılımcı





Saha Çalışmaları (Çiftçi anketleri): 11-20 Kasım 2024, Toplam 138 katılımcı



Odak Grup Toplantıları (Beyşehir, Yalvaç, Eğirdir): 16-17 Eylül 2025, Toplam 80 katılımcı



2. Bölgesel Çalıştay (MAREM): 18 Eylül 2025, Toplam 90 katılımcı



Proje Çıktıları İstişare Toplantısı (TÜBİTAK MAM): 28 Kasım 2025, Toplam 35 katılımcı



Proje Kapanış Toplantısı (UTAEM): 10 Aralık 2025, Toplam 160 katılımcı



9. SÜRDÜRÜLEBİLİR UYUM STRATEJİLERİ

Bu bölümde sunulan uyum ve dirençlilik stratejileri, proje kapsamında yürütülen çok katmanlı analizlerin bütüncül olarak değerlendirilmesi ile oluşturulmuştur. Çalışma, yalnızca literatür ve politika dokümanlarının incelenmesine dayanmamakta; aynı zamanda iklim projeksiyonları, hidrolojik modelleme sonuçları, tarımsal etki analizleri ve sosyo-ekonomik değerlendirmeler ile saha çalışmalarından elde edilen bulguların entegrasyonunu içermektedir.

Öncelikle, ulusal ve uluslararası düzeyde yürürlükte olan iklim değişikliğine uyum politikaları, strateji belgeleri ve yasal çerçeve incelenerek mevcut kurumsal yapı ve politika ortamı değerlendirilmiştir. Bu analiz, havza ölçeğinde geliştirilecek stratejilerin mevcut planlama araçları ile uyumlu olmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

İklim projeksiyonları, su varlığı ve tarımsal üretim üzerindeki etkiler dikkate alınarak sektörel kırılganlık alanları belirlenmiştir. Bu kapsamda, özellikle su kaynakları, bitkisel üretim, hayvancılık ve kırsal geçim kaynakları üzerindeki baskılar bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Sonrasında, paydaş katılım süreçlerinden elde edilen bulgular analize dâhil edilmiştir. Çalıştaylar, odak grup toplantıları, eğitimler ve anketler aracılığıyla üreticilerin, yerel yönetimlerin ve ilgili kurumların ihtiyaçları, öncelikleri ve mevcut uyum uygulamaları belirlenmiştir. Bu süreç, önerilen stratejilerin sahadaki gerçek koşullarla uyumlu olmasını sağlamıştır.

Son aşamada ise belirlenen uyum seçenekleri, önem, aciliyet ve uygulama zorluğu gibi kriterler dikkate alınarak önceliklendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, havza ölçeğinde uygulanabilir stratejik eylem alanları tanımlanmış ve kırsal toplumların iklim değişikliğine karşı dirençliliğini artırmaya yönelik bir çerçeve geliştirilmiştir.

9.1. Mevcut Uyum Politikaları, Stratejiler ve Yasal Çerçeve

İklim değişikliğine uyum, Türkiye’de son yıllarda politika ve planlama süreçlerinde giderek daha fazla yer bulan bir konu haline gelmiştir. Ulusal düzeyde hazırlanan strateji belgeleri, eylem planları ve sektörel politika dokümanları, iklim değişikliğinin özellikle su kaynakları, tarım ve kırsal kalkınma üzerindeki etkilerini azaltmaya yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Bu kapsamda, uyum politikaları çok sektörlü bir yaklaşım çerçevesinde ele alınmakta ve farklı kurumların sorumluluk alanlarına entegre edilmektedir. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaya ve iklim dirençliliğini artırmaya katkı sağlayabilecek yasal çerçeve ve üst ölçekli strateji belgeleri aşağıda özetlenmiştir:

Yasal Çerçeve ve Temel Kanunlar

Türkiye’de tarım ve çevre politikalarının hukuki zeminini oluşturan temel düzenlemelerin başında 2006 yılında yürürlüğe giren Tarım Kanunu gelmektedir. Bu kanun, doğal ve biyolojik kaynakların korunmasını, tarımsal üretimde sürdürülebilirliği ve toprak-su kaynaklarının rasyonel kullanımını temel bir ilke olarak belirlemektedir. Tarımsal üretim süreçlerinin çevresel etkilerini yönetmek üzere Çevre Kanunu (1983), arazilerin amaç dışı kullanımını engellemek ve toprak bozulmasını önlemek amacıyla Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (2005) ile su kaynaklarının sürdürülebilir ve verimli yönetimini tesis etmek için Sulama Birlikleri Kanunu (2011) iklim değişikliğine uyumun yasal dayanaklarını oluşturmaktadır (MBS, 2024).

Ulusal Kalkınma ve İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri

Makro ölçekli politikaların belirlendiği 12. Kalkınma Planı (2024-2028), gıda ve enerjide arz güvenliğini merkeze alarak tarım sektöründe akıllı uygulamaların (dijitalleşme, yapay zeka) yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. Planda ayrıca; arazi toplulaştırma çalışmalarının sulama yatırımlarıyla entegre edilmesi, yağmur suyu hasadı, arıtılmış atık suların ve deniz suyunun tarımsal sulamada kullanılmasına yönelik Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi gibi doğrudan iklim uyumuna yönelik eylemler yer almaktadır (SBB, 2023).

Bununla birlikte, Türkiye'nin iklim krizine karşı sektörel dayanıklılığını artırmayı hedefleyen İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (İDUSEP 2024-2030), su yönetimi ve tarım-gıda güvencesini en kritik alanlar olarak tanımlamıştır. Bu eylem planı kapsamında, tarımsal desteklerin (teşviklerin) havza su bütçesi ve ürün deseni dikkate alınarak revize edilmesi, belediyelerdeki su kayıplarının azaltılması ve arıtılmış atık suların yeniden kullanım oranının 2030 yılına kadar %15 seviyesine çıkarılması stratejik hedefler olarak belirlenmiştir (IDB, 2024).

Su Verimliliği ve Ekosistem Odaklı Diğer Eylem Planları

Tarım sektörünün ülkedeki toplam su tüketiminin yaklaşık %77'sini gerçekleştirmesi, su verimliliğini tarımsal uyumun merkezine yerleştirmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033), modern sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılarak tarımsal sulama randımanının 2030 yılına kadar %60'a, 2050 yılına kadar ise %65 seviyesine çıkarılmasını hedeflemektedir. Bu hedeflere ulaşmak için hacim esaslı fiyatlandırmaya geçilmesi, sulama kooperatiflerinin kapasitelerinin güçlendirilmesi ve parsel bazında bitki su ihtiyaçlarının gerçek zamanlı ölçülmesi stratejileri geliştirilmiştir (TOB, 2023).

Ayrıca, Türkiye'nin Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı'na uyum sürecini yönlendiren Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021) kapsamında kimyasal gübre ve pestisit kullanımının azaltılması, organik tarımın geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji kullanan üretim tesislerinin desteklenmesi

öngörülmektedir (TB, 2021). Bu vizyon, 2022 yılında düzenlenen İklim Şurası kararlarıyla da desteklenmiş olup; "İklim Dostu Tarımsal Destekleme Modeli"nin oluşturulması, iklim kaynaklı streslere (kuraklık, sıcak dalgası) dayanıklı yeni tohum/hayvan ırklarının biyoteknolojik ıslah yöntemleriyle geliştirilmesi ve ekosistem odaklı gıda üretim modellerinin benimsenmesi ulusal politika hedefleri arasına alınmıştır (ÇŞİDB, 2022).

Genel olarak değerlendirildiğinde, mevcut politika ve yasal çerçevenin iklim değişikliğine uyum açısından önemli bir temel sunduğu görülmektedir. Bununla birlikte, uygulama süreçlerinde yerel ölçeğin ve sektörel entegrasyonun güçlendirilmesi, uyum stratejilerinin etkinliğini artıracak unsurlar arasında yer almaktadır. Bu kapsamda, ulusal düzeyde belirlenen hedeflerin havza ölçeğinde ele alınması ve yerel paydaşların sürece katılımının desteklenmesi, uyum çalışmalarına katkı sağlayabilecek bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

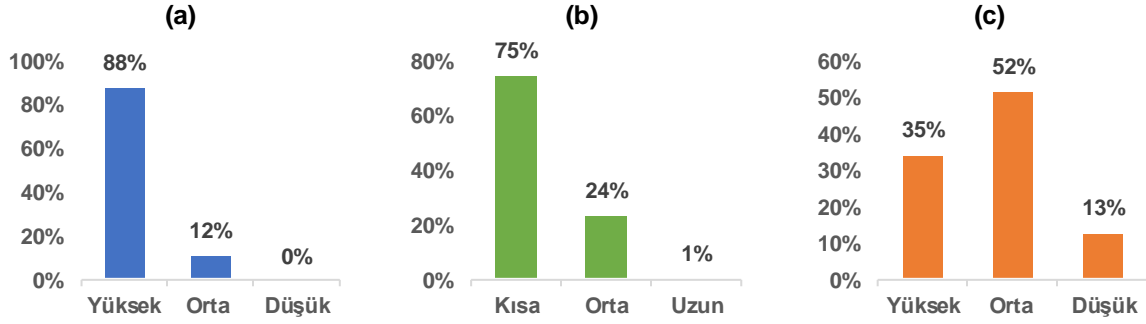
9.2. İklim Değişikliğine Uyum Önlemleri

İklim değişikliğinin tarım, su kaynakları ve kırsal geçim sistemleri üzerindeki etkileri dikkate alındığında, uyum önlemlerinin yalnızca teknik çözümler olarak değil, aynı zamanda yerel koşullara ve paydaş ihtiyaçlarına duyarlı stratejik eylemler olarak ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda, Beyşehir Gölü Havzası için önerilen uyum önlemleri; önceki bölümlerde ortaya konan iklim projeksiyonları, su mevcudiyeti analizleri ve tarımsal etkiler ile birlikte, paydaş katılım süreçlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda şekillendirilmiştir.

Bu çerçevede, önerilen uyum önlemlerine ilişkin paydaş değerlendirmeleri gerçekleştirilmiş ve yerel düzeyde önceliklerin belirlenmesine yönelik kapsamlı bir analiz yapılmıştır. Beyşehir Gölü Havzası'na yönelik bu değerlendirmeler; odak grup toplantıları ve bölgesel çalıştaylar aracılığıyla paydaş katılımı esas alınarak hazırlanmıştır. Bu katılımcı yaklaşım, yerel ihtiyaçların ve önceliklerin bütüncül bir bakış açısıyla raporlanmasına olanak sağlamaktadır. Paydaşlar, her bir uyum önlemini önem, aciliyet ve uygulanabilirlik açısından değerlendirmiştir. Aşağıda sunulan sonuçlar, havzadaki çiftçiler, teknik uzmanlar ve ilgili diğer kurumların ortak değerlendirmelerini yansıtmaktadır.

Beyşehir Gölü Havzası'na yönelik yürütülen tüm paydaş çalışmaları, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası ile eşgüdümlü bir süreçte gerçekleştirilmiş ve paydaşlar ortak oturumlarla bir araya getirilmiştir. Bu nedenle, bu bölümde sunulan veriler ve değerlendirmeler her iki havzayı da bütüncül bir yaklaşımla kapsamaktadır.

Uyum stratejileri; bitkisel üretimde sürdürülebilirlik, hayvancılığın iklim değişikliğine uyumu ile su yönetimi ve kuraklıkla mücadele olmak üzere üç kategoride analiz edilmiştir. Bu kapsamda, özellikle su yönetimi ve kuraklıkla mücadeleye yönelik uyum önlemlerinin önem, aciliyet ve uygulama zorluğuna ilişkin değerlendirmeleri, tüm önlemler için ortalama değerler şeklinde Şekil 9.1'de sunulmaktadır.



Şekil 9.1. Su yönetimi ve kuraklıkla mücadele önlemlerine ilişkin paydaşların ortalama değerlendirmeleri: (a) Eylemin önemi, (b) Eylemin aciliyeti, (c) Uygulanabilirliğinin zorluğu

Paydaş değerlendirmeleri, su yönetimi ve kuraklıkla mücadele kapsamında önerilen eylemlerin yüksek önem düzeyine sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Eylemlerin %88'inin "yüksek önem" düzeyinde değerlendirilmesi, bu alanın paydaşlar açısından güçlü bir öncelik olarak öne çıktığını ortaya koymaktadır. "Düşük önem" düzeyinde herhangi bir değerlendirmenin bulunmaması ise bu konuya ilişkin farkındalık ve hassasiyetin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Benzer bir eğilim, eylemlerin aciliyet düzeyi açısından da gözlenmektedir. Paydaşların %75'i söz konusu eylemleri kısa vadede uygulanması gereken önlemler olarak değerlendirmiştir. Bu durum, su yönetimi ve kuraklık risklerinin halihazırda hissedildiğini ve gecikmelerin önemli sonuçlar doğurabileceği yönündeki algıyı yansıtmaktadır. Eylemlerin yalnızca %1'inin uzun vadede uygulanabileceğinin ifade edilmesi, müdahale ihtiyacının ertelenemez ve acil olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Buna karşılık, uygulama zorluk düzeyine ilişkin değerlendirmeler daha dengeli bir dağılım sergilemektedir. Paydaşların %52'si eylemleri "orta düzeyde zor", %35'i ise "yüksek düzeyde zor" olarak değerlendirmiştir. Bu durum, eylemlerin önem ve aciliyeti konusunda güçlü bir uzlaşma bulunmasına rağmen, uygulama sürecinde çeşitli yapısal, finansal veya kurumsal zorlukların öngörüldüğünü göstermektedir. "Düşük zorluk" düzeyinde değerlendirilen eylemlerin oranının görece sınırlı kalması (%13) da bu durumu desteklemektedir.

Genel olarak, paydaşlar su yönetimi ve kuraklıkla mücadeleye yönelik eylemleri yüksek öncelikli ve acil müdahale gerektiren uygulamalar olarak değerlendirmekte; ancak bu eylemlerin uygulanması sürecinde önemli zorluklar barındırdığını da kabul etmektedir.

Bu doğrultuda, su yönetimi ve kuraklıkla mücadele odağında belirlenen uyum stratejileri aşağıda verilmiştir.

EYLEM 1		
HAVZA BAZLI ENTEGRE SU YÖNETİMİNİN SAĞLANMASI		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Yüksek
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> Havzaların su kaynaklarının izlenmesi için veri toplama ve analiz sistemlerinin kurulması Yer altı ve yüzey su kaynaklarının dengeli ve sürdürülebilir kullanımı için politikalar geliştirilmesi Sulama ve içme suyu kullanımının entegre şekilde organize edilmesi, Yerel paydaşların su yönetimine katılımının sağlanması ve kapasitelerinin artırılması Su kullanımında önceliklendirme ve kriz anlarında acil müdahale planlarının hazırlanması Sondaj kuyularında plansız kullanımın önüne geçilmesi, ruhsatlı ve kontrollü su kullanımı sağlanması Buharlaştırma kaynaklı su kaybının ekolojik çözümler yoluyla azaltılması Su yönetiminde kurumlar arası yetki ve sorumlulukların netleştirilerek, etkin ve uyumlu bir koordinasyon yapısının oluşturulması Bölgeye ait meteoroloji gözlem istasyonlarının kurulması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Veri izleme ve analiz sistemine entegre havza sayısı</p> <p>Ruhsatsız ve kontrolsüz kuyu sayısında azalma oranı (%)</p> <p>Hazırlanan havza bazlı su yönetim planı sayısı/politika belgesi sayısı</p> <p>Kriz dönemlerinde devreye giren acil müdahale planı sayısı</p> <p>Su yönetimi karar süreçlerine katılan yerel paydaş sayısı</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (DSİ, SYGM), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (İl ve İlçe Müdürlükleri), MGM, yerel yönetimler, sulama birlikleri, üniversiteler (hidroloji bölümleri), STK'lar</p>		

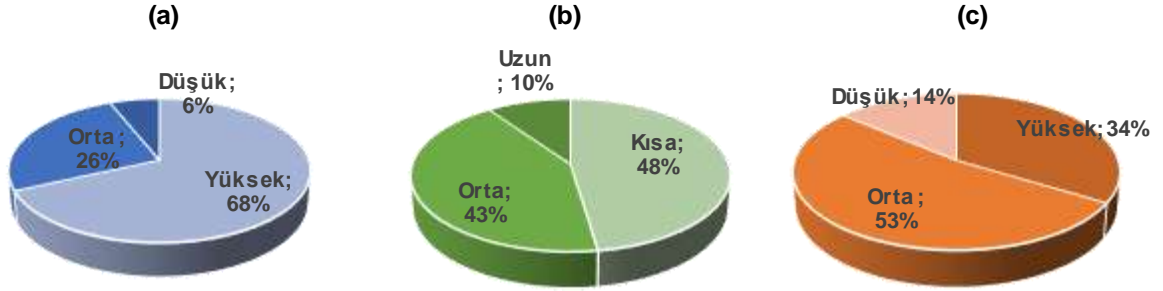
EYLEM 2		
SU VERİMLİLİĞİNİN ARTTIRILMASI VE TASARRUF ÖNLEMLERİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Tarımda su tasarrufu sağlayan teknolojilerin (damla sulama vb.) teşvik edilmesi • Akıllı sulama sistemlerinin yazılım ve lisans sorunlarının giderilerek bu sistemlerin bilinçli, etkin ve gece sulamasını teşvik edecek şekilde kullanılmasının yaygınlaştırılması • Sulama uygulamalarının fiziksel toprak analizlerine ve bölgesel su tahsis planlarındaki kullanım önceliklerine uygun şekilde planlanmasının sağlanması • Su kullanımında kayıpların azaltılması için altyapı yenileme ve iyileştirme çalışmalarının yapılması • Kaçak ve vahşi sulama ile mücadelenin artırılması (Güneş panelli sondaj kuyularının kontrolsüz su kullanımının önüne geçilmesi) • Gri su ve yağmur suyunun bitkisel ve hayvansal üretimde kullanımına yönelik yönelik teşviklerin artırılması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Modern sulama teknolojilerine geçen üretici oranı (%)</p> <p>Tarımsal sulamada birim su tüketimindeki düşüş (%)</p> <p>Yenilenen sulama altyapısı uzunluğu (km)</p> <p>Kaçak / vahşi sulama tespiti ve müdahale sayısı</p> <p>Su kullanım verimliliğindeki yıllık artış oranı (%)</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (DSİ, SYGM), sulama kooperatifleri ve birlikleri, ziraat odaları, yerel yönetimler, çiftçiler, çevre STK'ları, üniversiteler (ziraat ve çevre müh. fakülteleri), teknoloji firmaları</p>		

EYLEM 3		
KURAKLIK RİSK YÖNETİMİ VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Alt havza ölçeğinde izleme istasyonlarının artırılması ve mevcut erken uyarı sistemlerine kuraklık riskine yönelik bildirimlerin eklenmesi • Kuraklık dönemlerinde alternatif su kaynaklarının (yağmur suyu, artılmış su vb.) kullanımı • Kuraklık yönetimi konusunda yerel yönetim, üretici ve STK işbirliklerinin artırılması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Kurulan istasyon sayısı</p> <p>Erken uyarı sistemi sayısı</p> <p>Kullanılan alternatif su kaynağı türleri ve kullanım alanı (ha)</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (İl ve ilçe müdürlükleri), Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Yerel yönetimler, yerel yönetimler, çiftçi birlikleri, STK'lar</p>		

EYLEM 4		
SU KALİTESİNİN KORUNMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Tarımsal kirliliğin su kaynaklarına etkisinin azaltılması için sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması • Hayvancılık atıklarının kontrollü depolanması • Atıksu ve kirliliğin önlenmesi için altyapı yatırımları yapılması, mevcut atıksu arıtma altyapısının modernize edilmesi • Su kalitesi izleme istasyonları, analiz sıklığı ve personel sayısının artırılması • Zirai ilaç formülasyonlarının kontrollü hazırlanması, bölgesel ilaçlama planlamasının yapılması ve ilaç kullanım oranlarının takip edilmesi • Pestisit kalıntısı çıkan yeraltı sularının kullanımının izlenmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>Su kalitesi izleme istasyonu sayısı</p> <p>Analiz sayısı</p> <p>Atıksu altyapı yatırımlarının sayısı ve kapasitesi</p> <p>Zirai ilaç satışlarındaki azalma</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (il ve ilçe müdürlükleri), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (il ve ilçe Müdürlükleri), Sağlık Bakanlığı, yerel yönetimler, su ve kanalizasyon idareleri, üretici birlikleri, STK'lar, laboratuvarlar</p>		

EYLEM 5		
EĞİTİM VE BİLİNÇLENDİRME ÇALIŞMALARININ YAYGINLAŞTIRILMASI		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Eğitim çalışmalarının ilkokul ve ortaokul seviyesinde gerçekleştirilmesi, müfredata tarım, ekoloji ve su yönetimi konularının eklenmesi • Çiftçilere yönelik iklim değişikliği ve uyum konularında eğitim programlarının sayısının artırılması • Eğitim içeriklerinin çiftçi taleplerine göre oluşturulması • Budama, toprak işleme, zararlılarla mücadele vb. alanlarda uygulamalı eğitim faaliyetlerinin artırılması • Tarımda risk yönetimi ve sigorta sistemlerinin yaygınlaştırılması ve tanıtılması • Yerel halkın ve gençlerin su tasarrufu konusunda farkındalık düzeyini artırmaya yönelik faaliyetler düzenlenmesi • Yaz döneminde gençler için tarım kampları düzenlenmesi • Ziraat fakültelerinin saha ile entegrasyonunun güçlendirilmesi • Zirai ilaç ambalajlarının çevreye zarar vermeyecek şekilde bertarafı konusunda eğitimler verilmesi ve belediyeler ile işbirliği halinde olunması • Görünürlük faaliyetlerinin (kamu spotu, reklam panoları, eğitim kampanyaları vb.) artırılması • Eğitimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi ve davranış değişikliklerinin ortaya konması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Düzenlenen bilinçlendirme faaliyetlerinin sayısı ve kapsamı</p> <p>Eğitim programlarına katılan çiftçi ve yerel halk sayısı</p> <p>Bilinçlenme ve farkındalık düzeyinde artış (%)</p> <p>Kamu spotu sayısı</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (il ve ilçe müdürlükleri), Milli Eğitim Bakanlığı, Üniversiteler, çiftçi birlikleri ve kooperatifler, STK'lar, yerel yönetimler, eğitim ve araştırma kurumları, medya ve iletişim kanalları</p>		

Bitkisel üretimde sürdürülebilirlik odağında uyum önlemlerinin önem, aciliyet ve uygulama zorluğuna ilişkin değerlendirmeleri, tüm önlemler için ortalama değerler şeklinde Şekil 9.2'de sunulmaktadır.



Şekil 9.2. Bitkisel üretimde sürdürülebilirlik önlemlerine ilişkin paydaşların ortalama değerlendirmeleri: (a) Eylemin önemi, (b) Eylemin aciliyeti, (c) Uygulanabilirliğinin zorluğu

Paydaş değerlendirmeleri, bitkisel üretimde sürdürülebilirliğe yönelik eylemlerin büyük ölçüde yüksek öneme sahip olarak algılandığını göstermektedir. Eylemlerin %68'inin "yüksek önem" düzeyinde değerlendirilmiş olması, bu konunun paydaşlar açısından güçlü bir öncelik olarak ele alındığını ortaya koymaktadır. "Düşük önem" atfeden paydaş oranının görece sınırlı kalması (%6), genel farkındalık düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Benzer bir eğilim, eylemlerin aciliyet düzeyi açısından da gözlenmektedir. Paydaşların %48'i bu eylemleri kısa vadede uygulanması gereken adımlar olarak değerlendirirken, %43'ü orta vadeli öncelikler olarak ifade etmiştir. Bu durum, sürdürülebilirliğin ertelenebilecek bir alan olarak değil, kısa vadede ele alınması gereken bir konu olarak görüldüğüne işaret etmektedir.

Buna karşılık, eylemlerin uygulanabilirliğine ilişkin değerlendirmelerde daha temkinli bir tablo ortaya çıkmaktadır. Paydaşların %53'ü eylemleri "orta düzeyde zor", %34'ü ise "yüksek düzeyde zor" olarak değerlendirmiştir. Bu bulgu, söz konusu eylemlerin önem ve aciliyeti konusunda güçlü bir uzlaşma bulunmasına rağmen, uygulama aşamasında çeşitli zorlukların öngörüldüğünü göstermektedir.

Genel olarak paydaşlar, bitkisel üretimde sürdürülebilirliğe yönelik eylemleri yüksek öncelikli ve acil olarak değerlendirmekte; ancak bu eylemlerin uygulanmasının belirli zorluklar içerebileceğini de kabul etmektedir.

Bu doğrultuda, bitkisel üretimde sürdürülebilirlik odağında belirlenen uyum stratejileri aşağıda verilmiştir.

EYLEM 6		
VERİMLİ SULAMA TEKNİKLERİNİN YAYGINLAŞTIRILMASI		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> Mevcut verimli sulama tekniklerinin (damla sulama, kapalı sulama yağmurlama) toprak geçirgenliği, bitki türü gibi özellikler dikkate alınarak yeniden düzenlenmesi etkin bir şekilde kullanımının sağlanması Sulama suyu kullanımının ölçülmesi ve optimize edilmesi için dijital teknolojilerin kullanılması Sulama sezonlarının iklim verilerine ve bitki gelişim dönemlerine göre planlanması Tarımsal üretimde su tasarrufu konusunda çiftçilere teknik danışmanlık verilmesi Kırsal alanda su tasarrufu bilincini artırmaya yönelik yerel kampanyaların düzenlenmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>Damla sulama uygulayan çiftçi oranı (%)</p> <p>Kapalı sulama sistemi kullanan çiftçi sayısındaki artış oranı (%)</p> <p>Sulama sistemlerine entegre sensör kullanımı (%)</p> <p>Su tüketiminde azalma miktarı (m³/dekar, %)</p> <p>Dijital teknolojilerin kullanım oran (%)</p> <p>Kuyu sayısındaki değişim</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (DSİ, SYGM), sulama birlikleri, kooperatifler, ziraat odaları, yerel yönetimler, çiftçiler üniversiteler, STK'lar</p>		

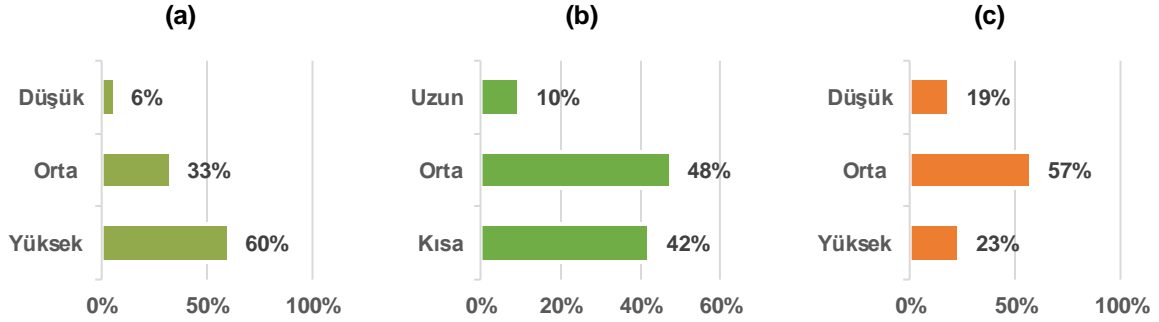
EYLEM 7		
ÜRÜN DESENİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYGUN HALE GETİRİLMESİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> Bölgesel iklim ve toprak koşullarına uygun dayanıklı tohum ve fidelerin geliştirilmesi ve dağıtımı/Kuraklığa ve sıcağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması Tıbbi ve aromatik bitkiler gibi kuru tarıma uygun ürünlerin desteklenmesi ve pazarlama stratejilerinin oluşturulması Yeni ürün denemeleri için mali ve teknik destek programlarının oluşturulması Piyasa taleplerine uyumlu, sürdürülebilir ürün çeşitliliğinin teşvik edilmesi Ekim ve hasat tarihlerinin iklim koşullarına göre yeniden planlanması Bölgeye özgü doğru budama ve dikim tekniklerinin uygulanması 		
Performans Göstergeleri		
Dayanıklı tohumların kullanım oranı (%)		
Kuraklığa uygun ekim alanı (%)		
Kuraklığa dayanıklı ürün geliştirmeye yönelik proje sayısı		
Kuraklığa dayanıklı yeni ürün sayısı		
Ekim/hasat tarihine bağlı verim değişimi (%)		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
Tarım ve Orman Bakanlığı, TİGEM, TAGEM, Üniversiteler (ziraat fakülteleri), kooperatifler, STK'lar, fidan üreticileri		

EYLEM 8		
TOPRAK SAĞLIĞININ KORUNMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Organik madde kullanımını artırmaya yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması (kompost, yeşil gübre vb.) • Erozyonun önlenmesi için teraslama ve örtü bitkileri uygulamalarının yaygınlaştırılması • Toprağın nem kaybını azaltmaya yönelik uygulamaların (malçlama, organik madde artırımı vb.) tarımsal üretimde yaygınlaştırılması • Azaltılmış toprak işleme ve canlı rüzgar perdesi uygulamalarının meyvecilikte yaygınlaştırılması • Kimyasal gübre ve ilaç kullanımının azaltılması için entegre mücadele yöntemlerinin benimsenmesi • Çoraklaşmaya karşı toprak ıslahı çalışmalarının yapılması • Toprak analizleri ile doğru gübreleme planlarının yapılması ve yaygınlaştırılması, bu planlamaların tarladan alınabilecek maksimum ürün miktarına göre gerçekleştirilmesi • Toprak analizlerinde örneklemenin uzmanlarca yapılması, standarda uygunluk sağlanması • Yeraltı suyunun bekletilerek ısıtılması ve toprağın soğutulmasının önüne geçilmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>Toprak analizi yapan çiftçi sayısı</p> <p>Organik madde içeriği yüksek toprak oran (%)</p> <p>Kullanılan kimyasal gübre ve ilaç miktarları</p> <p>Erozyona karşı önlem alınan alan miktarı (ha)</p> <p>Islah edilen çorak alan (ha),</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (İl ve ilçe müdürlükleri), Toprak Mahsulleri Ofisi, TAGEM, toprak analizi laboratuvarları, çiftçiler, ziraat odaları, üniversiteler, STK'lar</p>		

EYLEM 9		
TARIMDA DİJİTAL VE BİLİMSEL TEKNOLOJİLERİN ENTEGRASYONU		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Meteorolojik ve toprak nemi verilerinin izlenmesi için sensör ve uydu teknolojilerinin kullanılması • Çiftçilere iklim değişikliğine uyumlu üretim teknikleri ve karar destek sistemleri hakkında eğitim verilmesi • Ürün hastalık ve zararlı erken uyarı sistemlerinin sayısının artırılması ve kara leke ve iç kurdu gibi hastalıklara karşı kapsamının genişletilmesi • Erken uyarı sistemlerinin tamamına toprak sıcaklığı sensörlerinin entegre edilmesi • Dona karşı erken uyarı ve mücadele sistemlerinin geliştirilmesi • Tarımsal üretimde verimliliği artıracak yenilikçi yöntemlerin saha denemeleri ile tanıtılması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Dijital tarım teknolojisi kullanım oranı (%)</p> <p>Kullanılan sensör sayısı / toplam tarım arazisi</p> <p>Erken uyarı sistemi sayısı</p> <p>Erken hastalık bildirim alan çiftçi oranı (%)</p> <p>Verimlilik artış oranı (%)</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (İl ve ilçe müdürlükleri), TARBİL, TAGEM, teknoloji firmaları, çiftçiler, ziraat odaları, üniversiteler, STK'lar</p>		

EYLEM 10		
SOSYO-EKONOMİK AÇIDAN DAYANIKLILIĞIN ARTTIRILMASI		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Gençlerin tarımda kalmasını destekleyici teşvik ve programların uygulamaya alınması • Tarımın kârlılığını artıracak destek politikalarının (süt fiyatları, ürün destekleri) gözden geçirilmesi • Gençler için yaşam koşullarının iyileştirilmesi ve sosyal destek verilmesi • Mevsimlik işçilerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi, çadır/karavan dağıtımının yaygınlaştırılması • Çiftçilerin muhasebe ve finansal yönetim kapasitelerinin artırılması • Üretimden vazgeçen küçük üreticilerin destekle yeniden üretime kazandırılması için programlar uygulanması • Kooperatif ve üretici birliklerinin güçlendirilmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>Tarımda çalışan genç oranı (%)</p> <p>Mevsimlik işçi sayısı</p> <p>Çiftçilerin finansal okuryazarlık düzeyindeki artış (%)</p> <p>Dağıtılan çadır/karavan sayısı</p> <p>Desteklerden yararlanan çiftçi sayısı</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı, Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, SGK, İŞKUR, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Ziraat odaları, Tarım kredi kooperatifleri, üretici birlikleri, STK'lar, kalkınma ajansları, çiftçiler</p>		

Hayvancılığın iklim değişikliğine uyumu odağında uyum önlemlerinin önem, aciliyet ve uygulama zorluğuna ilişkin değerlendirmeleri, tüm önlemler için ortalama değerler şeklinde Şekil 9.3'te sunulmaktadır.



Şekil 9.3. Hayvancılığın iklim değişikliğine uyum önlemlerine ilişkin paydaşların ortalama değerlendirmeleri: (a) Eylemin önemi, (b) Eylemin aciliyeti, (c) Uygulanabilirliğinin zorluğu

Paydaş değerlendirmeleri, hayvancılık üretiminin iklim değişikliğine uyumuna yönelik eylemlerin yüksek önem düzeyine sahip olarak algılandığını göstermektedir. Eylemlerin %60'ının "yüksek önem", %33'ünün ise "orta düzeyde önemli" olarak değerlendirilmesi, bu alanın paydaşlar açısından güçlü bir öncelik olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. "Düşük önem" atfeden paydaş oranının sınırlı kalması (%6), konuya ilişkin farkındalık düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Eylemlerin aciliyetine ilişkin değerlendirmelerde, paydaşların %48'i bu eylemleri orta vadede uygulanması gereken adımlar olarak değerlendirirken, %42'si kısa vadeli öncelikler olarak ifade etmiştir. Bu durum, hayvancılıkta iklim değişikliğine uyumun ertelenmemesi gereken, zamanında müdahale gerektiren bir alan olarak algılandığını göstermektedir.

Buna karşılık, eylemlerin uygulanabilirliğine ilişkin değerlendirmeler daha dengeli bir dağılım sergilemektedir. Katılımcıların %57'si eylemleri "orta düzeyde zor", %23'ü "yüksek düzeyde zor", %19'u ise "düşük zorluk" düzeyinde değerlendirmiştir. Bu durum, eylemlerin önemine ilişkin güçlü bir uzlaşma bulunmasına rağmen, uygulama sürecinde çeşitli zorlukların öngörüldüğünü göstermektedir.

Genel olarak paydaşlar, hayvancılık üretiminde iklim değişikliğine uyuma yönelik eylemleri önemli ve yüksek öncelikli olarak değerlendirmekte; ancak uygulama sürecinde karşılaşılabilecek potansiyel zorlukların da dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu doğrultuda, hayvancılığın iklim değişikliğine uyumu odağında belirlenen uyum stratejileri aşağıda verilmiştir.

EYLEM 11		
SU YÖNETİMİ VE ENTEGRE SU KULLANIMI PLANLAMASI		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Hayvan sayısı ve yem üretimi ile uyumlu su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi • Hayvan içme suyu kullanımında tasarruf sağlayan sistemlerin kurulması • Su tasarrufu ve yem üretimi konusunda çiftçilere teknik danışmanlık verilmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>Hayvan başına su tüketiminde azalma (L/gün)</p> <p>Birim yemle elde edilen canlı ağırlık artışı (kg/kg)</p> <p>Kurulan gri su/yağmur suyu toplama sistemi sayısı</p> <p>Su verimliliği artışı (m³/kg üretim)</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (İl ve ilçe müdürlükleri), DSİ, yerel su idareleri, hayvancılık işletmeleri, üretici kooperatifleri, üniversiteler (ziraat ve çevre mühendisliği fakülteleri), sulama birlikleri, ziraat odaları</p>		

EYLEM 12		
YEM KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Bölgesel kuraklık koşullarına uygun yem bitkisi çeşitlerinin geliştirilmesi ve dağıtılması • Havza dışından yüksek enerji ve protein içeren mısır silajı ve yonca gibi yemlerin temin edilmesi • Mera ıslahı ile kaliteli kaba yem üretiminin artırılması • Mera alanlarının etkin ve adil kullanımını sağlayacak şekilde yasal düzenlemelerin güncellenmesi, orman alanlarını otlatma alanı olarak değerlendirilmesi • Çiftçilere yem bitkisi üretimi ve depolama teknikleri hakkında eğitim verilmesi • Yem bitkisi üretiminde sertifikasyon ve kalite standartlarının yaygınlaştırılması 		
Performans Göstergeleri		
<p>Kuraklığa dayanıklı yem türü sayısı</p> <p>Islah edilen mera alanı (ha)</p> <p>Temin edilen dış kaynaklı yem miktarı (ton/yıl)</p> <p>Sertifikalı yem üretim oranı (%)</p> <p>Eğitim alan çiftçi sayısı</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>Tarım ve Orman Bakanlığı (il ve ilçe müdürlükleri), TAGEM, TİGEM, yem üretici ve dağıtıcı firmalar, üniversiteler (ziraat fakülteleri), çiftçi birlikleri, çiftçi kooperatifleri, hayvancılık işletmeleri</p>		

EYLEM 13**HAYVAN SAĞLIĞI VE REFAHININ İYİLEŞTİRİLMESİ**

Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta

Alt Eylemler

- Sıcak hava dalgalarına karşı hayvan barınaklarının iyileştirilmesi ve gölgelik alanların artırılması
- Portatif ağıl ve karavan gibi modern hayvancılık çözümlerinin desteklenmesi
- Hastalıkların önlenmesi için düzenli veteriner kontrollerinin sağlanması
- Yeni yatırımlarının (hassas tarım teknikleri) yüksek rakımlı, iklim etkilerinin daha az olduğu bölgelere kaydırılması
- Stres azaltıcı beslenme ve bakım tekniklerinin uygulanması
- Hayvan ırklarının iklim koşullarına uygun şekilde seçimi ve geliştirilmesi
- Doğal yaşam ve hayvan zararlıları kontrolünün sağlanması, domuz ve kurt popülasyonunun dengelenmesi

Performans Göstergeleri

Veteriner kontrol sıklığı
Hayvan hastalıkları vaka sayısındaki azalma oranı (%)
Sıcaklık ve kuraklığa dirençli hayvan ırklarındaki artış oranı (%)
Üretilen et ve süt miktarındaki artış (%)
Buzağı/kuzu ölüm oranları
Barınak iyileştirme yatırımlarının sayısı
Açılan işletme sayısı ve kapasiteleri

Kritik Aktörler/Paydaşlar

Tarım ve Orman Bakanlığı (il ve ilçe müdürlükleri), veterinerlik fakülteleri, veteriner hekimler odası, büyük çiftlik işletmeleri, üretici kooperatifleri

EYLEM 14		
FİNANSAL VE DESTEK MEKANİZMALARININ GELİŞTİRİLMESİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Hayvancılıkta iklim risklerine karşı sigorta sistemlerinin yaygınlaştırılması • Çiftçilere iklim değişikliği uyumunda kullanabilecekleri kredi ve hibelerin sağlanması • Uzmanlaşmış teknik destek ekiplerinin bölgelerde aktif hale getirilmesi • Yerel yönetimler ve üretici birlikleri ile koordinasyonun güçlendirilmesi 		
Performans Göstergeleri		
<p>İklim risklerine karşı sigortalı işletme oranı (%)</p> <p>Sağlanan kredi/hibe miktarı (TL)</p> <p>Yerel finansal destek programı sayısı</p> <p>Aktif teknik destek ekibi sayısı</p>		
Kritik Aktörler/Paydaşlar		
<p>TARSİM, Tarım ve Orman Bakanlığı (İl ve ilçe müdürlükleri), yerel yönetimler, üretici birlikleri ve kooperatifler, kalkınma ajansları, STK'lar, kamu bankaları ve özel bankalar, sigorta şirketleri</p>		

9.3. Uyum Önlemlerinin Önceliklendirilmesi

Beyşehir Gölü Havzası için belirlenen uyum önlemlerinin önceliklendirilmesi, Çok Kriterli Karar Analizi (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA) yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, paydaş katılım sürecinde de değerlendirilen üç temel kriter esas alınmıştır: önem, aciliyet ve uygulama zorluğu. Önceliklendirme sürecinde önem ve aciliyet artırıcı faktörler olarak ele alınırken, uygulama zorluğu sınırlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmiştir.

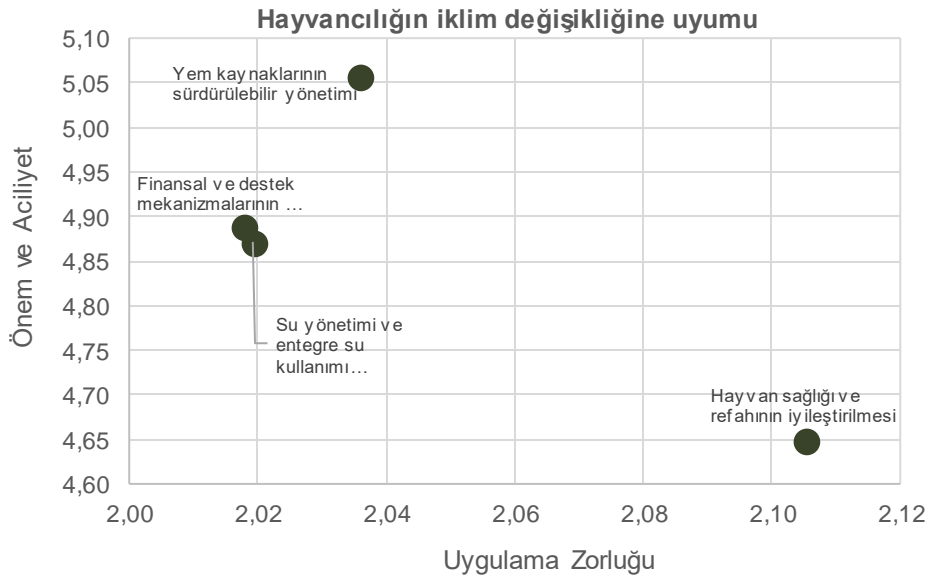
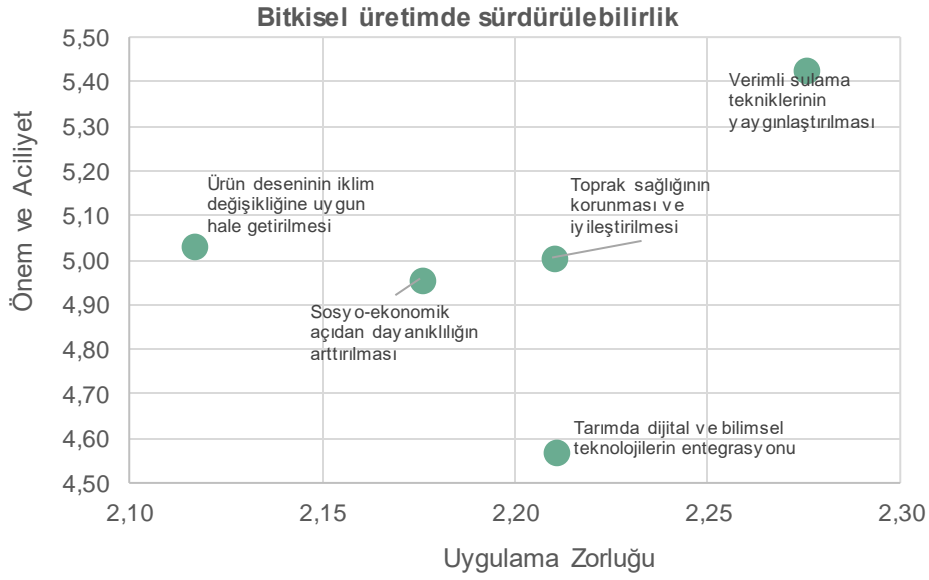
Paydaşlardan elde edilen veriler, her bir kriter için “yüksek”, “orta” ve “düşük” kategorilerinde yüzdesel dağılımlar şeklinde toplanmış ve bu nitel veriler sayısallaştırılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla yüksek, orta ve düşük değerlendirmeler sırasıyla 3, 2 ve 1 puan olarak tanımlanmış; ardından her bir kriter için ağırlıklı ortalama skorlar hesaplanmıştır. Elde edilen kriter skorları, ağırlıklı doğrusal kombinasyon yöntemi kullanılarak birleştirilmiş ve nihai öncelik puanları oluşturulmuştur. Bu hesaplamada önem ve aciliyet kriterlerine daha yüksek ağırlıklar atanırken, uygulama zorluğu modele negatif katkı sağlayacak şekilde dahil edilmiştir.

Analiz sonuçlarının daha anlaşılır biçimde yorumlanabilmesi amacıyla ayrıca bir öncelik matrisi oluşturulmuştur. Bu matriste uyum önlemleri, toplam etki puanı (önem + aciliyet) ile uygulama zorluğu eksenlerine göre konumlandırılmış; böylece önlemler “yüksek öncelikli”, “stratejik” ve “daha düşük öncelikli” gibi kategoriler altında sınıflandırılmıştır.

Havzası hesaplanan nihai öncelik puanları Tablo 9.1’de, önlemlerin görsel dağılımı ise Şekil 9.4’te sunulmaktadır.

Tablo 9.1. İklim değişikliğine uyum önlemleri için nihai öncelik puanları

Uyum Kategorileri	Uyum Önlemleri	Önem Skoru (Yüksek×3+Orta×2+Düşük×1)	Aciliyet Skoru (Kısa×3+Orta×2+Uzun×1)	Uygulama Zorluğu Skoru (Yüksek×3+Orta×2+Düşük×1)	Nihai Öncelik Skoru (0.4×Önem)+(0.4×Aciliyet)-(0.2×Zorluk)
Su yönetimi ve kuraklıkla mücadele	Havza bazlı entegre su yönetiminin sağlanması	3,00	2,86	2,38	1,87
	Su verimliliğinin artırılması ve tasarruf önlemleri	2,93	2,73	2,13	1,84
	Kuraklık risk yönetimi ve erken uyarı sistemleri	2,86	2,71	2,21	1,79
	Su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi	2,80	2,67	2,29	1,73
	Eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının yaygınlaştırılması	2,82	2,72	2,06	1,81
Bitkisel üretimde sürdürülebilirlik	Verimli sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması	2,83	2,60	2,28	1,72
	Ürün deseninin iklim değişikliğine uygun hale getirilmesi	2,64	2,39	2,12	1,59
	Toprak sağlığının korunması ve iyileştirilmesi	2,66	2,34	2,21	1,56
	Tarımda dijital ve bilimsel teknolojilerin entegrasyonu	2,38	2,19	2,21	1,39
	Sosyo-ekonomik açıdan dayanıklılığın artırılması	2,60	2,36	2,18	1,55
Hayvancılığın iklim değişikliğine uyumu	Su yönetimi ve entegre su kullanımı planlaması	2,56	2,31	2,02	1,54
	Yem kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi	2,62	2,43	2,04	1,62
	Hayvan sağlığı ve refahının iyileştirilmesi	2,46	2,19	2,11	1,44
	Finansal ve destek mekanizmalarının geliştirilmesi	2,52	2,37	2,02	1,55



Şekil 9.4. Uyum önlemleri için öncelik matrisi grafiği

Eğirdir–Karacaören ve Beyşehir Gölü Havzaları için oluşturulan öncelik matrisi grafikleri, uyum önlemlerinin üç tematik kategori altında dağılımını ortaya koymaktadır: Su Yönetimi ve Kuraklıkla Mücadele, Bitkisel Üretimde Sürdürülebilirlik ve Hayvancılıkta İklim Değişikliğine Uyum.

Su Yönetimi ve Kuraklıkla Mücadele kategorisinde, “havza bazlı entegre su yönetiminin sağlanması” en yüksek önem ve aciliyet skoruna sahip önlem olarak öne çıkmakta; buna karşın görece yüksek uygulama zorluğu, bu önlemin kritik ancak uygulanması zor bir öncelik olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, “su kullanım verimliliğinin artırılması ve tasarruf önlemleri” yüksek etki ile görece düşük uygulama zorluğunu bir araya getirerek kısa vadede uygulanabilir bir öncelik olarak dikkat çekmektedir. “Kuraklık risk yönetimi ve erken uyarı sistemleri” gibi önlemler de yüksek öneme sahip olmakla birlikte, orta düzeyde uygulama zorlukları içermekte ve bu durum, stratejik bir planlama gereksinimine işaret etmektedir.

Bitkisel Üretimde Sürdürülebilirlik kategorisinde, “etkin sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması” hem yüksek etki hem de belirgin uygulama zorluğu ile en öncelikli konular arasında yer almakta; bu durum uzun vadeli ve kararlı bir stratejik yaklaşım gerektirmektedir. “Ürün deseninin iklim değişikliğine uyarlanması” ve “toprak sağlığının korunması ve iyileştirilmesi” gibi önlemler ise orta düzeyde etki ve uygulama zorluğu ile orta vadeli öncelikler olarak değerlendirilmektedir. Tarımda dijital ve bilimsel teknolojilerin entegrasyonu ise yüksek uygulama zorlukları ve görece daha düşük kısa vadeli etki ile uzun vadeli stratejik bir hedef olarak öne çıkmaktadır.

Hayvancılıkta İklim Değişikliğine Uyum kategorisinde ise “yem kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi” ve “finansal ve destek mekanizmalarının geliştirilmesi” gibi önlemler, yüksek önem ve aciliyet ile birlikte düşük uygulama zorluğuna sahip olmaları nedeniyle kısa vadede uygulanabilir öncelikler arasında yer almaktadır. Buna karşılık, “hayvan sağlığı ve refahının iyileştirilmesi” önlemi, görece daha yüksek uygulama zorluğu ve daha düşük toplam etki düzeyi ile kısa vadede daha düşük öncelikli bir alan olarak değerlendirilmektedir.

9.4. Sonuç ve Stratejik Yol Haritası

SSP3-7.0 senaryosu kapsamında elde edilen iklim projeksiyonları, Beyşehir Gölü Havzası'nda sıcaklık artışı, su kaynaklarındaki kısıtlar ve yem bitkisi verimindeki değişimlerin hayvancılık üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar ışığında, havzalardaki ve projeksiyonlu büyükbaş ile küçükbaş hayvan sayıları, yem üretim kapasitesi ve su talebi dikkate alınarak, gelecekteki üretim sürdürülebilirliğini güvence altına almak amacıyla uyum önlemleri belirlenmiştir. Aşağıda sunulan önlemler, havza içi ve dışı yem kaynakları yönetimi, su kullanımı optimizasyonu, mera ıslahı ve hayvan ırk seçimi gibi kritik unsurları kapsamaktadır.

- Havza Dışı Yem Girdisi Planlaması

Artan sıcaklık, su kaynaklarının sınırlı ve verimlerin düşmesi nedeniyle, özellikle büyükbaş hayvancılıkta mevcut sulanan alanlar yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda, süt ve besi sığırları için yüksek enerji ve protein içeren mısır silajı ve yonca gibi yemlerin kısmen havza dışından temini planlanmalıdır. Bu önlem, hayvan sağlığı ve üretim sürekliliğinin güvence altına alınmasına olanak sağlar.

- Profesyonel Yatırımların Yüksek Kesimlere Yönlendirilmesi

Mevcut veriler, yüksek kesimlerde iklim etkilerinin daha sınırlı ve su kaynaklarının göreceli olarak daha verimli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık yatırımları, özellikle süt ve besi işletmeleri, havzanın yüksek kesimlerine kaydırılmalıdır. Bu strateji, hem üretim verimliliğini artırır hem de düşük rakımlardaki sıcaklık ve su stresini minimize eder.

- Mera Islahı ve Su Verimliliği

Yüksek kesimlerde mera alanlarının islah edilmesi ve kaliteli kaba yem üretiminin artırılması, su kullanımını optimize eder ve yem maliyetlerini düşürür. Sıcaklık artışı ve su baskısı dikkate alındığında, islah edilen meralarda beslenebilecek hayvan türleri ve sayıları, daha az su tüketen küçükbaş ve adaptif ırklar üzerinden planlanmalıdır.

- Hayvan Türü ve Rasyon Uyumları

Büyükbaş hayvanların yüksek su ve yem ihtiyacı göz önüne alınarak, su kısıtı ve iklim stresine karşı daha dayanıklı ırklar seçilmeli; küçükbaş hayvanlar ise mevcut mera ve sınırlı sulama koşullarına uyum sağlayabilecek şekilde tercih edilmelidir. Bu yaklaşım, havza içi kaynakların sürdürülebilir kullanımını desteklemektedir.

- Su Yönetimi ve Tedarik Planlaması

Havza su kaynaklarının, özellikle yakın ve uzak gelecek senaryolarında hayvancılık için yetersiz kalacağı öngörülmektedir. Bu nedenle sulama ve içme suyu kullanım planlaması yapılmalı, hayvan sayıları ve yem üretimi ile entegre su yönetimi stratejileri geliştirilmelidir.

Sonuç olarak artan sıcaklık, düşen yem verimi ve su kısıtı, havza bazlı hayvancılıkta kapsamlı uyum önlemlerini zorunlu kılmaktadır. Havza dışından yem tedariki, yüksek kesimlere odaklı profesyonel yatırımlar, meraların islahı ve su verimliliği yüksek hayvan türlerinin tercih edilmesi, gelecekte sürdürülebilir ve verimli bir üretim modeli için kritik stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Bu önlemler, hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvancılığın iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artıracak, üretim sürekliliğini güvence altına alacaktır. Havzada sıcaklık artışı ve su kısıtı büyükbaş hayvancılık üzerinde belirgin baskı oluştururken, küçükbaş

hayvanlar daha uyumlu ve sürdürülebilir üretim potansiyeli taşımaktadır. Havza, nispeten daha düşük hayvan sayısı ve sulanan alan avantajı ile küçükbaş üretiminde daha esnek bir adaptasyon kapasitesine sahiptir. Gelecekteki üretim sürdürülebilirliği, havza dışı yem tedariki, yüksek kesimlere odaklı yatırımlar, mera ıslahı ve su verimli hayvan ırklarının seçimine bağlıdır.

Bu çerçevede geliştirilen Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı, Beyşehir Gölü Su Havzası'nda iklim değişikliğine uyumlu tarımsal planlama için ürün bazlı bulgular ile mekânsal iklim desenlerini bir araya getiren bütüncül bir ön karar zemini sunmaktadır. Çiftçilerin refahını koruyarak su kaynaklarını güvence altına alacak bu strateji; eylemlerin tepeden inme değil, yerel dinamiklere uygun, kademeli ve paydaş katılımlı bir şekilde hayata geçirilmesini esas almaktadır.

10. UYGULAMA ÇERÇEVESİ

Beyşehir Gölü Havzası için geliştirilen Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı'nın etkin bir şekilde uygulanabilmesi; kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesine, finansman mekanizmalarının doğru yönlendirilmesine ve şeffaf izleme süreçlerinin oluşturulmasına bağlıdır. Bu doğrultuda uygulama çerçevesi; kurumsal yapı, finansman yaklaşımı, uygulama zamanlaması ve izleme-değerlendirme mekanizmaları olmak üzere dört temel eksen altında ele alınmıştır.

Kurumsal Çerçeve ve Yönetişim

İklim değişikliğine uyum eylemlerinin sahada uygulanabilmesi, çok paydaşlı ve koordinasyon temelli bir yönetim yapısını gerektirmektedir. Bu kapsamda Tarım ve Orman Bakanlığı (DSİ, SYGM, TAGEM, TİGEM), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, yerel yönetimler, sulama birlikleri, kooperatifler, ziraat odaları, üniversiteler ve kalkınma ajansları uygulama sürecinin temel aktörleri olarak öne çıkmaktadır.

Mevcut durumda su tahsisi, tarımsal destekler ve çevresel uygulamaların farklı kurumlar tarafından büyük ölçüde birbirinden bağımsız yürütülmesi, havza ölçeğinde bütüncül planlama önünde önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bu durum, özellikle su kaynakları ile üretim kararları arasındaki ilişkinin etkin şekilde yönetilememesine yol açmaktadır.

Bu çerçevede, su tahsisi, bitkisel üretim deseni ve hayvancılık faaliyetlerini birlikte ele alan, veri temelli ve entegre bir havza planlama yaklaşımının geliştirilmesi kritik bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir.

Maliyet Değerlendirmesi ve Finansman Stratejisi

Uyum önlemlerinin sahada uygulanabilirliğinin artırılabilmesi için mevcut finansman mekanizmalarının iklim değişikliği perspektifi doğrultusunda yeniden ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda tarımsal desteklerin, havza bazlı su bütçesi ve üretim yapısı ile uyumlu hale getirilmesi önem taşımaktadır. İklim değişikliğine uyum süreçlerini destekleyecek "iklim dostu" destekleme yaklaşımları, üreticilerin dönüşüm süreçlerini hızlandıracaktır.

Çiftçilerin uyum yatırımlarına erişimini kolaylaştıracak kredi ve hibe mekanizmalarının güçlendirilmesi, destek programlarının sadeleştirilmesi ve erişilebilirliğinin artırılması, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca kalkınma ajanslarının proje geliştirme ve finansman sağlama kapasitesinin artırılması bu süreci destekleyici bir unsur olacaktır.

İklim kaynaklı risklerin artmasıyla birlikte, tarım sigortalarının kapsamının genişletilmesi ve yaygınlaştırılması da önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, aşırı hava olayları,

kuraklık ve hayvancılık faaliyetlerine yönelik risklerin sigorta sistemlerine daha etkin şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Uygulama Zamanlaması ve Önceliklendirme

Uyum stratejilerinin uygulanması, paydaş çalıştaylarında tanımlanan zaman dilimleri doğrultusunda kısa, orta ve uzun vadeli bir perspektifle ele alınmıştır.

Kısa vadede (0–3 yıl), hızlı uygulanabilir ve mevcut üretim sistemlerini iyileştirmeye yönelik önlemler önceliklendirilmelidir. Bu kapsamda su verimliliğinin artırılması, sulama uygulamalarının optimize edilmesi, çiftçi eğitimleri ve mevcut destek mekanizmalarının uyum perspektifiyle yeniden yönlendirilmesi öne çıkmaktadır.

Orta vadede (3–10 yıl), üretim sistemlerinde daha yapısal iyileştirmelere odaklanılması gerekmektedir. Bu süreçte sulama altyapısının modernizasyonu, ürün deseni optimizasyonu ve kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesine yönelik adımlar kademeli olarak hayata geçirilmelidir.

Uzun vadede (10 yıl ve üzeri) ise iklim değişikliğinin etkilerinin daha belirgin hale gelmesiyle birlikte, üretim sistemlerinde daha kapsamlı dönüşümler gündeme gelecektir. Özellikle su talebi yüksek ürünlerde kademeli dönüşüm, alternatif ürünlerin entegrasyonu ve havza ölçeğinde planlama yaklaşımının kurumsallaştırılması bu dönemin temel odak alanlarını oluşturmaktadır.

İzleme ve Performans Göstergeleri

Uyum stratejilerinin etkinliğinin değerlendirilebilmesi için düzenli izleme ve değerlendirme süreçlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda, uygulanan eylemlerin performansını ölçmeye yönelik göstergeler tanımlanmış ve izleme sürecinin bu göstergeler üzerinden yürütülmesi öngörülmüştür.

Su yönetimi kapsamında; modern sulama sistemlerinin yaygınlığı, birim alanda su tüketimi, sulama altyapısındaki iyileşmeler ve su kullanım verimliliği temel göstergeler arasında yer almaktadır. Bitkisel üretim açısından; kuraklığa dayanıklı çeşit kullanımı, toprak analizine dayalı gübreleme uygulamaları ve dijital tarım teknolojilerinin kullanım düzeyi izlenecek başlıca alanlardır.

Hayvancılık ve sosyo-ekonomik boyutta ise sigortalı işletme oranı, yem verimliliği, hayvan başına su kullanımı, barınak iyileştirme yatırımları ve çiftçilerin finansal kapasitesine ilişkin göstergeler değerlendirme sürecinde dikkate alınacaktır.

Bu göstergeler aracılığıyla uygulama sürecinin düzenli olarak izlenmesi, elde edilen sonuçlara göre gerekli uyarlamaların yapılması ve stratejilerin dinamik bir şekilde güncellenmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Asian Development Bank (2003). Technical Guidance – Social Dimensions and Environmental Assessment, in Asian Development Bank, Environmental Assessment Guidelines, 2003. Available at <http://www.adb.org>.
- Association of Canadian Universities for Northern Studies (ACUNS) (2003). Ethical Principles for the Conduct of Research in the North. Ottawa: ACUNS.
- Balfagón, D., & Gómez-Cadenas, A. (2025). Combined abiotic stresses in mediterranean citrus orchards: Impacts, adaptation strategies, and climate-resilient solutions. *Scientia Horticulturae*, 353, 114462. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.114462>
- Becker, Henk, and Frank Vanclay. (2003). *The International Handbook of Social Impact Assessment: Conceptual and Methodological Advances*. Northampton: Edward Elgar Publishing Inc.
- Bieger, K., Arnold, J. G., Rathjens, H., White, M. J., Bosch, D. D., Allen, P. M., ... & Srinivasan, R. (2017). Introduction to SWAT+, a completely restructured version of the soil and water assessment tool. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 53 (1), 115-130.
- Böhm, U., Kücken, M., Ahrens, W., Block, A., Hauffe, D., Keuler, K., Rockel, B., Will, A. 2006. "CLM—The climate version of LM: Brief description and long-term applications", *COSMO Newsletter*, 6. 225-235
- Burdge, R.J. (2004). *A Community Guide to social Impact Assessment: 3rd Edition*. Middleton, Wisconsin: Social Ecology Press.
- Burdge, R.J., and R.A. Robertson (1998). *Social Impact Assessment and the Public Involvement Process*. In R.J. Burdge, ed., *A Conceptual Approach to Social Impact Assessment*. Middleton, Wisconsin: Social Ecology Press.
- Clarkson, P., and Andre, D. (2002). *Communities, Their Knowledge and Participation. Cumulative Effects Assessment Management Framework and MackenzieValley Cumulative Impacts Monitoring Program: Role of Traditional Knowledge, Elders and the Communities: Task 9/6*. Prepared for the Gwich'in Renewable Board and Gwich'in Tribal Council.
- ÇŞİDB. (2022). İklim Şurası Komisyon Tavsiye Kararları. T.C. Çevre, Şehircilik ve iklim Dğişikliği Bakanlığı.
- ÇŞİDB. (2022). İklim Şurası Komisyon Tavsiye Kararları. T.C. Çevre, Şehircilik ve iklim Dğişikliği Bakanlığı.

- Davis, H. C., 1993. Regional Economic Impact Analysis and Project Evaluation. UBC Press, Canada, ISBN: 07748-0350-9.
- Djaman, K., O'Neill, M., Owen, C. K., Smeal, D., Koudahe, K., West, M., Allen, S., Lombard, K., & Irmak, S. (2018). Crop Evapotranspiration, Irrigation Water Requirement and Water Productivity of Maize from Meteorological Data under Semiarid Climate. *Water*, 10(4), 405. <https://doi.org/10.3390/w10040405>
- IDB. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, iklim Değişikliği Başkanlığı.
- IDB. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, iklim Değişikliği Başkanlığı.
- International Finance Corporation (2003). Addressing the Social Dimensions of Private Sector Developments. Good Practice Note #3.
- Interorganizational Committee on Principles and Guidelines for Social Impact Assessment (2003). US Principles and Guidelines: Principles and Guidelines for Social Impact Assessment in the USA. *Impact Assessment and Development Appraisal*. Volume 28(3), 231-250.
- Lawrence, D. P. (2003). The Significance of Social and Economic Impacts in Environmental Assessment. Research supported by Canadian Environmental Assessment Agency's Research and Development Program.
- Lee, T., Singh, V.P. 2018. Statistical Downscaling for Hydrological and Environmental Applications. CRC Press. DOI:10.1201/9780429459580.
- Lindström, G., Pers, C., Rosberg, J., Strömqvist, J., & Arheimer, B. (2010). Development and testing of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) water quality model for different spatial scales. *Hydrology research*, 41 (3-4), 295-319.
- Lutsel K'e Dene First Nation and Diavik Communities Advisory Board (2002). Socio-Economic Impact Assessment Toolkit - the Lutsel K'e Experience. Yellowknife: DCAB.
- MBS. (2024). Mevzuat Bilgi Sistemi. <https://www.mevzuat.gov.tr/> adresinden alındı
- MBS. (2024). Mevzuat Bilgi Sistemi. <https://www.mevzuat.gov.tr/> adresinden alındı
- Mekonnen, M., & Hoekstra, A. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3), pp.401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>. *Ecosystems* 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>.

- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y., 2012. *A global assessment of the water footprint of farm animal products*. *Ecosystems*, 15(3), pp.401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
- Northwest Territories Protected Areas Strategy (2005). Socio-economic Assessment Guidelines. Available at <http://www.nwtwildlife.rwed.gov.nt.ca>.
- OECD. (2015). OECD Principles on Water Governance. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Rockel, B., Will, A., Hense, A. 2008. The Regional Climate Model COSMO-CLM (CCLM). *Meteorologische Zeitschrift*, 17(4), 347–348. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2008/0309>
- SBB. (2023). On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- SBB. (2023). On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Summary for Policymakers. . Mediterranean Experts on Climate and environmental Change.
- Şen, B. (2023). Determining the Changing Irrigation Demands of Maize Production in the Cukurova Plain under Climate Change Scenarios with the CROPWAT Model. *Water*, 15(24), 4215. <https://doi.org/10.3390/w15244215>
- TB. (2021). Yeşil Mutabakat Eylem planı 2021. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı.
- TB. (2021). Yeşil Mutabakat Eylem planı 2021. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı.
- TOB. (2023). Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033). Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- TOB. (2023). Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033). Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- TÜİK. (2024). Bölgesel İstatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/anaSayfa.do#> adresinden alındı
- TÜİK. (2024). Bölgesel İstatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/anaSayfa.do#> adresinden alındı
- TÜİK. (2024a). MEDAS-Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> adresinden alındı
- TÜİK. (2024b). MEDAS-Hayvancılık İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alındı

- Vanclay, F. (2002). "Conceptualising social impacts". *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 183-211.
- Yates, D., Sieber, J., Purkey, D., & Huber-Lee, A. (2005). WEAP21—A demand-, priority-, and preference-driven water planning model: part 1: model characteristics. *Water international*, 30 (4), 487-500.
- Yukon Environmental and Socio-economic Assessment Board (2006). *Assessor's Guide for Socio-economic Effects Assessment*. Whitehorse: Yukon Environmental and Socio-Economic Assessment Board.