



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

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

EĞİRDİR-KARACAÖREN GÖLLERİ 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.



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 BAŞAYIĞIT
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: EĞİRDİR-KARACAÖREN GÖLLERİ 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.....	43
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 rapor, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda iklim değişikliğinin tarım, su kaynakları ve kırsal topluluklar üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmek ve bu etkiler karşısında uygulanabilir uyum ve dirençlilik stratejileri geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma, iklim projeksiyonları, hidrolojik modelleme, tarımsal üretim analizleri ve sosyo-ekonomik değerlendirmelerin entegre edildiği çok disiplinli bir metodolojik çerçeveye dayanmaktadır.

Çalışma kapsamında yüksek çözünürlüklü iklim projeksiyonları, hidrolojik modelleme sonuçları ve mevcut tarımsal üretim verileri birlikte analiz edilmiştir. 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 analizler, havza genelinde su potansiyelinin mekânsal olarak dengesiz dağıldığını ve gelecekte önemli ölçüde azalabileceğini göstermektedir. Özellikle yüzey akışı ve yeraltı suyu beslenimindeki düşüşler, göl sistemleri ve sulama altyapısı açısından kritik riskler oluşturmaktadır. Buna paralel olarak tuzluluk seviyelerinde artış eğilimi gözlenmekte olup, bu durum uzun vadede toprak verimliliği ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Tarımsal üretim açısından değerlendirildiğinde, iklim değişikliğinin özellikle meyvecilik (başta elma) ve suya bağımlı üretim sistemleri üzerinde belirleyici etkiler yaratacağı anlaşılmaktadır. Artan sıcaklıklar, fenolojik süreçleri değiştirirken; azalan su güvenilirliği üretim verimliliğini sınırlandırmaktadır. Hayvancılık sektöründe ise yem üretimi ile hayvan varlığı arasındaki dengenin bozulabileceği ve özellikle büyükbaş hayvancılık üzerinde su ve yem kaynaklı baskının artacağı öngörülmektedir.

Sosyoekonomik analizler, havzadaki üreticilerin iklim değişikliğine ilişkin farkındalığının arttığını, ancak uyum kapasitesinin büyük ölçüde suya erişim, finansal imkânlar ve teknik bilgi ile sınırlı olduğunu göstermektedir. Küçük ve orta ölçekli aile işletmelerinin hâkim olduğu yapı, esneklik sağlamakla birlikte kırılganlıkları da beraberinde getirmektedir.

Bu bulgular doğrultusunda geliştirilen Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı; su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, üretim deseninin iklim koşullarına uyumlu şekilde yeniden düzenlenmesi, mera temelli sistemlerin güçlendirilmesi ve hayvancılıkta daha düşük kaynak tüketen üretim modellerine geçiş gibi temel stratejilere dayanmaktadır. Ayrıca, havza içi ve dışı yem kaynaklarının dengelenmesi, yüksek kesimlerin üretim açısından daha etkin kullanılması ve kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesi öncelikli müdahale alanları olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Eğildir–Karacaören Gölleri Havzası'nda iklim değişikliğine uyum, yalnızca teknik üzümlerle sınırlı kalmayıp; su, tarım ve sosyoekonomik sistemlerin birlikte ele alındığı entegre bir planlama yaklaşımını gerektirmektedir. Bu plan, havza ölçeğinde sürdürülebilir üretim sağlanması ve kırsal toplulukların uzun vadeli dayanıklılığının artırılması için yol gösterici bir ereve 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 erevesi 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 Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası, Göller Yöresi'nde iklim değışikliğine karşı en hassas tarımsal alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Havza; stratejik tatlı su kaynakları, göl çevresindeki mikroklimanın sağladığı elma başta olmak üzere yoğun meyvecilik ve tarımsal üretim yapısı ile hem ekonomik hem de stratejik açıdan önemli bir üretim alanıdır. Ancak bu üretim yapısı aynı zamanda göl su seviyelerine olan yüksek bağımlılık, meyvecilikte soğuklanma ihtiyacının ve fenolojinin sıcaklık artışlarına olan hassasiyeti nedeniyle iklim değışikliğine karşı önemli bir kırılganlık da taşımaktadır. Havza için derlenen veriler, iklim değışikliğinin artık uzak bir çevresel tehdit olarak değerlendirilemeyeceğini; artan sıcaklıklar, göl su seviyelerindeki düşüşle azalan su güvenilirliliği, değışen bitki fenolojisi ve artan sıcaklık

stresinin 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.

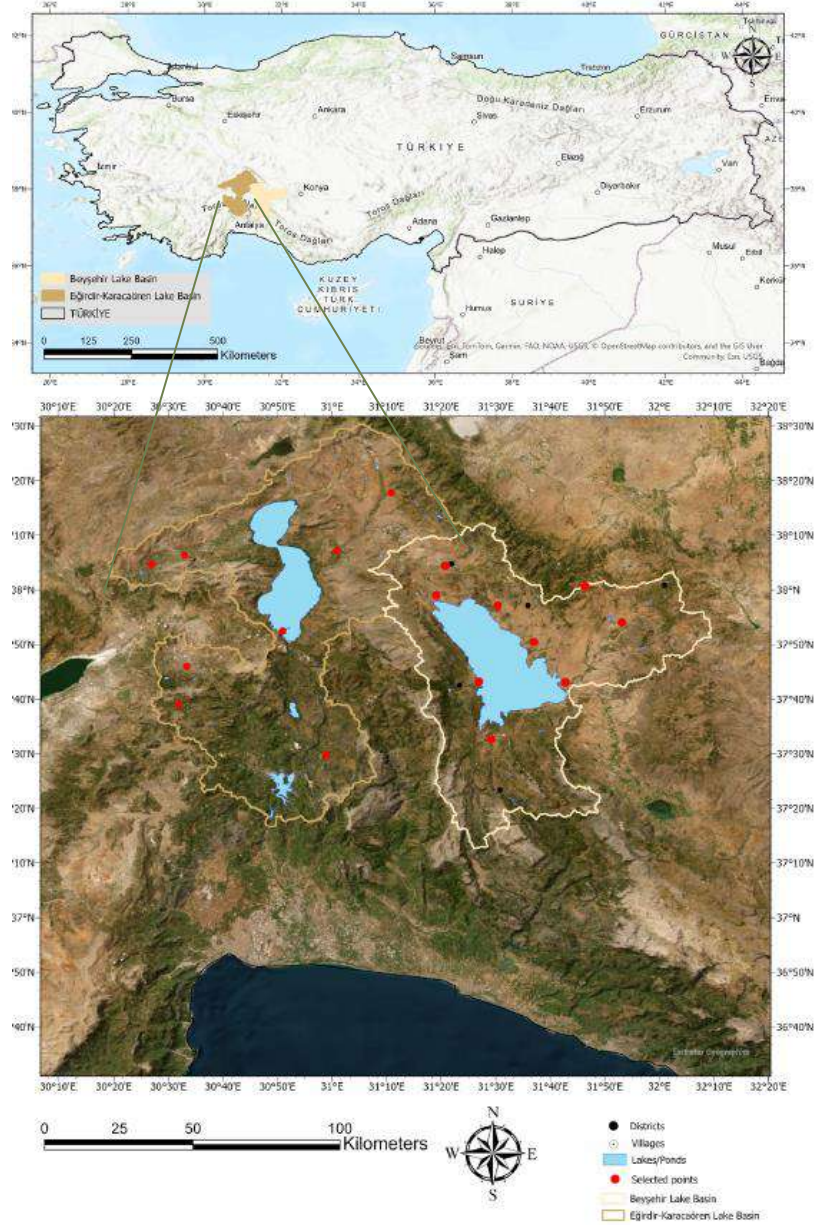
Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası için hazırlanan bu Kırsal Toplum Dayanıklılık Planı, söz konusu proje kapsamında üretilen bilimsel ve teknik bulguları, havza ölçeğinde karar alma süreçlerini destekleyecek bütüncül bir çerçeveye dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Bu yönüyle plan, yalnızca iklim değişikliğinin 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: EĞİRDİR-KARACAÖREN GÖLLERİ HAVZASI

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası, Türkiye'nin Göller Yöresi'nde yer alan önemli bir tarım ve su havzasıdır. Havza, büyük ölçüde Isparta ili sınırları içerisinde yer almakta olup, göl ve baraj sistemleri ile desteklenen hidrolojik yapısı sayesinde bölgedeki tarımsal üretimin temelini oluşturmaktadır (Şekil 2.1). Havzanın toplam yüzölçümü yaklaşık 5.840 km²'dir. Bu alanın yaklaşık 1.381 km²'si orman, 2.792 km²'si mera/otlak ve 970 km²'si ise tarım alanlarından oluşmaktadır. Havzada çok yıllık meyve bahçelerinden oluşan "dikili tarım arazisi" büyüklüğü ise yaklaşık 231 km² civarındadır.



Şekil 2.1. Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nın konumu

Tarımsal üretim deseni büyük ölçüde tahıllar (%55,23) ve meyvecilik (%24,13) üzerine kuruludur. Buğday (%32,1) ve arpa (%21,14) en yaygın ürünler arasında yer alırken, elma

retimi (%6,47) havzanın karakteristik ve ekonomik açıdan kritik faaliyetlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yapı, gl çevresinde oluşan mikroklimatik koşullar ile doğrudan ilişkilidir (TK, 2024a).

Havzada yaklaşık 466 km² sulanabilir alanın bulunması ve 40'ın üzerinde sulama sahası ile yüzlerce kilometre uzunluğundaki sulama kanallarının varlığı, tarımsal üretimin büyük ölçüde su kaynaklarına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, havzanın yüksek üretim kapasitesini desteklerken, aynı zamanda gl su seviyeleri ve su bütçesindeki değişimlere karşı kırılgan bir yapı oluşturmasına neden olmaktadır.

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası, meyvecilik ve tahıl üretiminin birlikte şekillendirdiği, su kaynakları ile güçlü bir etkileşim içerisinde olan ve iklim değişikliğine bağlı su rejimi değişimlerine karşı hassas bir tarımsal sistem olarak öne çıkmaktadır.

3. MEVCUT DURUM ANALİZİ

3.1. İklim Özellikleri

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasındaki geçiş zonunda yer almakta olup, topoğrafik çeşitliliği ve büyük su kütlelerinin varlığı nedeniyle güçlü mikroklimatik özellikler sergilemektedir. Göl çevresi ve düşük rakımlı alanlarda daha ılıman ve dengeli bir iklim yapısı gözlenirken, havzanın iç ve yüksek kesimlerinde daha serin ve karasal özelliklerin belirginleştiği bir yapı hâkimdir.

Sıcaklık Koşulları

Havza genelinde yıllık ortalama sıcaklıklar yaklaşık 13–15°C aralığında değişmekte olup, bu değerler topoğrafik farklılıklara bağlı olarak mekânsal çeşitlilik göstermektedir. Göl çevresindeki alanlarda sıcaklık dalgalanmaları daha sınırlı kalırken, iç kesimlerde özellikle yaz aylarında sıcaklık artışları daha belirgin hale gelmektedir.

Ekstrem sıcaklıklar maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı gün sayısı referans dönemde (1995-2014) havzanın büyük bölümünde yılda 10 günün altındadır. Buna karşılık don olaylı gün sayısı, yüksek rakımlı kuzey ve doğu kesimlerde yılda 60-90 güne kadar çıkarken, göl çevresindeki ılıman kuşakta 10-30 gün bandına kadar düşmektedir. Gölün ılımanlaştırıcı etkisi, kıyı şeritlerinde aşırı sıcaklıkları dengelerken, elma gibi yüksek soğuklanma ihtiyacı duyan meyveler için havza genelinde ideal bir ısı birikimi sunmaktadır. Bu durum, havzada iklim koşullarının hem fırsat hem de risk barındıran çift yönlü bir yapı sergilediğini göstermektedir.

Yağış ve Nem Rejimi

Havzada yağış rejimi, büyük ölçüde kış ve ilkbahar aylarında yoğunlaşmakta olup, yaz aylarında belirgin bir kuraklık dönemi yaşanmaktadır. Yağış sürekliliğini ifade eden 5 günlük ardışık yağışlı periyotlar ise yılda 6-10 kez görülmekte olup, bu durum havzadaki su kaynaklarının düzenli beslenmesine katkı sağlamaktadır

Nispi nem koşulları ise göl sistemlerinin etkisiyle havza içerisinde değişkenlik göstermekte; göl çevresinde daha yüksek nem değerleri gözlenirken, iç kesimlerde daha düşük nem koşulları hâkim olmaktadır. Bu durum, özellikle bitki gelişimi ve evapotranspirasyon süreçleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

3.2. Su Kaynakları

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası, Türkiye'nin en önemli tatlı su rezervlerinden bazılarını barındıran stratejik bir hidrolojik sistemdir. Eğirdir Gölü, Kovada Gölü ve Karacaören I-II barajları, havzanın temel su kaynaklarını oluşturmakta ve hem tarımsal üretim hem de bölgesel su yönetimi açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Sulama Altyapısı ve Kapasitesi

Havza, su kaynaklarının yönetimi amacıyla alt havzalara ayrılmış olup, Eğirdir, Kovada ve Karacaören I-II gölleri dışında havzada 50 adet baraj ve gölet bulunmaktadır. Tarımsal sulama ağı oldukça gelişmiş olup, havzada yer alan 402 adet sulama kanalı vasıtasıyla 44 farklı sulama sahasında toplam 466,65 km² (46.665 hektar) alan sulanabilmektedir.

Bununla birlikte, göl su seviyelerindeki dalgalanmalar ve su bütçesindeki değişimler, havzanın su güvenilirliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Özellikle kurak dönemlerde su arzında yaşanabilecek azalmalar, tarımsal üretim üzerinde doğrudan etkili olabilecek bir kırılganlık yaratmaktadır.

Bitkisel ve Hayvansal Su Tüketimi

Meyvecilik (özellikle elma) havzadaki ana su tüketicilerinden biridir. Bununla birlikte hayvancılığa yönelik yem bitkisi üretimi de su bütçesi üzerinde baskı yaratmaktadır. Sulanabilir alanların %5,03'ünde (2.348 ha) yonca ve %4,52'sinde (2.109 ha) silajlık mısır üretimi yapılmaktadır.

3.3. Tarım Sektörü Profili

Tarımsal Arazi Kullanımı ve Üretim Deseni

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda tarımsal üretim, tahıl üretimi ile meyvecilik faaliyetlerinin birlikte şekillendirdiği karma bir üretim modeli ile karakterize edilmektedir. Toplam 5.840 km²'lik havza alanının 970 km²'si tarım arazisi, 2.792 km²'si mera ve 1.381 km²'si orman alanıdır. Dikili tarım (meyvecilik) alanları 231 km² ile oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Havzadaki tarım alanlarının %55,23'ü tahıllar (ağırlıklı olarak %32,09 buğday, %21,14 arpa), %24,13'ü meyveler (özellikle %6,47 elma), %15,87'si endüstri bitkileri (%4,59 haşhaş) ve %4,77'si sebzelerden oluşmaktadır.

Meyvecilik faaliyetlerinin büyük ölçüde göl çevresinde yoğunlaşması, üretim deseninin mikroklimatik koşullara doğrudan bağlı olduğunu göstermektedir. Bu yapı, bir yandan yüksek katma değerli üretim imkânı sunarken, diğer yandan iklim değişkenliğine karşı hassasiyeti artırmaktadır.

Sulama altyapısının yaygınlığı, üretim verimliliğini artıran önemli bir unsur olmakla birlikte, özellikle meyvecilikte düzenli su ihtiyacının yüksek olması, havzanın su kaynaklarına olan bağımlılığını daha da güçlendirmektedir.

Hayvancılık Profili

2024 yılı verilerine göre havzada ağırlıklı olarak kültür ve melez ırklardan oluşan yaklaşık 64.988 büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Küçükbaş hayvancılık ise 165.708 kıl keçisi ve 184.288 yerli koyun olmak üzere toplamda yaklaşık 364.000 baş ile havzanın dağlık ve mera alanlarında yoğunlaşmıştır (TÜİK, 2024b).

3.4. Sosyoekonomik Yapı

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası, tarımsal üretimin yerel ekonomi içerisindeki belirleyici rolünü koruduğu bir kırsal yapı sergilemektedir. Özellikle meyvecilik faaliyetleri, üreticiler için temel gelir kaynağı olup, bölgesel ekonominin ana bileşenlerinden birini oluşturmaktadır.

Bölgedeki çiftçi nüfusu, genç kuşakların katılımının sınırlı olması nedeniyle yaşlanma eğilimi gösterse de, eğitim seviyesi diğer bölgelere kıyasla öne çıkmaktadır. Özellikle meyveciliğe dayalı ihracat odaklı üretim modeli, üreticilerin sertifikalı tarım uygulamalarına olan yatkınlığını ve mesleki uzmanlığını belirgin ölçüde artırmıştır.

Havzadaki tarımsal işletmeler genel olarak küçük ve orta ölçekli bir yapıya sahip olup, üretim faaliyetleri büyük ölçüde aile işletmeleri tarafından yürütülmektedir. Bu yapı, üretimde esneklik sağlamakla birlikte, finansal ve teknik kapasite açısından sınırlılıklar yaratabilmektedir. Yaygın modern sulama altyapısı, bu ekonomik dayanıklılığı destekleyen unsurların başında gelmektedir. Ancak, artan girdi maliyetleri üreticilerin finansal sürdürülebilirliğini zorlamakta ve pek çok çiftçiyi artan bir borçlanma baskısı altında bırakmaktadır.

İklim değişikliği algısı açısından değerlendirildiğinde, üreticilerin özellikle su kıtlığı, sıcaklık artışları ve verim üzerindeki etkiler konusunda farkındalık düzeyinin arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, uyum kapasitesinin büyük ölçüde suya erişim, ekonomik koşullar ve teknik bilgiye bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda havza, hem yüksek üretim potansiyeline sahip olması hem de artan çevresel ve ekonomik baskılar nedeniyle çok boyutlu bir dönüşüm süreci içerisinde 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, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası için özel olarak hazırlanan iklim projeksiyonları, teknik ayrıntılardan arındırılarak, tarımsal üretim açısından anlamlı sonuçlar çerçevesinde ele alınmaktadır.

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası gibi topoğrafik açıdan karmaşık ve Akdeniz ile karasal iklim arasındaki geçiş zonunda yer alan 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, topoğrafik etkiler ve göl-kara etkileşimlerinin ayrıntılı olarak temsil edilmesini sınırlandırmaktadır. Örneğin, aynı model hücresi içerisinde hem Batı Toroslar'ın yüksek rakımlı serin etkisi hem de Eğirdir ve Karacaören göllerinin yarattığı ılımanlaştırıcı mikroklima tek bir ortalama değer olarak ifade edilebilmekte, bu da yerel iklim özelliklerinin 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 Eğirdir-Karacaören Gölleri 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.

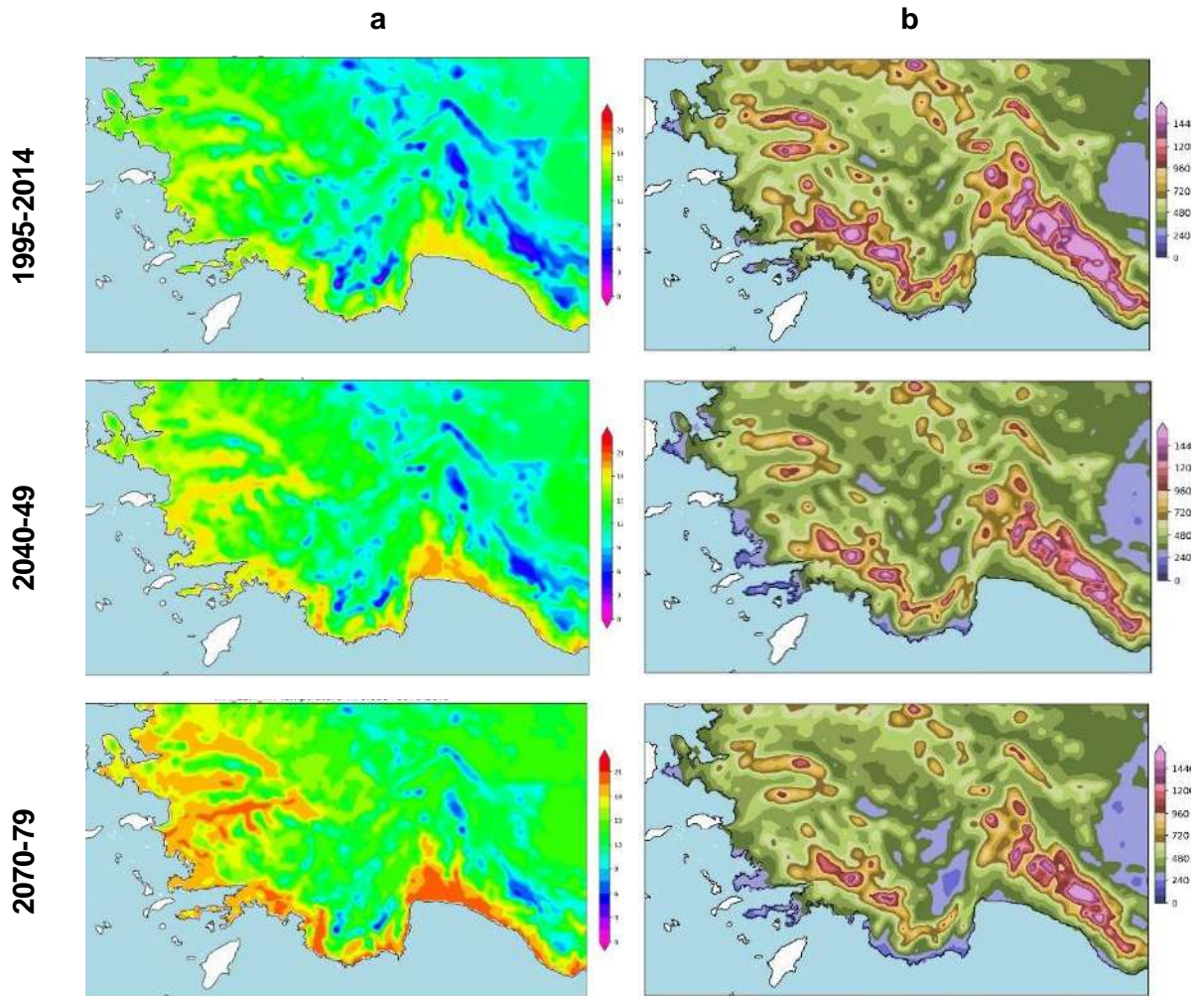
Elde edilen model çıktılarının güvenilirliğini artırmak amacıyla, ham model verilerine düzeltme işlemi uygulanmıştır. Bu kapsamda ERA5-Land yeniden analiz verileri referans alınarak Quantile Delta Mapping (QDM) yöntemi kullanılmıştır (Lee ve diğ., 2018). Bu yöntem, model verilerindeki sistematik sapmaları 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

Eğirdir-Karacaören Gölleri 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).

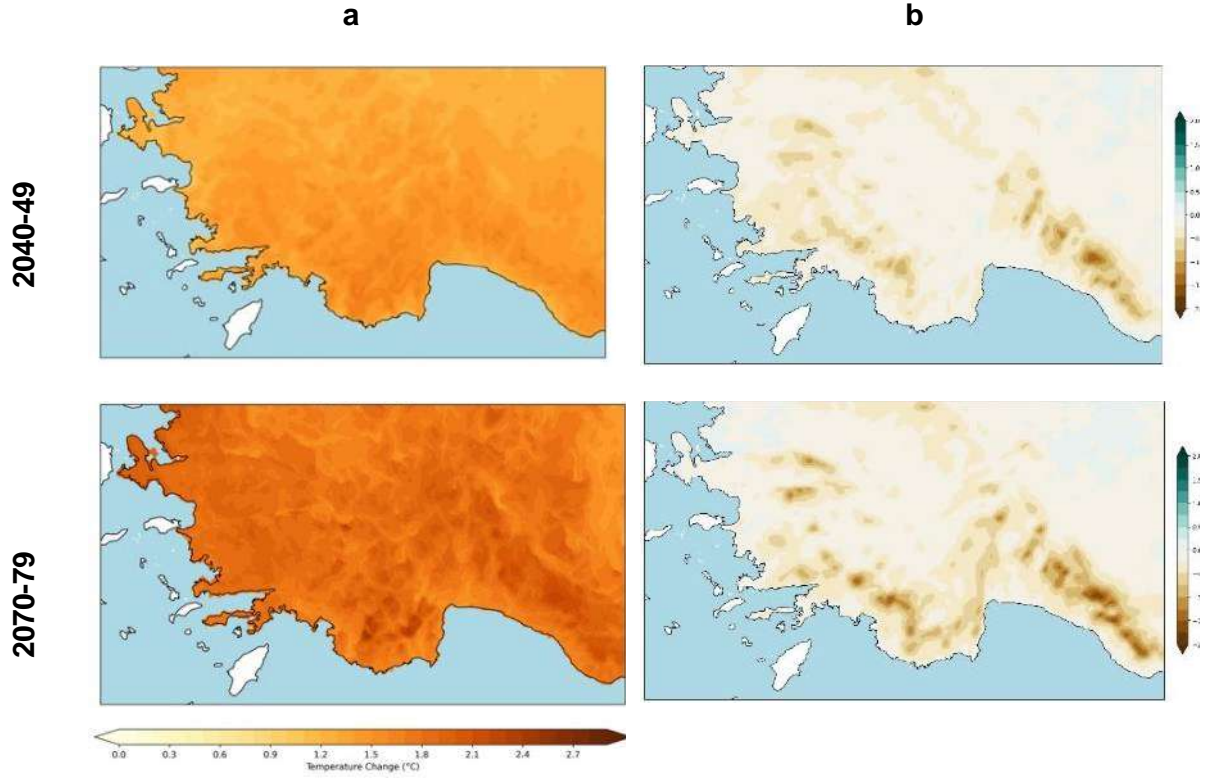


Şekil 4.1. Referans ve projeksiyon dönemleri için yıllık a) ortalama sıcaklık (°C) ve b) toplam yağış dağılımları (mm)

Referans dönemde, göl çevresinde daha ılıman ve nemli koşullar hâkimken, iç kesimlerde ve yüksek rakımlı alanlarda (Batı Toroslar) daha düşük sıcaklıklar ve orografik etkilere bağlı

olarak farklı yağış desenleri gözlenmektedir. Bu durum, bölgenin topoğrafik yapısı ve göllerin mikroklima etkisi ile yakından ilişkilidir.

Projeksiyon sonuçları, sıcaklıkların zamanla artacağını ve bu artışın özellikle yüzyılın ilerleyen dönemlerinde daha belirgin hale geleceğini göstermektedir (Şekil 4.2). Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası için ortalama sıcaklık artışının 2040-2049 döneminde yaklaşık 1,0°C, 2070-2079 döneminde ise yaklaşık 2,2°C seviyelerine ulaşması beklenmektedir.

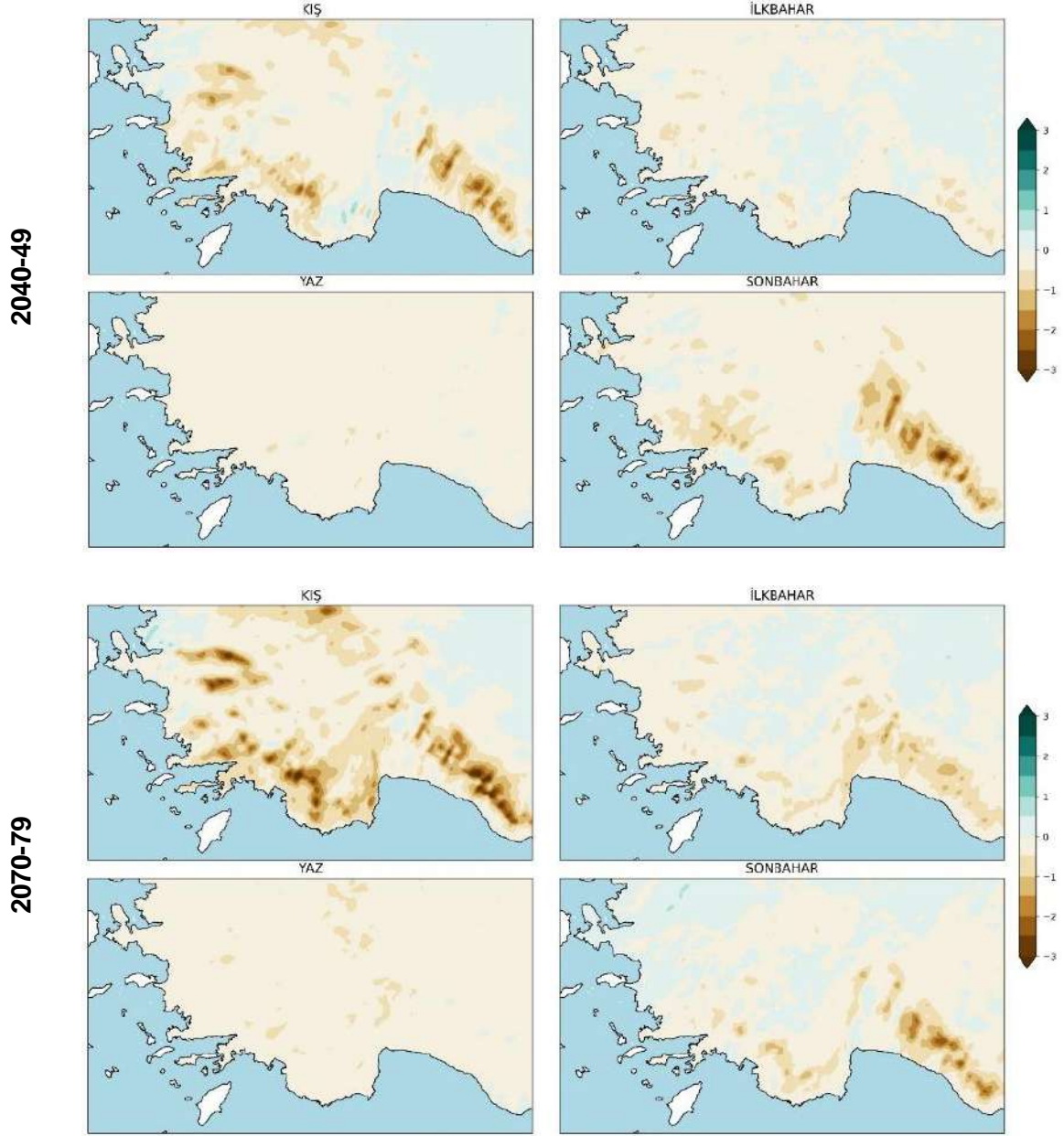


Şekil 4.2. Yıllık a) ortalama sıcaklık (°C) ve b) toplam yağış (mm/gün) değerlerinin referans döneme göre değişimi

Sıcaklık artışı mekânsal olarak homojen değildir. Özellikle yüksek rakımlı ve iç kesimlerde 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, genel eğilim bölge genelinde kuraklaşma yönündedir. Özellikle 2040–2049 döneminde başlayan azalma eğilimi, 2070-2079 döneminde daha geniş alanlara yayılarak belirginleşmektedir.

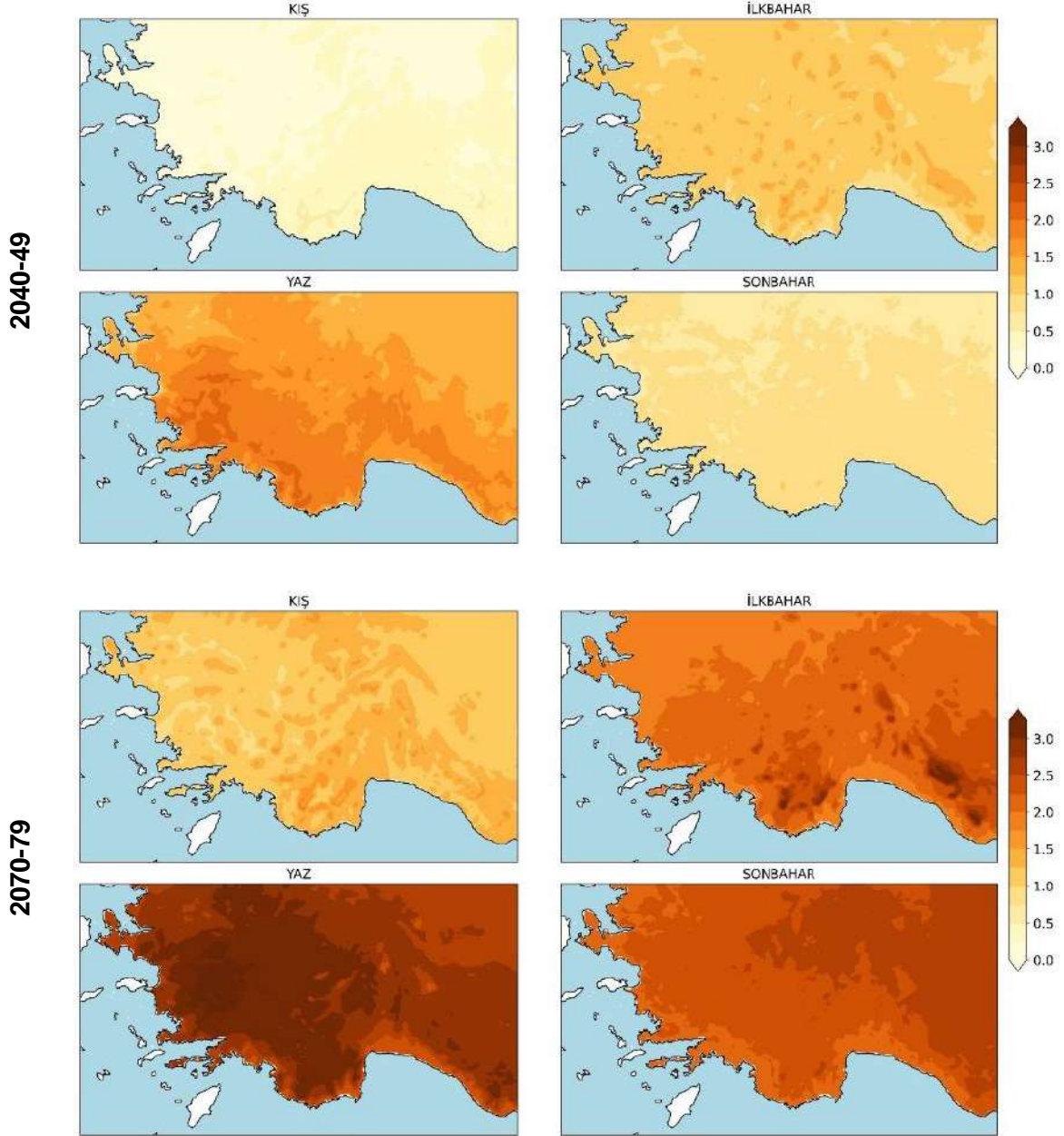
Bu değişimin en kritik yönü, yağışın mevsimsel dağılımındaki bozulmadır (Şekil 4.3). Kış aylarında beklenen yağış azalması, havzanın ana su beslenme dönemini doğrudan etkilemektedir.



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

Kış yağışlarının azalması, yeraltı suyu beslenmesi, göl rezervuarlarının dolması 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 Eğirdir-Karacaören Gölleri 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. Eğirdir-Karacaören Gölleri 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	+1,0	-11,7
2070–2079	+2,2	-15,7

Elde edilen projeksiyonlar birlikte değerlendirildiğinde, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 ve göllerin su dengesi üzerinde önemli bir baskı oluşturacaktır. Özellikle kış yağışlarındaki azalma, su kaynaklarının yenilenmesini sınırlayarak yaz aylarında yaşanabilecek su stresini daha da arttıracaktır.

4.2. İklim Endekslerindeki Değişim

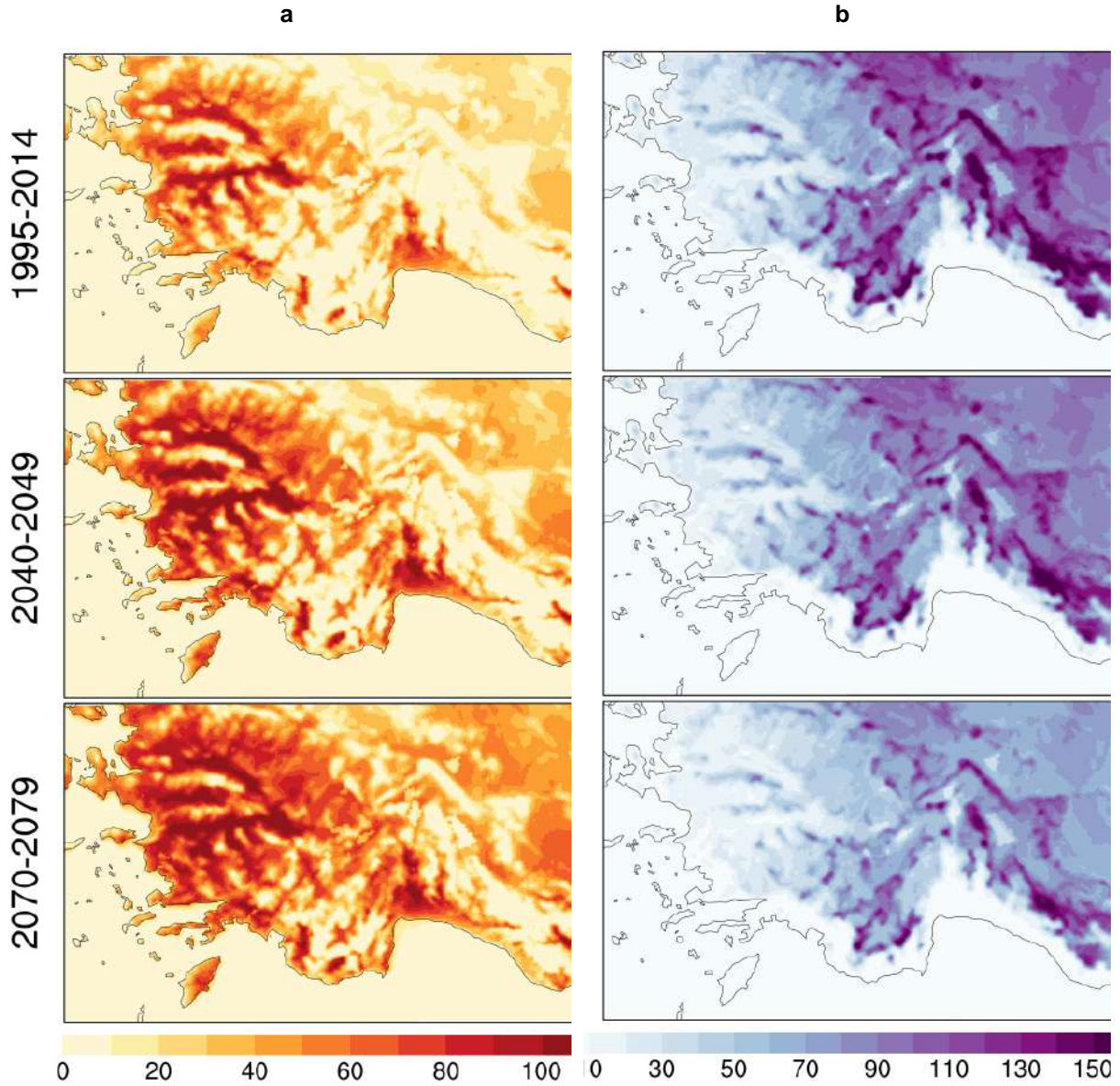
İklim değişikliğinin etkileri yalnızca ortalama sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimlerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda ekstrem hava olaylarının sıklığı, süresi ve şiddetinde de önemli değişimlere yol açmaktadır. Tarımsal üretim açısından belirleyici olan bu ekstrem koşullar, ürün verimliliği,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

Bu kapsamda, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 mekânsal dağılımı analiz edilmiş ve Şekil 4.5'te referans (1995-2014) ve gelecek (2040-49, 2070-79) dönemleri için sunulmuştur.

Projeksiyonlar, maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı gün sayısında belirgin bir artış olacağını göstermektedir. Referans dönemde havzanın büyük bölümünde bu değer 10 günün altındayken, 2040-2049 döneminde ova ve iç kesimlerde 20 günü aşan alanlar süreklilik kazanmaktadır. 2070'li yıllarda ise göl kenarları ve yüksek sırtlar hariç havzanın tamamına yakınının yılda 20 günü aşan sürekli yüksek sıcaklık rejimine gireceği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.5. a) Maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı ortalama gün sayısı (TX35) ve b) Don olan günlerin sayısı (FD).

Yüksek sıcaklıklar, bitkilerde fotosentez hızının düşmesine, su kaybının artmasına ve verim kayıplarına yol açmaktadır (Zhao ve diğ., 2017). Özellikle 30–35°C aralığı meyvecilik (elma vb.) için kritik eşik olup, bu değerlerin aşılması meyve kalitesinde düşüş ve ürün kayıpları ortaya çıkarabilmektedir. Aynı zamanda sıcak hava dalgalarının süresi (HWDI) ve sıklığında (HWN) beklenen artışlar, havzanın meyvecilik ve hayvancılık sistemleri açısından ilave stres faktörleri oluşturmaktadır.

Kuraklık ve Yağış Rejimi

Yağış rejimindeki değişimler, yalnızca toplam yağış miktarındaki azalma ile değil, yağışın zamansal dağılımındaki bozulma ile de kendini göstermektedir. Ardışık kurak gün sayısını ifade eden CDD endeksine göre, kurak dönemlerin süresinin yakın gelecekte yaklaşık 5,4 gün, uzak gelecekte ise 13,9 gün kadar uzaması beklenmektedir (Tablo 4.2.). Yağışlı günlerin sürekliliğini gösteren CWD endeksinde de azalma öngörülmekte, bu durum yağışların daha kesintili ve düzensiz gerçekleşeceğine işaret etmektedir.

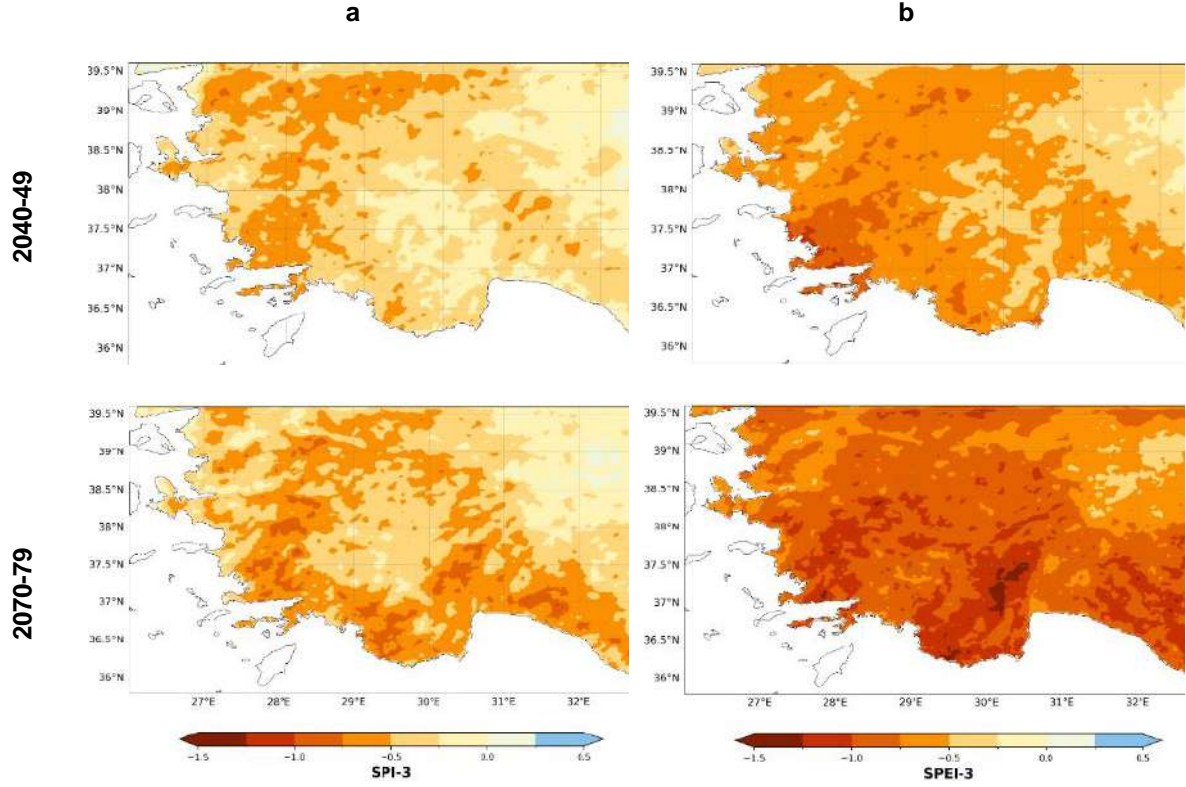
Tablo 4.2. Tarımsal açıdan kritik bazı iklim ekstrem göstergelerindeki değişim

Endeks/Periyot	2040-2049	2070-2079
HWDI (Sıcak hava dalga süresi)	16.7	33.1
HWN (Sıcak hava dalga sayısı)	1.8	3.6
CWD (Ardışık yağışlı gün sayısı)	0	-0.9
CDD (Ardışık kurak gün sayısı)	5.4	13.9

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 Standartlaştırılmış Yağış (SPI-3) ve Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon (SPEI-3) endekslerindeki referans periyoduna göre tahmini değişimi göstermektedir.

Yalnızca yağışa dayalı SPI endeksi bazı dönemlerde normale yakın koşullara işaret etse de, SPEI-3 endeksi 2040'larda havza genelinde negatif anomalilerin hakim olacağını, 2070'li yıllarda ise yüksek bölgelerde SPEI değerlerinin -1,5'un altına inerek çok kurak koşullara geçileceğini göstermektedir.



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

Don Olayları ve Fenolojik Etkiler

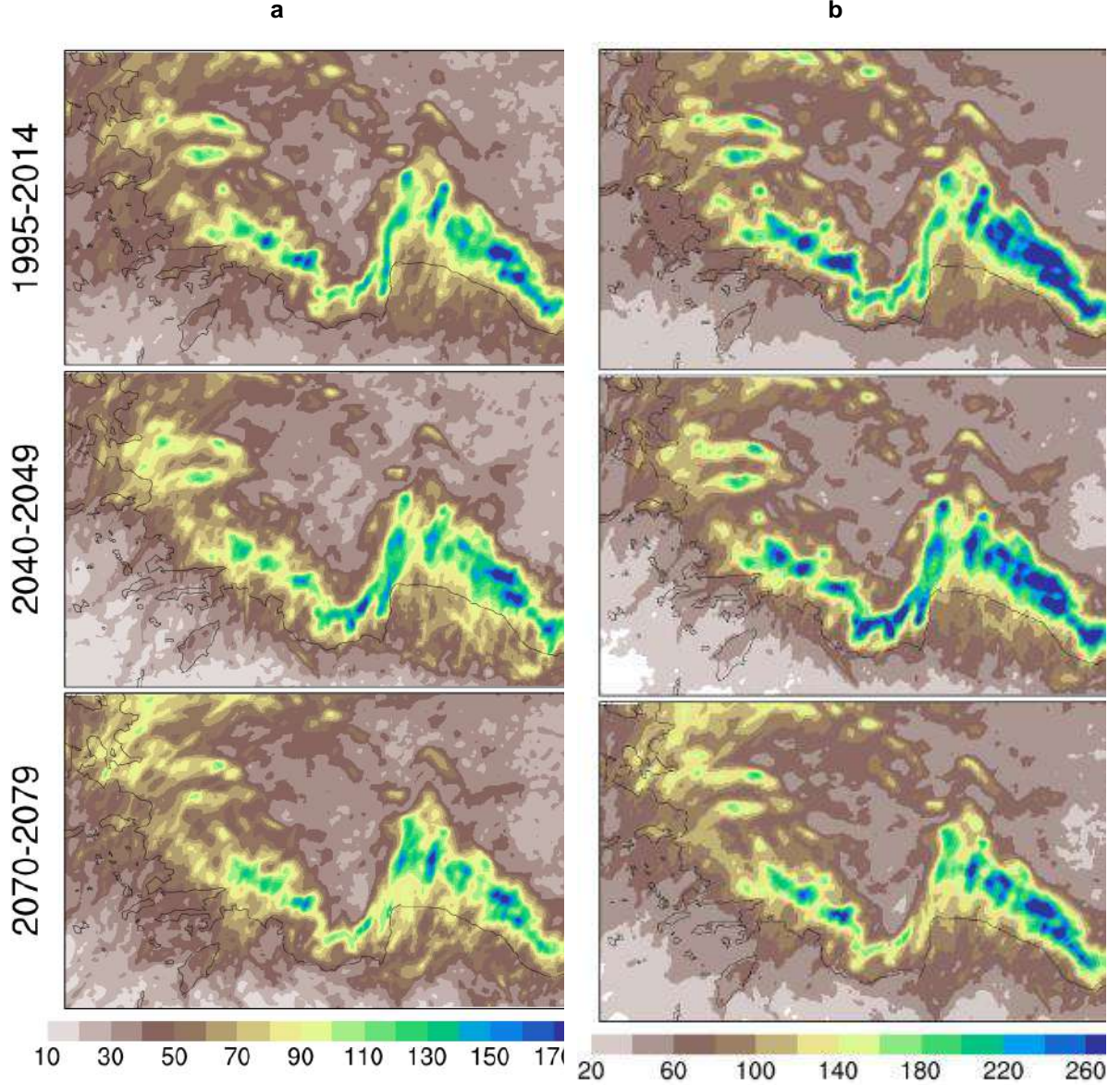
Projeksiyonlar, don olaylı gün sayısında (FD-Frost Days) genel bir azalma olacağını göstermektedir. Referans dönemde kuzey ve doğudaki yüksek alanlarda yılda 30-60 gün, yer yer 60-90 gün arasındayken; Eğirdir ve Karacaören göllerinin ılımanlaştırıcı etkisiyle göl çevrelerinde daha düşük seviyelerdedir. Gelecek projeksiyonlarında, artan sıcaklıkların soğuk ekstrem olaylarını azaltıcı etkisiyle 2040-2049 döneminde don olaylı günlerde genel bir azalma öngörülmektedir. 2070-2079 döneminde ise iç kesimlerdeki ova ve eteklerde don olaylı günlerin yılda 50 günün altına düşeceği, ancak 3.000 metreye yaklaşan zirvelerin halen 150 günden fazla donma noktasının altında kalacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.5).

Aşırı Yağış Olayları

Kısa süreli şiddetli yağış olaylarını temsil eden Rx1day ve Rx5day endeksleri, havzada karmaşık bir yapı sergilemektedir. 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 2040-2049 döneminde Rx1day değerlerinde ortalama -2,2 mm, Rx5day değerlerinde ise -1,1 mm azalma beklenirken; 2070-2079 döneminde Rx1day endeksinde +1,5

mm'lik bir artış, Rx5day endeksinde ise -1,6 mm'lik bir azalış öngörülmektedir. Bu veriler, toplam yağış miktarı ve uzun süreli yağışlar azalırken, gerçekleşen yağışların daha kısa süreli, ani ve taşkın yaratma potansiyeline sahip bir yapıya (flash-flood) bürünebileceğini göstermektedir.



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, sıcaklık artışına bağlı olarak Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda GDD değerlerinde belirgin bir artış olacağını göstermektedir. Özellikle havzanın simgesi olan elma

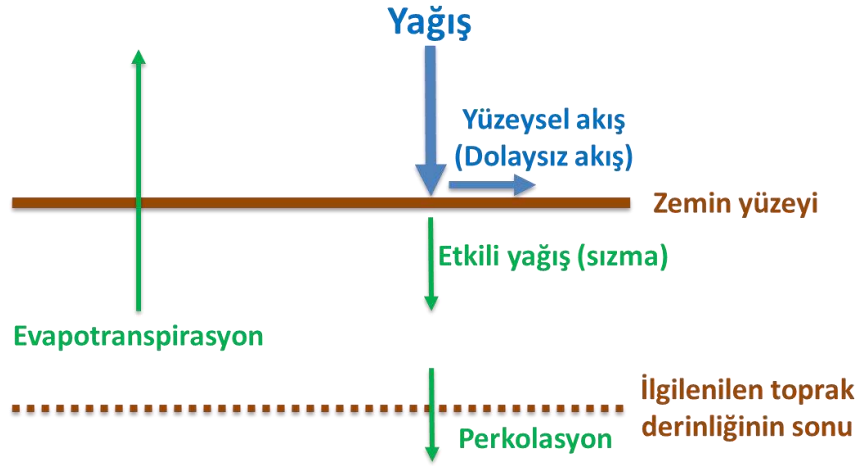
için ısı birikimi referans dönemde göl çevresi ve yükseklerde optimal seviyelerdeyken, 2040'larda 1.600-2.800 GDD aralığının havzaya yayılacağı görülmektedir. 2070-2079 döneminde ise özellikle güney ve doğu kesimlerde ≥ 2.800 GDD sınıfının baskın hale gelmesi beklenmektedir. Buğday için de benzer bir ivmelenme ile 2070'lerde havzanın büyük kısmının 1.200-1.600 GDD bandına yerleşeceği, güney bölgelerde ise 1.600 GDD'yi aşacağı öngörülmektedir. Fenolojik evrelerin bu denli hızlanması ve ısı/su stresinin artması, üretim kuşaklarının zorunlu olarak daha yüksek rakımlara kaymasına neden olabilecektir.

İklim endekslerindeki değişimler birlikte değerlendirildiğinde, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda gelecekte: don riskinin görece azaldığı ancak yetersiz soğuklanma problemlerinin başladığı, sıcak hava dalgalarının daha şiddetli ve uzun sürdüğünü göstermektedir. Bu sonuçlardan bitki su tüketimi baskısının zirveye çıktığı bir iklim yapısının hâkim olacağı anlaşılmaktadır.

5. GELECEKTEKİ SU MEVCUDİYETİ

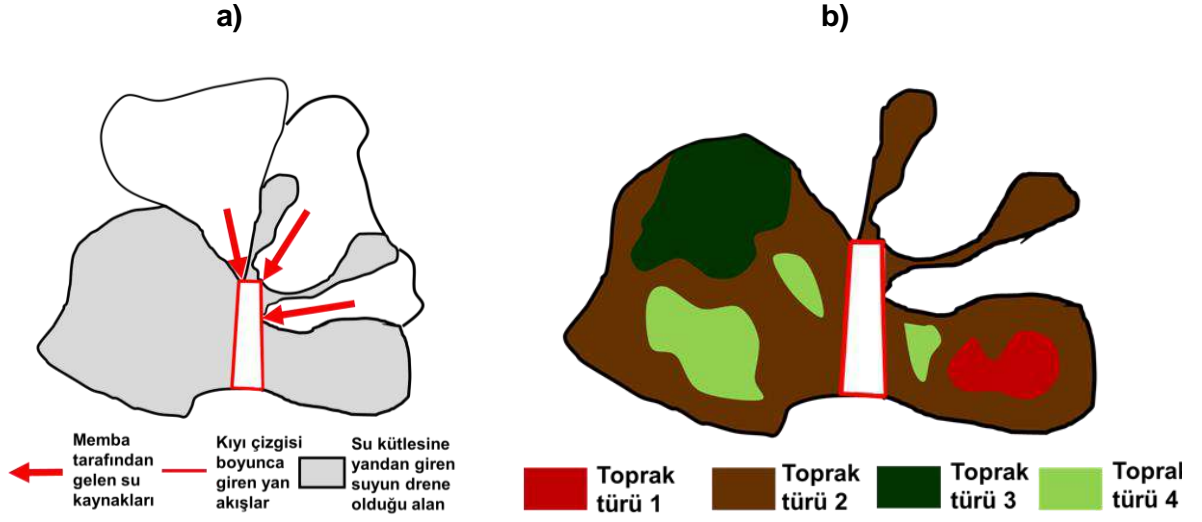
Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda gelecekteki su mevcudiyetinin değerlendirilmesi amacıyla, havzanın hidrolojik döngüsünü temsil eden model tabanlı bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu kapsamda geliştirilen model, yağış, yüzey akışı, toprak nemi, buharlaşma ve derine sızma (perkolasyon) gibi temel hidrolojik 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.



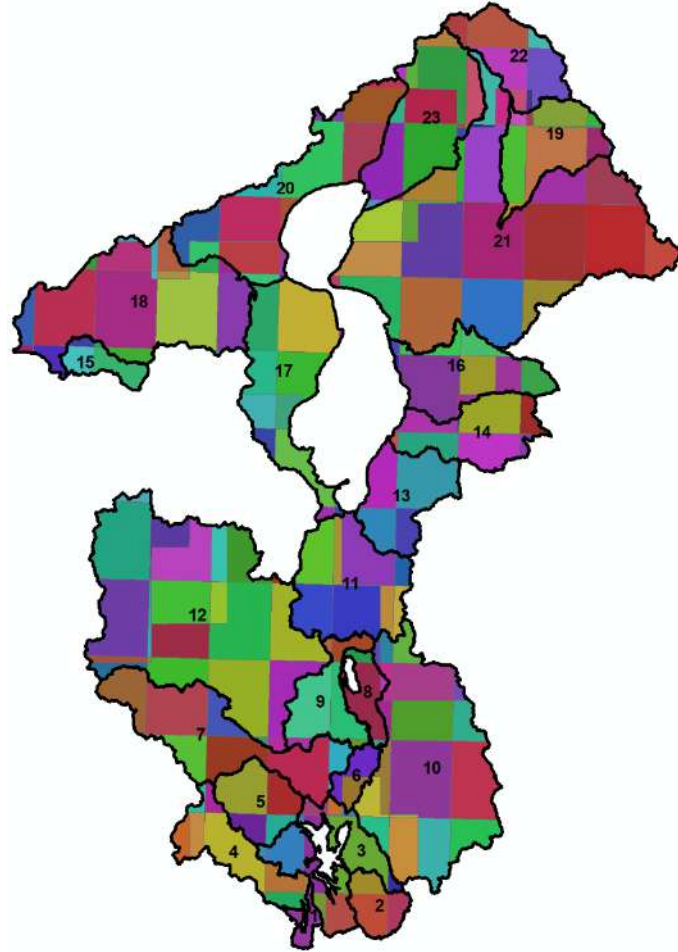
Şekil 5.1. Hidrolojik modelin temel şeması

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)

Eğirdir-Karacaören Gölleri 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. Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 içerisinden 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

Havzanın mevcut su potansiyelinin hidrolojik alt birimler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Referans döneme ait hesaplamalara göre, havzanın toplam su potansiyelinin alt havzalar arasında belirgin bir dağılım sergilediği görülmektedir. Referans döneme ait hesaplamalara göre, havzanın toplam su potansiyeli yaklaşık 2,23 milyar m³/yıl düzeyindedir.

Tablo 5.1. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans su potansiyeli değerleri

RRU No	Alt Havzalar	Referans Tarih Aralığı için Ortalama Yıllık Su Potansiyeli (milyon m ³ /yıl)
1	Kargı	17,67
2	Elmalibük	47,31
3	Çandır	122,33

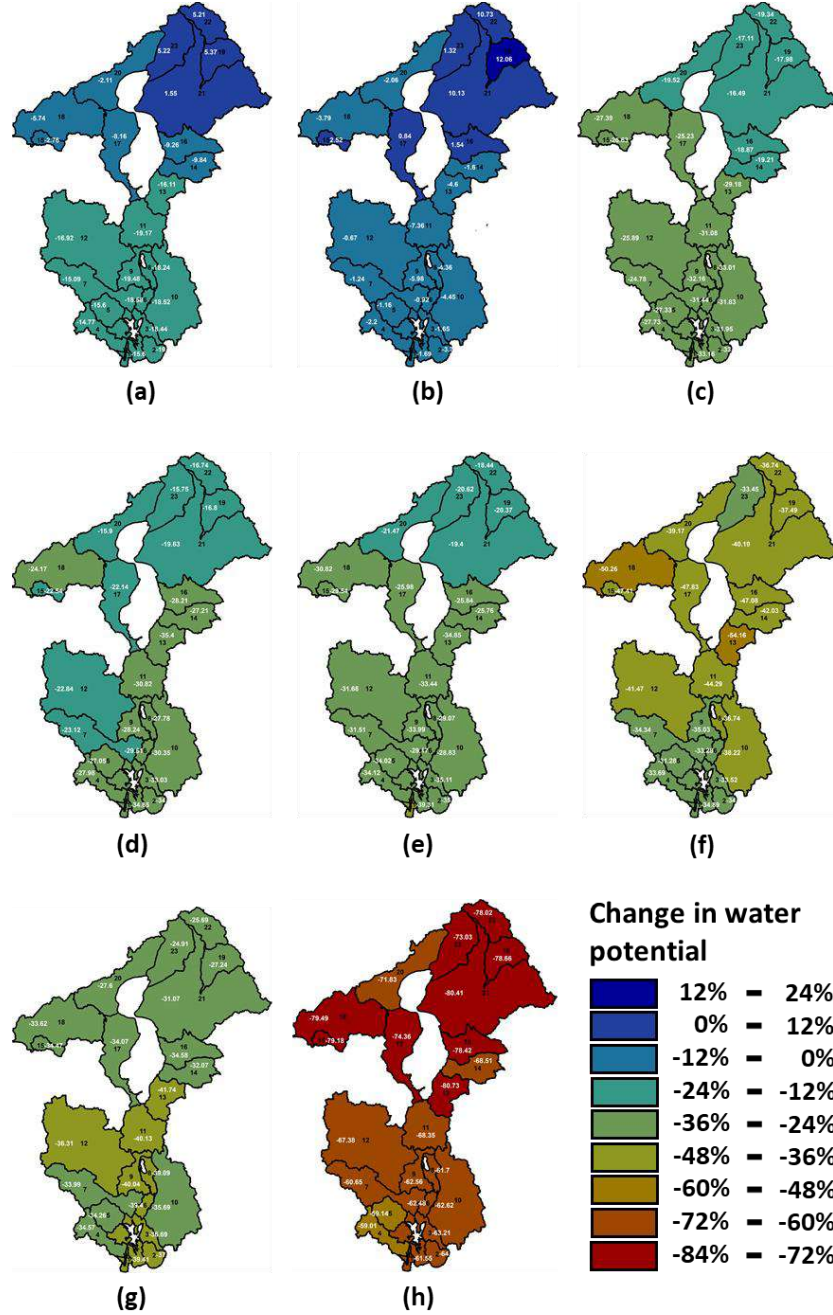
RRU No	Alt Havzalar	Referans Tarih Aralığı için Ortalama Yıllık Su Potansiyeli (milyon m ³ /yıl)
4	Akkız	115,70
5	Çamlık	91,28
6	Sığırlık	24,94
7	Yeşilyurt	211,55
8	Kocaçeşme	34,86
9	Aşağıgökdere	82,31
10	Yazılı Kanyon	308,29
11	Boğazova	118,99
12	Davraz	460,71
13	Sorkuncak	40,39
14	Ertokuş	42,41
15	İleydağı	11,96
16	Hacılar	33,58
17	Kayaağzı	82,24
18	Senirkent	108,09
19	Yalvaç	18,95
20	Gençali	79,51
21	Gelendost	128,19
22	Bağlarbaşı	16,51
23	Gökçeali	36,72

Alt birimler bazında değerlendirildiğinde, su potansiyelinin havza içerisinde homojen dağılmadığı açıkça görülmektedir. Özellikle 12 numaralı akış öteleme birimi yaklaşık 460,71 milyon m³/yıl ile en yüksek su potansiyeline sahip olup, havza toplamının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bunu 10 numaralı birim (308,29 milyon m³/yıl) ve 7 numaralı birim (211,55 milyon m³/yıl) izlemektedir. Bu birimler, havza içerisindeki ana su üretim alanları olarak öne çıkmakta ve su bütçesinin büyük kısmını temsil etmektedir.

Buna karşılık, bazı hidrolojik birimlerde su potansiyelinin oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle 15 numaralı birimde su potansiyeli yaklaşık 11,96 milyon m³/yıl düzeyinde olup, havzanın en düşük değerlerinden birini temsil etmektedir. Benzer şekilde 1, 22 ve 19 numaralı birimlerde de su potansiyelinin görece düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

Bu bulgular, Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda su kaynaklarının mekânsal olarak dengesiz bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Su potansiyelinin belirli alt havzalarda yoğunlaşması, su yönetimi açısından bölgesel farklılıkların dikkate alınmasını zorunlu kılmakta; özellikle düşük potansiyele sahip alt birimlerde 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 belirgin bir azalma eğilimi öngörülmektedir. Bu azalma eğilimi, başlıca iki temel süreç tarafından belirlenmektedir. İlk olarak, özellikle kış aylarında beklenen yağış azalması yüzey akışı ve yeraltı suyu beslenimini doğrudan azaltmaktadır. İkinci olarak ise artan sıcaklıklar, evapotranspirasyon oranlarını yükselterek sistemden kaybolan su miktarını artırmakta ve kullanılabilir suyu azaltmaktadır.



Şekil 5.4. Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 belirgin değişimler yaşanabileceğine işaret etmektedir. Artan sıcaklıklarla birlikte potansiyel buharlaşma oranlarında önemli bir artış öngörülmekte olup, bu durum, atmosferin su tutma kapasitesinin artmasıyla birlikte toprak neminin daha hızlı azalmasına ve bitkilerin su stresine daha erken girmesine neden olabilecek bir eğilim ortaya koymaktadır.

Buna karşılık, yüzeysel akış miktarlarında dramatik azalma eğilimleri dikkat çekmektedir. Model sonuçları, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda azalan yağışlar ve artan buharlaşma talebi nedeniyle yüzeysel akışlarda yüzyılın sonuna doğru çok ciddi azalışların söz konusu olabileceğine işaret etmektedir. Yüzeysel akışların bu denli azalması, Eğirdir ve Karacaören gölleri ile havzadaki diğer baraj ve göletleri besleyen yüzey suyu kaynaklarının koşullarını önemli ölçüde olumsuz etkileyecektir.

Yeraltı suyu beslenmesini sağlayan yüzeyaltı akış ve derine sızma (perkolasyon) bileşenlerinde de benzer bir azalma eğilimi öngörülmektedir. Özellikle 2070'li yıllardan sonra, toprağa düşen kısıtlı yağışın tamamen artan buharlaşma ile kaybedilmesi sonucunda, derine sızacak suyun kalmaması yeraltı suyu beslenimini neredeyse durma noktasına getirecektir. Nitekim 13, 18 ve 21 numaralı akış öteleme birimlerinde 2090'lı yıllarda su potansiyeli kayıplarının %80'in üzerine çıkması bu durumun en net göstergesidir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, havzanın göllerini ve yeraltı suyunu besleyen dinamiklerin iklim değişikliği etkisiyle hem miktar hem de zamanlama açısından çok daha sınırlı hale geleceği anlaşılmaktadır.

5.2. Tuzluluk Değişimleri

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası için hesaplanan tuzluluk değişimleri, her bir akış öteleme birimi ve on yıllık dönem için Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası tuzluluk değişimleri

RRU No	2020ler	2030ler	2040ler	2050ler	2060ler	2070ler	2080ler	2090ler
1	1,19	1,02	1,52	1,56	1,68	1,56	1,68	2,74
2	1,24	1,04	1,49	1,52	1,56	1,53	1,61	2,82
3	1,23	1,02	1,48	1,50	1,55	1,52	1,59	2,79
4	1,17	1,02	1,38	1,39	1,52	1,51	1,53	2,44
5	1,19	1,01	1,38	1,37	1,52	1,46	1,52	2,46
6	1,23	1,01	1,46	1,42	1,41	1,50	1,65	2,67
7	1,18	1,01	1,33	1,30	1,46	1,52	1,52	2,55
8	1,22	1,05	1,50	1,39	1,41	1,59	1,65	2,64
9	1,24	1,06	1,47	1,39	1,52	1,54	1,67	2,67
10	1,23	1,05	1,47	1,44	1,41	1,62	1,56	2,68
11	1,24	1,08	1,45	1,45	1,50	1,80	1,67	3,18

RRU No	2020ler	2030ler	2040ler	2050ler	2060ler	2070ler	2080ler	2090ler
12	1,20	1,01	1,35	1,30	1,47	1,71	1,57	3,08
13	1,19	1,05	1,42	1,56	1,54	2,21	1,73	5,44
14	1,11	1,02	1,24	1,38	1,35	1,73	1,48	3,21
15	1,03	0,98	1,37	1,30	1,44	1,94	1,55	5,31
16	1,10	0,98	1,23	1,40	1,35	1,90	1,53	4,70
17	1,09	0,99	1,34	1,29	1,36	1,93	1,52	4,00
18	1,06	1,04	1,38	1,32	1,45	2,01	1,51	4,89
19	0,95	0,89	1,22	1,20	1,26	1,60	1,38	4,77
20	1,02	1,02	1,24	1,19	1,27	1,65	1,38	3,58
21	0,98	0,91	1,20	1,25	1,25	1,69	1,46	5,42
22	0,95	0,90	1,25	1,21	1,24	1,61	1,36	5,08
23	0,95	0,99	1,21	1,19	1,26	1,51	1,34	3,83

Model sonuçları, havzanın genelinde tuzluluk değerlerinde zamanla artış eğilimi olduğunu göstermektedir. Yakın gelecek dönemlerde (2030'lar–2040'lar), birçok hidrolojik birimde tuzluluk katsayılarının yaklaşık 1,3–1,5 aralığına yükseldiği görülmektedir. Bu durum, referans koşullara kıyasla yaklaşık %20–%50 aralığında bir artışa işaret etmekte olup, su miktarındaki azalmaya bağlı olarak çözünmüş tuz konsantrasyonunun artmaya başladığını göstermektedir.

Orta vadede (2050'ler–2070'ler), bu eğilimin daha belirgin hale geldiği görülmektedir. 2070'li yıllara gelindiğinde, havza genelinde birçok alt birimde tuzluluk katsayılarının 1,5–2,2 aralığına ulaştığı dikkat çekmektedir. Özellikle 13, 15, 16, 17 ve 18 numaralı hidrolojik birimlerde bu artışın daha yüksek olduğu görülmekte; bu birimlerde tuzluluk seviyelerinde yaklaşık %50 ila %120 arasında artışlar söz konusu olabilmektedir.

Yüzyılın sonuna doğru (2080–2090), su potansiyelindeki azalmaya paralel olarak tuzluluk artışının daha belirgin hale geldiği görülmektedir. 2090'lı yıllarda birçok alt havzada tuzluluk katsayılarının 2,5–3 seviyesine ulaştığı; bazı birimlerde ise bu değer 4–5 kat aralığına kadar çıktığı dikkat çekmektedir. Özellikle 13, 15, 18 ve 21 numaralı birimlerde tuzluluk katsayılarının 5 katın üzerine çıkabildiği görülmekte olup, bu durum bu alanlarda ciddi tuzluluk birikimi riskine işaret etmektedir.

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda tuzluluk artışının daha kademeli ancak yine de sistematik bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum, havzada göl sistemlerinin varlığı ve görece daha dengeli hidrolojik yapı ile ilişkilendirilebilir. Ancak uzun vadede su potansiyelindeki azalışın devam etmesi, bu tampon etkilerin zayıflamasına ve tuzluluk artışının daha kritik seviyelere ulaşmasına neden olabilecektir.

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 taşınmasını hızlandırmaktadır. Ayrıca yeterli yıkanma koşullarının sağlanamaması, tuzun toprak profilinde birikmesine yol açmaktadır.

Artan tuzluluk, özellikle Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda yaygın olan meyvecilik faaliyetleri açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır. Yüksek tuzluluk koşulları, bitkilerin su alımını zorlaştırmakta, kök gelişimini olumsuz etkilemekte ve verim ile kalite kayıplarına yol açabilmektedir. Aynı zamanda uzun vadede toprak yapısının bozulmasına neden olarak tarımsal üretkenliğin azalmasına yol açabilecek bir süreç başlatmaktadır.

6. TARIMSAL ETKİ ANALİZİ

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası için gerçekleştirilen tarımsal etki değerlendirmesi, iklim projeksiyonları, hidrolojik analizler ve havzaya özgü tarımsal üretim verilerinin birlikte ele alındığı bütünlük bir modelleme yaklaşımına dayanmaktadır. Bu kapsamda, mevcut tarımsal yapının doğru şekilde ortaya konulması ve gelecekteki üretim koşullarının güvenilir biçimde değerlendirilmesi amacıyla çok aşamalı bir analiz süreci yürütülmüştür.

İlk aşamada, havzanın mevcut tarımsal yapısı mekânsal olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda, tarım alanları, ürün deseni ve üretim türleri havza genelinde değerlendirilmiş; özellikle meyvecilik faaliyetlerinin yoğunlaştığı alanlar detaylı olarak incelenmiştir. Üretim deseninin belirlenmesinde saha verileri, mevcut istatistikler ve ilgili kurumsal veri setleri birlikte kullanılmıştır. Ayrıca toprak özellikleri, topoğrafya, eğim, drenaj durumu ve suya erişim gibi üretimi doğrudan etkileyen çevresel faktörler coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında değerlendirilerek analizlere dâhil edilmiştir.

İkinci aşamada, iklim projeksiyonlarından elde edilen sıcaklık (T2M), yağış (PRCP) ve nispi nem (RH) verileri kullanılarak bitkisel üretim üzerindeki etkiler modellenmiştir. Bu kapsamda, özellikle meyvecilik açısından kritik olan fenolojik süreçler dikkate alınmış; çiçeklenme, meyve tutumu ve gelişim dönemleri üzerindeki potansiyel değişimler analiz edilmiştir. Analizlerde yalnızca ortalama iklim değerleri değil; don olaylı gün sayısı, sıcaklık eşiklerinin aşılması, ardışık kurak günler ve "Büyüme Derece Günleri" (GDD) gibi tarımsal açıdan kritik iklim göstergeleri de değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde, farklı ürünlerin iklim değişikliğine karşı duyarlılığı ortaya konulmuştur.

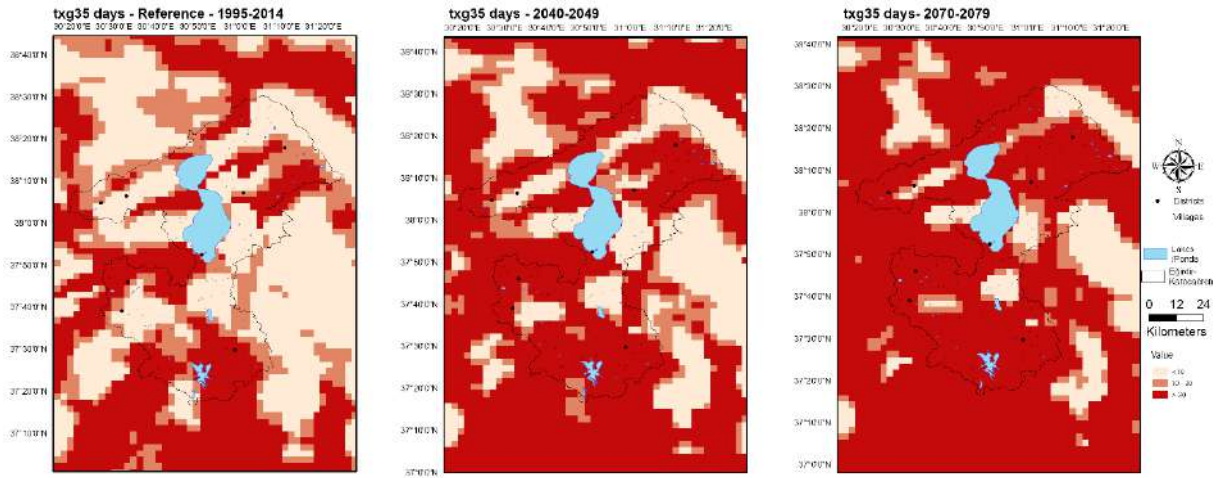
Üçüncü aşamada ise su kaynakları ile tarımsal üretim arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu kapsamda, havzada sulamaya dayalı üretim sistemleri ve göl kaynaklarına bağımlılık dikkate alınarak su talebi değerlendirilmiş; iklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkabilecek su açığının üretim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca hayvancılık faaliyetleri dolaylı su tüketimi açısından ele alınmış ve özellikle yem bitkileri üretimi ile su kullanımı arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu bütünlük yaklaşım, havzada tarımsal üretimin su–iklim etkileşimi çerçevesinde değerlendirilmesine imkân sağlamıştır.

6.1. İklim Parametreleri ve İklim Endekslerinin Mekânsal Analizi

Eğirdir-Karacaören (EGK) Gölleri 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

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'ndaki TxG35 göstergesi (yıllık Tmax > 35 °C gün sayısı ortalamaları), mevcut ve gelecekteki sıcaklık stresi rejimini açık biçimde ortaya koymaktadır (Şekil 6.1). 1995–2014 referans döneminde havzanın geniş bir bölümü <10 gün sınıfında yer almaktadır. 2040–2049 dönemine gelindiğinde bu serin kuşaklar belirgin biçimde daralmakta; ovalar ve iç kesimlerde >20 gün alanları süreklilik kazanmaktadır. Bu durum, sıcak günlerin hem sıklığının hem de süresinin artacağına işaret etmektedir. 2070–2079 döneminde ise havzanın neredeyse tamamı >20 gün seviyesine ulaşmakta, yalnızca göl kıyısındaki dar şeritler ve yüksek rakımlı sırtlar görece serinliğini korumaktadır. Özetle, havza 2070'lerde kalıcı bir yüksek sıcaklık rejimine evrilmektedir.



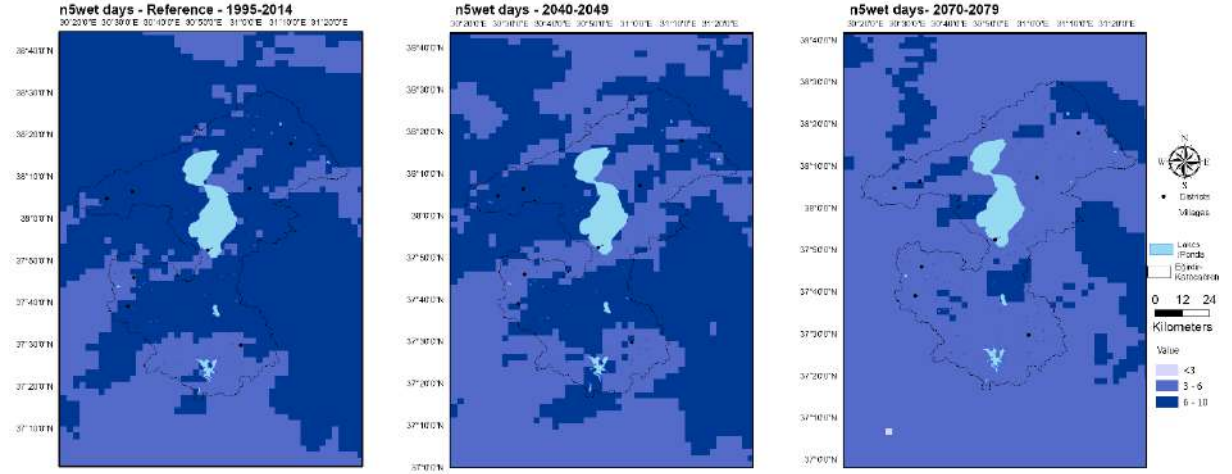
Şekil 6.1. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Maksimum Sıcaklığın > 35,0 °C olduğu bir yıldaki gün sayısının mekânsal dağılımı

Sonuç olarak TxG35 dönem ortalamalarındaki artış; mevcut riskin 2040'larda yaygınlaşması, 2070'lerde ise havza geneline yerleşmesi olarak değerlendirilmelidir. Üretim planlaması ve adaptasyon yatırımları, bu mekânsal değişim göz önüne alınarak kurgulanmalıdır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü'nün güncel raporları da göz önüne alındığında; sadece bitkisel üretimde değil, tarım iş gücünde de sıcaklık stresi ile mücadelenin yaşamsal bir gereklilik olduğu unutulmamalı ve stratejiler bu kapsamda genişletilmelidir.

Yağış Sürekliliği

Havzanın N5wet (yıllık ≥ 1 mm yağışlı, ≥ 5 ardışık gün sayısı) göstergesinin mekânsal dağılımı incelendiğinde (Şekil 6.2); referans dönemde göller kuşağı ve kuzey/doğu yamaçların 6–10 olay/yıl ile daha yağışlı, güney ve güneydoğudaki alçak kesimlerin ise 3–6 olay/yıl ile daha seyrek bir rejime sahip olduğu görülmektedir. 2040–2049 döneminde 6–10 olay/yıl sınıfı daralarak göl çevresi ve kuzeydoğu sırtlarına çekilirken, 3–6 olay/yıl sınıfı havzanın iç ve güney

kesimlerinde yaygınlaşmaktadır. 2070–2079 döneminde bu eğilim daha da güçlenerek 3–6 olay/yıl sınıfı havzanın baskın rejimi hâline gelmekte; 6–10 olay/yıl sınıfı ise yalnızca yüksek rakımlı, dağlık kesimlerdeki dar şeritlerle sınırlı kalmaktadır.

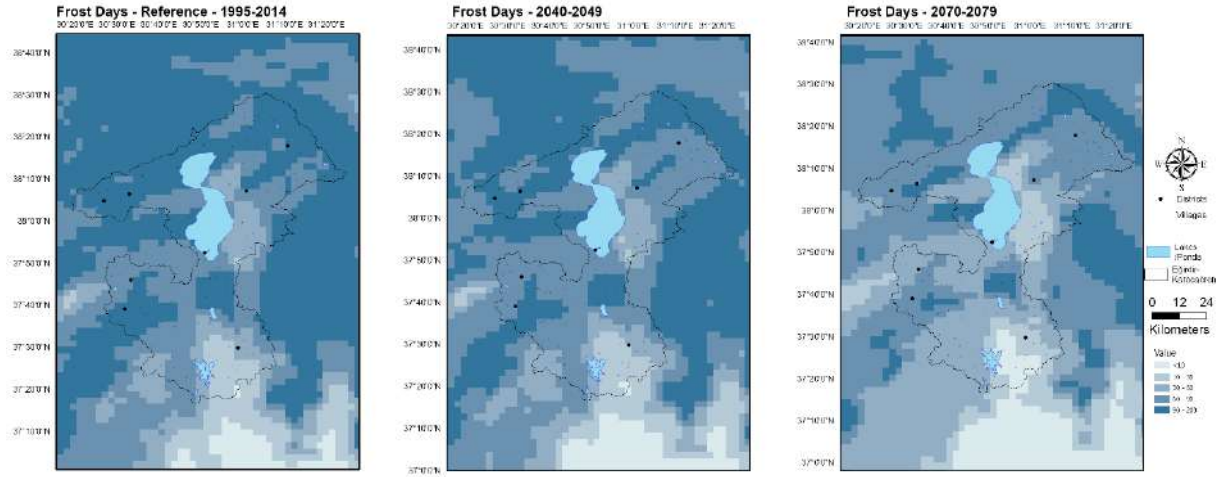


Şekil 6.2. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için 5 günlük yağışlı gün periyodu sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Tarımsal açıdan bu değişim, ardışık yağış günlerinin seyrekleşmesine bağlı olarak toprak su depolama kapasitesinin düşeceğine ve yeraltı suyu besleniminin zayıflayacağına işaret etmektedir. Bu risk faktörleri göz önüne alındığında; su tutma kapasitesini artıran uygulamalar (organik madde artışı, malçlama, anız yönetimi), sulama planlaması ve bitkilerin kritik gelişme dönemlerinde kuraklık stresine karşı çeşit/ekim tarihi optimizasyonu stratejik bir zorunluluk haline gelmektedir.

Don Günleri

Şekil 6.3'te mekânsal dağılımı sunulan “don olaylı gün” indeksi, bir yıl içerisinde günlük asgari sıcaklığın 0°C 'nin altına düştüğü gün sayısını ifade etmektedir. Don mevsiminin süresi ve şiddeti üzerindeki bu değişimler; çiçeklenme, kardeşlenme ve fide dönemi gibi don zararına duyarlı fenolojik aşamalardaki ürünler için doğrudan tarımsal risk teşkil eder. 1995–2014 referans döneminde don olaylı gün sayısı, havzanın kuzey ve doğusundaki yüksek kotlarda belirgin biçimde fazladır; bu kuşakta yıllık ortalama 30–60, yer yer 60–90 gün don görülmektedir. Güney ve güneybatı kesimlerinde ise değerler 10–30 ile 30–60 gün aralığına düşmektedir. Eğirdir ve Karacaören gölleri çevresi, su kütlesinin ılımanlaştırıcı etkisiyle, hinterlandına kıyasla daha az don günü yaşamaktadır.



Şekil 6.3. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Don olayı yaşanan gün sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

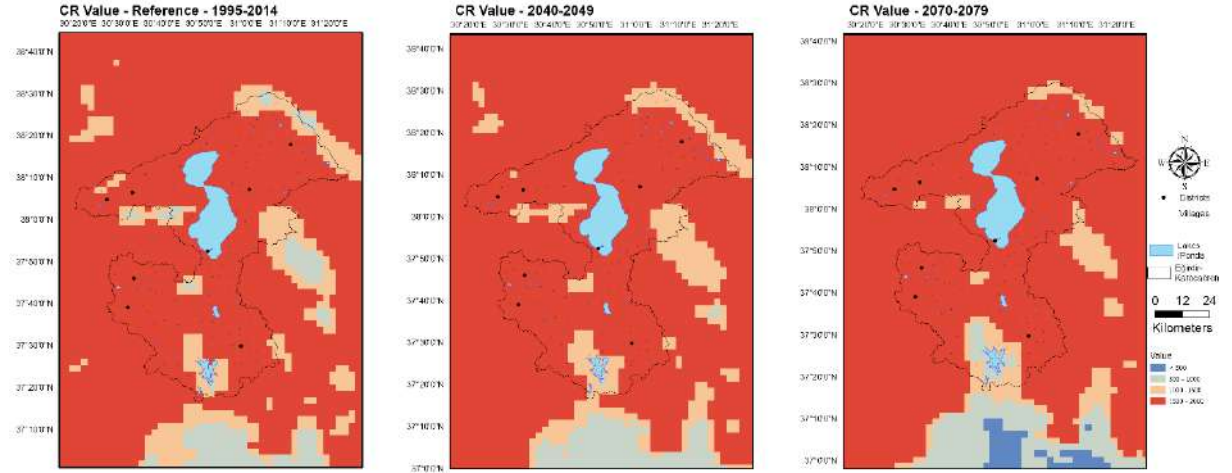
2040–2049 döneminde, harita genelinde kademesel bir azalma dikkat çekmektedir: 60–90 gün görülen alanlar 30–60’a, 30–60 gün görülen alanlar ise büyük ölçüde 10–30 güne gerilemektedir. Bu azalma özellikle havzanın güneyinde belirginleşirken, yüksek rakımlı sırtlar ve doğu kesimler don riski yüksekliğini korumaktadır. 2070–2079 döneminde bu eğilim daha da yaygınlaşır; havzanın geniş bir bölümünde don olaylı günler 10-30 gün/yıl bandına çekilirken, alçak kotlu güney kesimlerde ve göl kıyısı mikroklimalarında <10 gün/yıl değerleri görülmeye başlar. Don riski artık büyük ölçüde yüksek rakımlı alanlara ve doğu yamaçlarına yoğunlaşmaktadır.

Bu değişim, sıcak mevsim ürünlerinde (silajlık mısır, fasulye, şekerpancarı, yonca) donsuz sürenin uzamasına bağlı olarak daha erken ekim ve geç hasat pencereleri açmaktadır. Zeytin gibi ılık iklim türleri için güneydeki alçak kotlarda elverişlilik artmaktadır; ancak yüksek rakım ve vadi tabanlarında epizodik (dönemsel) şiddetli donların devam edeceği unutulmamalıdır. Yönetimsel açıdan; soğuk hava drenajını gözeten parsel yerleşimi, don çukurlarından kaçınma ve özellikle yüksek kotlarda erken uyarı uygulamalarının sürdürülmesi, iklim sinyaline uyum için kritik öneme sahiptir.

Soğuklama İhtiyacı (CR)

Şekil 6.4’te yer alan soğuklama ihtiyacı (CR) haritaları, Eğirdir–Karacaören (EGK) Gölleri Havzası’nda kış döneminde biriken soğuklama birimlerinin zamansal ve mekânsal değişimini ortaya koymaktadır. Referans dönemde (1995–2014) havzanın büyük bir kısmı 1.500–2.000 birim aralığında yer almakta olup, bu değer elma ve diğer sert çekirdekli meyve türlerinde homojen göz patlaması ve düzenli çiçeklenme için yeterli kabul edilmektedir. Göl kütlelerinin ılımanlaştırıcı etkisi, kıyı şeritlerinde ve alçak kotlarda soğuklama birimlerinin 1.000–1.500 birim bandına gerilemesine neden olmaktadır.

Yakın gelecekte (2040–2049) genel mekânsal desen korunmakla birlikte, özellikle güney ve doğu eteklerinde soğuklama kapasitesinin bir kademe gerilediği ve düşük soğuklama sınıfına ait alanların genişlediği görülmektedir. Uzak gelecekte (2070–2079) bu gerileme daha da belirginleşerek, alçak kesimlerde 1.000–1.500 birim bandını baskın hâle getirmekte ve yer yer ≤ 1.000 birimlik sıcak ceplerin oluşumuna yol açmaktadır. Bu senaryoda yüksek rakımlı sırtlar, ≥ 1.500 birimlik değerleriyle kritik “soğuklama sığınakları” olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 6.4. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Soğuklama ihtiyacı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Bu bulgular, yüksek soğuklama ihtiyacı olan elma çeşitlerinde alçak kotlarda dinlenme döneminin tamamlanmasının gecikeceğini; bunun sonucunda heterojen çiçeklenme ve düzensiz meyve tutumu risklerinin artacağını göstermektedir. Bu kapsamda; çeşit-anaç seçiminin soğuklama birimi eşiklerine göre yeniden düzenlenmesi, yeni bahçelerin daha serin bakı ve rakımlara kaydırılması ve gerektiğinde kimyasal/fizyolojik dinlenme kırıcıların planlı kullanımı uyum seçenekleri olarak önem kazanmaktadır. Tahıllar gibi vernalizasyon (kışlama) gerektiren ürünlerde risk sınırlı kalmakla birlikte, zeytin gibi düşük CR gereksinimi olan türler, alçak kesimlerde soğuk zararının azalmasından görece olumlu etkilenebilir.

6.2. Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkiler

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'nda tarımsal üretimin önemli bir kısmını oluşturan meyvecilik faaliyetleri, iklim değişikliğine karşı oldukça hassas bir yapı sergilemektedir. Artan sıcaklıklar ve değişen iklim koşulları, bitkilerin fenolojik süreçlerini hızlandırmakta; çiçeklenme, meyve tutumu ve hasat dönemlerinde kaymalara neden olmaktadır. Sıcaklık birikimini ifade eden Büyüme Derece Günleri (GDD), EGK havzasındaki ürünlerin fenolojik evrelerinde ciddi bir ivmelenmeye işaret etmektedir.

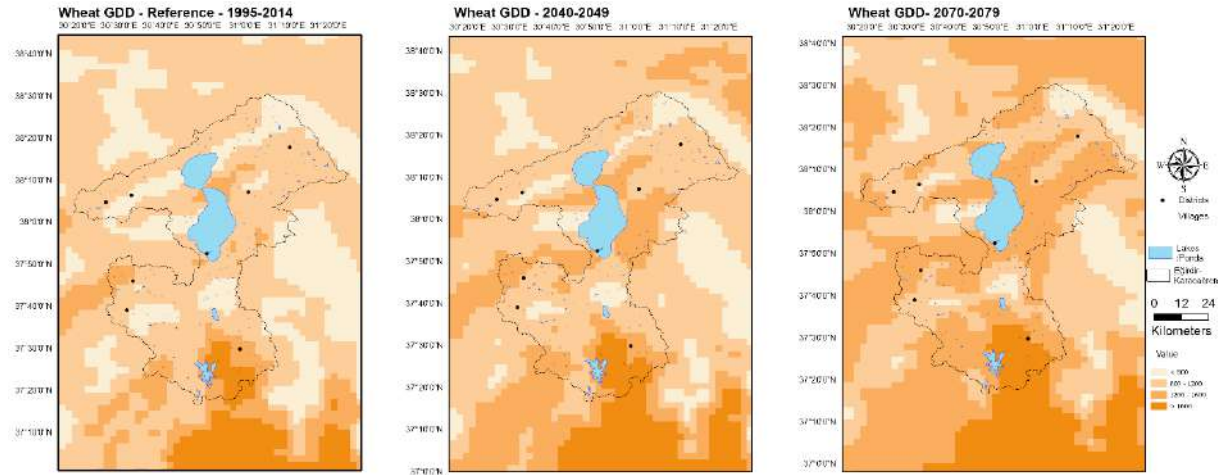
Buğday

Havzada dönemlik ortalama buğday bitkisi GDD (Büyüme Derece Günleri) desenleri (Şekil 6.5), referans dönemde kuzey kesimlerde ve göl çevresinde nispeten düşük, güneye gidildikçe artan bir eğilim sergilemektedir. Eğirdir Gölü'nün ılımanlaştırıcı etkisi ve topografik yükselti farklılıkları, havza genelinde belirgin bir kuzeybatı–güneydoğu gradyanı oluşturmaktadır. 2040–2049 döneminde tüm havza genelinde daha yüksek ısı birikim sınıflarına geçiş dikkat çekmektedir: göl çevresindeki serin kuşak daralırken, güneyde 1.600+ GDD değerlerine sahip alanlar genişlemektedir. 2070–2079 döneminde bu genişleme daha da belirginleşerek; yüksek rakımlı sırtlar ve göl kıyısındaki dar bir bant dışında, havzanın büyük bir kısmı 1.200–1.600 GDD bandına, güney kesimleri ise 1.600+ GDD sınıfına yerleşmektedir.

Bu ısı artışın önemli agronomik yansımaları olacaktır:

(i) Fenolojik evrelerin hızlanmasıyla birlikte; sapa kalkma, başaklanma ve dane doldurma dönemleri daha erken tarihlere kayacaktır. Bitkinin sıcak ve kurak yaz koşullarına erken yakalanması, dane doldurma süresini kısaltarak ısı ve su stresi riskini artıracaktır.

(ii) Isı birikimi potansiyeli artan alt havza alanlarında, uygun su yönetimi ve sulama stratejileri ile verim potansiyeli korunabilir, hatta bazı üretim sezonlarında artış kaydedilebilir.



Şekil 6.5. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Buğday Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

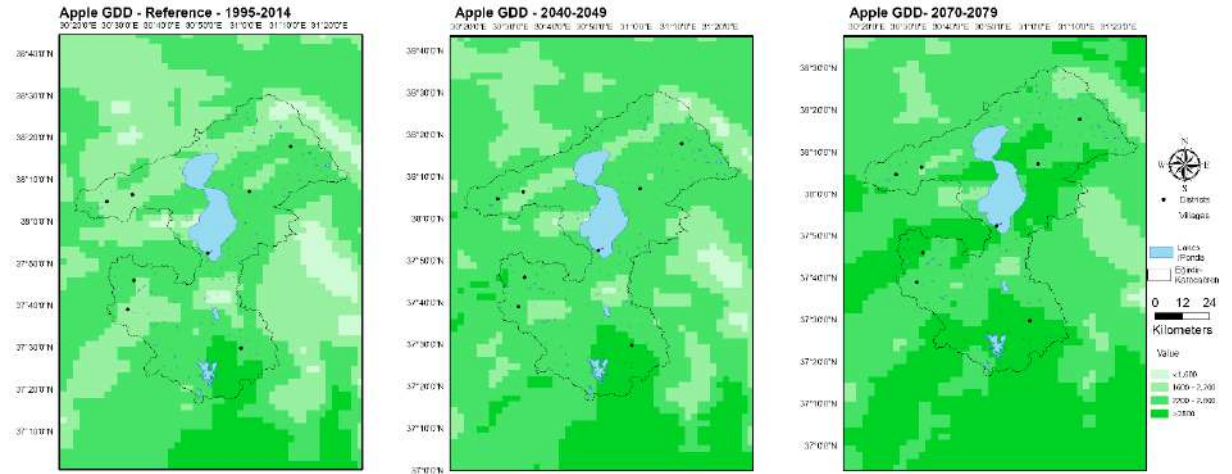
Uyum stratejileri açısından; ekim tarihlerinin birkaç hafta öne çekilmesi, ısı ve kuraklığa toleransı yüksek çeşitlerin tercih edilmesi, başaklanma ve dane doldurma dönemlerini aşırı sıcaklardan koruyacak takvim ve sulama uygulamalarının kurgulanması öne çıkmaktadır. Çok düşük rakımlı alanlarda kışlık çeşitlerin vernalizasyon (kışlama) ihtiyaçları genel olarak

karşılanmakla birlikte, aşırı ılıman geçen kış dönemlerinde 'yetersiz soğuklanma' riski yakından izlenmelidir.

Elma

Havzada elma üretimi için biriken GDD değerleri, referans dönemde göl çevresi ve yüksek kotlarda nispeten düşük; güneye ve güneydoğuya doğru artan bir gradyan sergilemektedir (Şekil 6.6). Eğirdir Gölü'nün ılımanlaştırıcı etkisi, kıyı şeridinde daha düşük ısıl sınıf değerlerinin korunmasına olanak tanımaktadır. 2040–2049 döneminde serin kuşak daralırken, havzanın büyük bölümünde 1.600–2.800 GDD sınıflarına doğru yaygın bir artış gözlenmektedir. 2070–2079 döneminde bu artış daha da belirginleşerek, özellikle havzanın güney ve doğu kesimlerinde ≥ 2.800 BGD değerlerinin baskın hâle gelmesine yol açmaktadır.

Bu desen; tomurcuk patlaması, çiçeklenme ve meyve gelişimi gibi fenolojik evrelerin daha erken tarihlere kayması (fenolojik hızlanma) ve toplam ısı birikiminin artması anlamına gelmektedir. Yükselen ısı birikimi; güneş yanıklığı, meyve içi bozulmalar ve yaz ortası su stresi gibi fizyolojik riskleri artırmaktadır. Yüksek rakımlı bölgeler ve göl kıyısındaki mikroklimalar, görece daha düşük GDD değerleri ile yaz sıcaklarını sınırlayarak, soğuk seven veya geççi elma çeşitleri için uygunluklarını kısmen korumaya devam edecektir.



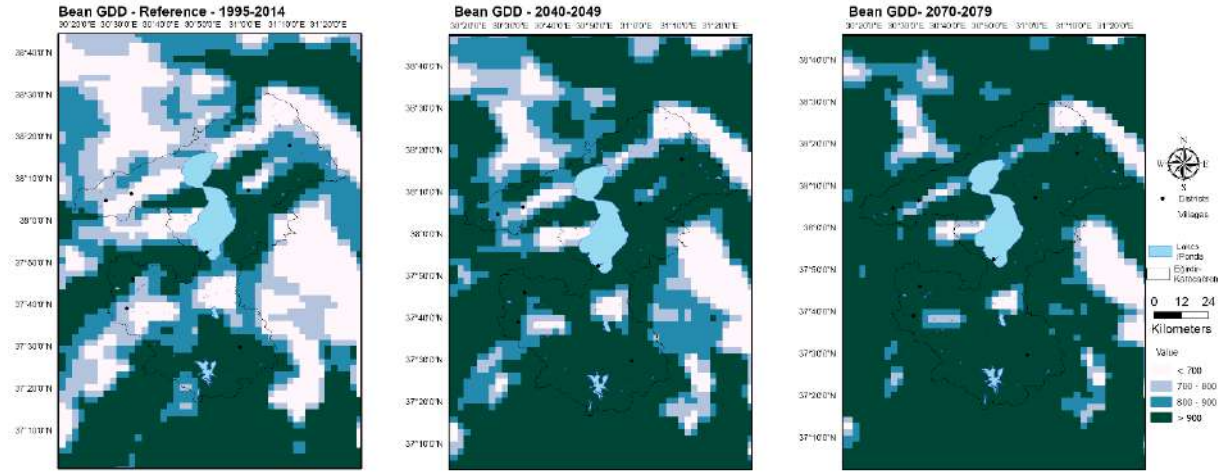
Şekil 6.6. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Elma Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Bununla birlikte, 2070–2079 projeksiyonu havza genelinde kapsamlı bir adaptasyon sürecini zorunlu kılmaktadır. Uyum stratejileri kapsamında; hasat takviminin iklimsel kaymalara göre yeniden düzenlenmesi, sulama programlarının meyve büyütme dönemindeki su ihtiyacına göre optimize edilmesi ve ısı stresine toleranslı veya orta-geççi çeşit kombinasyonlarının denenmesi stratejik önem taşımaktadır.

Fasulye

Havzada fasulye bitkisi için biriken GDD değerleri, referans dönemde göl çevresi ve yüksek rakımlı serin alanlarda 700–900 birim bandında seyrederken, havzanın güneyi ve iç kesimleri büyük oranda ≥ 900 GDD sınıfında yer almaktadır (Şekil 6.7). 2040–2049 döneminde düşük-orta ısı sınıfları büyük ölçüde daralmakta ve havzanın geniş bir kısmı ≥ 900 BGD sınıfına dahil olmaktadır. 2070–2079 projeksiyonunda ise tarım alanlarının tamamına yakını ≥ 900 BGD eşiğinin üzerine çıkmaktadır.

Bu değişim; fasulyenin çıkış, çiçeklenme, bakla bağlama ve olgunlaşma gibi fenolojik evrelerinin hızlanacağı ve toplam vejetasyon süresinin kısılacacağı anlamına gelmektedir. Erken olgunlaşma, yeterli sulama ve besleme koşullarında verim stabilitesini destekleyebilir; ancak artan ısı birikiminin özellikle çiçeklenme döneminde $\geq 30-32^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık değerleriyle çakışması, çiçek dökümü ve dane doldurma kusurları gibi fizyolojik sorunları beraberinde getirebilir. Bu riskler doğrultusunda, 2040 sonrası dönem için çiçeklenme dönemini yaz ortasındaki sıcaklık zirvelerinden kaçırarak şekilde ekim penceresinin erkene çekilmesi, ısı toleransı yüksek veya orta-erkenci çeşitlerin tercih edilmesi, sulama programlarının çiçeklenme ve bakla bağlama evrelerine göre optimize edilmesi; ayrıca buharlaşma kayıplarını azaltıcı malçlama veya gölgeleme gibi uygulamaların yaygınlaştırılması gibi uyum stratejileri önem kazanmaktadır.

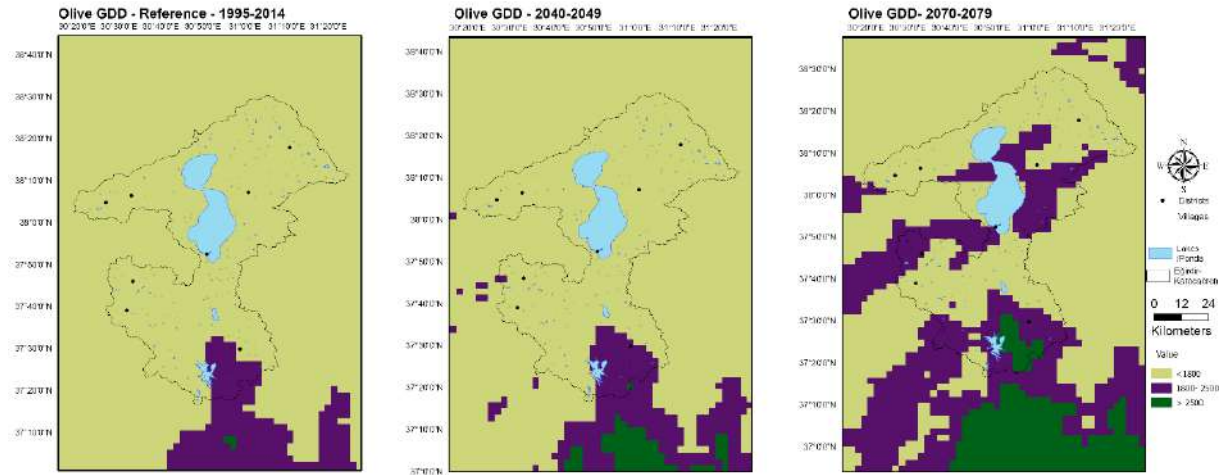


Şekil 6.7. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Fasulye Büyüme Derecesi Günlü sayıları iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Göl kıyısı ve yüksek rakımlı serin alanlar, daha uzun yetiştirme süresi gerektiren çeşitler için görece avantajını korumaya devam edecektir. Buna karşılık, güney ve doğu alt havzalarda artan GDD değerleri, teknik olarak 'ikinci ürün' ekim olasılığını güçlendirirse de, bu durum yaz dönemindeki su stresi riskiyle birlikte bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

Zeytin

Havzada zeytin bitkisi için biriken GDD değerleri, referans dönemde (1995–2014) havzanın büyük bölümünde <1.600 GDD seviyesinde kalarak zeytin üretimi için sınırda/marjinal bir karakter sergilemektedir (Şekil 6.8). Yalnızca Karacaören Barajı çevresi ve güneydeki alçak kotlar 1.600–2.500 GDD aralığına erişebilmektedir. Yakın gelecekte (2040–2049) bu 1.600–2.500 GDD bandı güney ve güneydoğu eteklere doğru belirgin biçimde genişlemektedir. Havzanın orta kesimleri hâlâ sınırda değerlere sahip olsa da, düşük rakımlı tarım alanlarının önemli bir kısmı düzenli çiçeklenme ve meyve bağlama için gerekli ısı eşiğine yaklaşmaktadır.



Şekil 6.8. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası referans dönem – yakın gelecek ve uzak gelecek için Zeytin Büyüme Derecesi Günleri sayısı iklim indeksinin mekânsal dağılımı

Uzak gelecekte (2070–2079) ise >2.500 GDD değerlerine sahip alanlar, güney kuşakta ve doğu-batı eteklerinde yaygınlaşmaktadır. Agronomik açıdan bakıldığında; bu ısı birikim artışı ve don riskindeki eş zamanlı azalma, havzanın daha geniş bir kesiminde zeytin yetiştiriciliğini olanaklı kılmaktadır. Göl çevresi ve yüksek rakımlı alanlar, daha düşük GDD değerleri ile aşırı yaz sıcaklarının sınırlayıcı etkisinden korunarak mikroklimatik avantajlarını sürdürebilir. Buna karşılık güney ve doğu alt havzada artan GDD değerlerinin verim potansiyeline yansımaları, güvenilir bir sulama altyapısının tesis edilmesi ile doğrudan ilişkilidir.

6.3. Hayvancılık Üzerindeki Etkiler

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'ndaki hayvancılık faaliyetleri, artan sıcaklıklar, değişen hidrolojik rejimler ve artan yem üretim maliyetleri nedeniyle çok yönlü ve birleşik iklimsel etkilere maruz kalmaktadır. Havzadaki hayvansal üretimin sürdürülebilirliği, doğrudan hayvanların fizyolojik su talebi (içme ve serinleme) ve dolaylı olarak kaba yem (silajlık mısır, yonca) üretimine dayalı su tüketimi üzerinden şekillenmektedir.

Mevcut Durum ve Kaba Yem-Su Dengesi

Havzadaki toplam 466,7 km²'lik (46.665 ha) sulanan alanın %5,03'ü (2.348 ha) yonca, %4,52'si (2.109 ha) ise silajlık mısır üretimine ayrılmıştır. 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 yılları arasında canlı hayvan varlığında dikkate değer dalgalanmalar gözlenmiştir. Büyükbaş hayvan varlığı incelendiğinde, kültür ve kültür melezi sığır sayılarında genel olarak artış eğilimi göze çarpmaktadır. 2004 yılında 33.353 baş olan kültür ırkı sığır varlığı, 2018 yılında 94.144 baş ile en yüksek seviyesine ulaşmış, ardından 2024 yılına kadar kademeli bir azalma göstererek 64.988 başa gerilemiştir. Kültür melezi sığır sayısı da benzer bir şekilde 2004 yılında 12.766 baş iken 2021'de 35.666 baş ile zirve yapmış, ancak sonrasında düşüş eğilimine girerek 2024 yılında 34.278 başa inmiştir. Yerli sığır popülasyonu dönem boyunca görece daha düşük düzeyde seyretmiş, 2004'te 11.847 baş iken 2024'te 12.814 baş olarak sınırlı bir artış göstermiştir. Buna karşılık manda varlığı oldukça düşük düzeylerde kalmış, dönem boyunca 33–467 baş arasında değişim göstermiştir.

Küçükbaş hayvancılıkta ise daha keskin dalgalanmalar görülmektedir. Koyun varlığı 2004 yılında 150.569 baş iken, 2014 yılında 210.442 başa yükselmiş, 2021'de 281.665 baş ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak 2022 yılından itibaren önemli bir azalma eğilimi başlamış ve 2024 yılı itibarıyla 184.288 başa düşmüştür. Benzer şekilde merinos koyunları dönem boyunca dalgalı bir seyir izlemiş, 2005 yılında 8.059 baş ile görece yüksek bir sayıya ulaşmış,

2010'da 748 başa kadar gerilemiş, 2021'de ise 14.825 baş ile yeniden artış göstermiştir. Kıl keçisi varlığı da uzun vadede azalış eğilimi sergilemiştir; 2004 yılında 146.970 baş olan kıl keçisi sayısı, 2014 yılında 274.691 baş ile en yüksek değerine ulaşmış, ancak sonraki yıllarda sürekli gerileyerek 2024 yılında 165.708 başa düşmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde, havzada 2004–2024 döneminde hayvan varlığı, özellikle küçükbaş hayvancılıkta 2010'lu yılların ortalarında zirve yaptıktan sonra belirgin bir azalma göstermiştir. Büyükbaş hayvancılıkta ise kültür ve kültür melezi sığırların öne çıktığı, yerli ırkların ise görece düşük ve durağan seyrettiği görülmektedir. Bu bulgular, havzadaki tarımsal üretim desenindeki değişimlerin ve kırsal hayvancılık dinamiklerinin hayvan varlığına doğrudan yansıdığını ortaya koymaktadır.

Tablo 6.2. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası 2004-2024 yılları arası referans dönem canlı hayvan baş sayısı

EKG Havzası	Büyükbaş				Küçükbaş		
	Sığır				Koyun		Keçi
Referans Yıllar	Kültür	Kültür Melezi	Yerli	Manda	Yerli	Merinos	Kıl Keçisi
2004	33.353	12.766	11.847	33	150.569	1.931	146.970
2005	38.532	11.971	9.510	43	144.170	8.059	142.612
2006	41.724	9.788	9.391	38	154.803	1.621	133.272
2007	42.791	9.647	9.024	39	141.917	1.388	118.060
2008	44.627	10.902	8.826	86	123.442	3.807	104.257
2009	50.766	9.574	7.900	102	106.474	2.673	87.330
2010	51.888	11.014	8.908	130	105.723	748	94.914
2011	58.939	12.021	10.209	130	127.038	332	119.417
2012	85.353	13.955	13.052	170	148.290	564	166.138
2013	83.949	15.696	14.918	170	170.645	931	194.818
2014	84.892	15.370	14.251	209	210.442	3.191	274.691
2015	85.938	14.971	12.667	275	226.874	584	245.578
2016	33.353	14.839	13.046	265	214.215	674	230.848
2017	81.977	20.591	14.944	246	194.387	2.003	207.130
2018	94.144	21.786	15.389	312	217.455	2.387	222.831
2019	94.237	22.060	16.228	370	239.942	2.176	229.139
2020	89.704	25.304	16.753	467	266.340	7.977	239.559
2021	84.543	35.666	20.008	321	281.665	14.825	246.483
2022	70.374	36.494	17.651	305	221.284	14.948	195.356

EKG Havzası	Büyükbaş				Küçükbaş		
	Sığır				Koyun		Keçi
Referans Yıllar	Kültür	Kültür Melezi	Yerli	Manda	Yerli	Merinos	Kıl Keçisi
2023	67.567	35.574	15.856	270	189.815	15.268	170.752
2024	64.988	34.278	12.814	204	184.288	14.793	165.708

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 yansıtabilmektedir.

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. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası için referans, yakın gelecek ve uzak gelecek canlı hayvan baş sayısı projeksiyonları

EGK Havzası Hayvancılık		Referans 2004-2024	Yakın Gelecek 2040-2049	Uzak Gelecek 2070-2079
Büyükbaş	Sığır - Kültür	65.888	126.551	193.880
	Sığır - Kültür Melezi	18.775	61.815	101.834
	Sığır - Yerli	13.009	21.986	34.864
	Manda	199	546	1.047
Toplam		97.871	210.898	331.625
Küçükbaş	Yerli Koyun	181.894	307.284	487.279
	Merinos Koyun	4.804	22.345	38.664
	Kıl Keçisi	177.898	280.511	448.516
Toplam		364.596	610.140	974.459

Eğirdir-Karacaören Gölleri 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)	466,7
Yonca (km² / ha)	23,48 / 2.348
Silajlık Mısır (km² / ha)	21,09 / 2.109

EKG Havzası'nda 2024 yılı sulanan alan verilerine göre silajlık mısır 2.109 ha ve yonca 2.348 ha olarak belirlenmiştir. Referans dönemdeki tahmini verimler dikkate alındığında (mısır: 40 t/ha, yonca: 25 t/ha), yıllık üretim sırasıyla yaklaşık 84.360 ton ve 58.700 ton düzeyindedir.

Toplam büyükbaş hayvan sayısı 97.871 baş olup, süt ve besi payının eşit dağıldığı varsayıldığında, süt ineklerin yıllık mısır talebi 321.935 ton, besi sığırların talebi 178.588 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam mısır ihtiyacı 500.523 ton/yıl olup, mevcut üretim yalnızca %16,8 karşılık sağlamaktadır. Buna karşın, yonca ihtiyacı toplam 71.472 ton/yıl iken, mevcut üretim yaklaşık %82 oranında karşılamaktadır.

Küçükbaş hayvanlar (364.596 baş) için yonca talebi yıllık yaklaşık 66.511 ton olup, mevcut üretim yaklaşık %88 karşılık sağlar. Bu veriler, referans dönemde havza içi yonca üretiminin küçükbaş beslenmesini nispeten yeterli biçimde desteklediğini, büyükbaş mısır talebinin ise hâlen havza dışı kaynaklara bağımlı olduğunu göstermektedir.

Yakın gelecek projeksiyonlarında büyükbaş sayısı 210.898 baş, küçükbaş sayısı 610.140 baş olarak öngörülmüştür. Bu dönemde mısır talebi yaklaşık 1.078.000 ton/yıl, mevcut üretim ise sadece 88.578 ton ile sınırlı kalmaktadır (%8 karşılık). Yonca ihtiyacı 154.000 ton/yıl olup mevcut üretim yalnızca %40 karşılamaktadır.

Bu sonuçlar, 2040–2049 döneminde havza içi üretimin büyükbaş ve küçükbaş hayvanların rasyonlarını karşılamada yetersiz kalacağını göstermektedir. Özellikle mısır silajı ciddi bir darboğaz oluşturmakta ve ek dış kaynak kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yonca, küçükbaş için nispeten yeterli olsa da, büyükbaş ihtiyacının önemli bir kısmı havza dışından sağlanmalıdır.

Uzak gelecek döneminde, büyükbaş hayvan sayısı 331.625 baş, küçükbaş 974.459 baş olarak tahmin edilmektedir. Bu dönemde mısır ihtiyacı yaklaşık 1.750.000 ton/yıl, mevcut üretim ise sadece 84.360 ton ile %5 seviyesinde karşılık sağlamaktadır. Yonca ihtiyacı 250.000 ton/yıl olup, mevcut üretim %22,5 oranında karşılık vermektedir.

Bu projeksiyon, havza içi üretimin hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvancılık için ciddi biçimde yetersiz olduğunu, mevcut alan ve üretim kapasitesinin hayvan sayısındaki artışı karşılamada sınırlı olduğunu göstermektedir. Uzak gelecek senaryosunda, hayvancılık için mısır ve yonca temini büyük ölçüde havza dışı kaynaklara bağımlı hale gelecektir.

Referans dönemde (2004–2024), EKG Havzası'ndaki toplam büyükbaş (97.871 baş) ve küçükbaş (364.596 baş) hayvanlar için rasyon bazlı günlük su tüketimi hesaplandığında, büyükbaş hayvanların günlük yaklaşık 4.500 m³, küçükbaş hayvanların ise yaklaşık 10.900 m³ suya ihtiyaç duyduğu görülmektedir; bu durum, yıllık olarak sırasıyla yaklaşık 1,64 milyon m³ ve 3,98 milyon m³ toplam su talebi anlamına gelmektedir.

Yakın gelecek projeksiyonları (2040–2049) için büyükbaş sayısı 210.898 baş, küçükbaş sayısı 610.140 baş olarak tahmin edildiğinde, günlük su talebi büyükbaşlar için ~9.700 m³, küçükbaşlar için ~18.200 m³'e yükselmekte ve yıllık toplam su ihtiyacı yaklaşık 3,54 milyon m³ (büyükbaş) ve 6,64 milyon m³ (küçükbaş) olarak öngörülmektedir.

Uzak gelecek (2070–2079) senaryosunda, büyükbaş sayısı 331.625 baş, küçükbaş sayısı 974.459 başa ulaşmakta; bu durumda günlük su talebi büyükbaşlar için ~15.250 m³, küçükbaşlar için ~29.000 m³ olup, yıllık toplam su ihtiyacı sırasıyla 5,56 milyon m³ ve 10,59 milyon m³ olarak hesaplanmaktadır.

Bu veriler, EKG 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, su kaynakları üzerindeki baskıyı dramatik biçimde artıracak ve su yönetimi stratejilerinin kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

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 68 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

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası, sahip olduğu yüksek katma değerli meyvecilik kültürü (özellikle elma) ile tarımın sosyo-ekonomik dinamiklerinin farklı bir biçimde gözlemlenebildiği bir bölgedir. 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

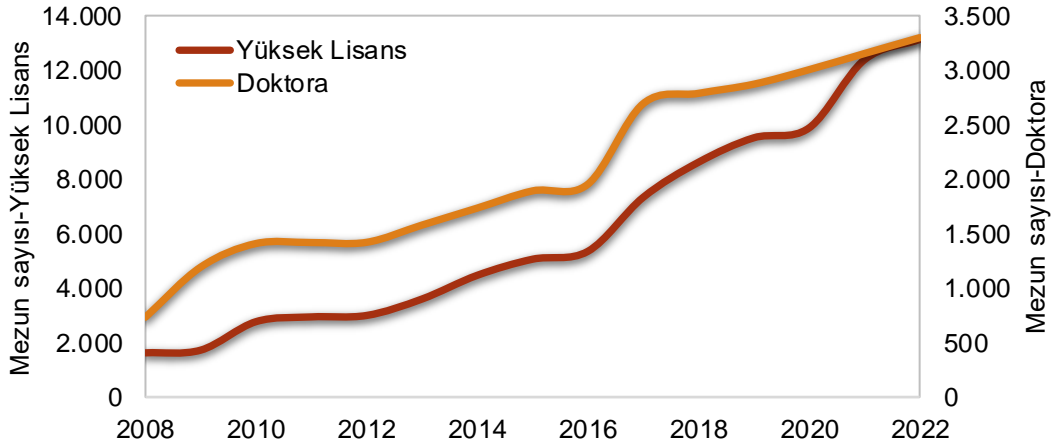
Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzaları, yaklaşık 584.000 hektarlık yüzölçümüyle değerlendirilen havzalar arasında en büyük toplam alanına sahiptir. 109.983 hektar tarımsal alanı olup, nüfusu 555.202'dir (Tablo 7.1).

Tablo 7.1. Havzanın temel göstergeleri

Havzanın Toplam Alanı (hektar)	584.086
Havzadaki Mahalle Sayısı	355
Havzadaki Tarım Arazisi Payı (%)	19
Havzanın Toplam Tarım Alanı (hektar)	109.983
Havzanın Toplam Nüfusu	555.202
Mahallelerin Ortalama Nüfusu	1.021
Mahallelerin Ortalama Alanı (hektar)	2.872
Mahalle-Havza Ortalama Kesişim Alanı (hektar)	1.938
Mahallelerin Ortalama Tarım Alanı (hektar)	397
Mahalle Bazında Kişi Başına Düşen Ortalama Tarım Arazisi (hektar)	0,99

Havza tarım arazilerinin yaklaşık %92'si Isparta ili sınırları içerisinde yer almakta olup, Burdur ili havzanın daha sınırlı bir bölümünü kapsamaktadır (Afyonkarahisar: 319 ha, Antalya: 51 ha, Burdur: 8.430 ha, Isparta: 101.183 ha). Bu durum, havzanın sosyo-ekonomik yapısının büyük ölçüde Isparta ili üzerinden şekillenmesine neden olmaktadır.

Isparta ilinde tarım sektörünün ekonomik yapı içerisindeki payı uzun yıllardır yaklaşık %20 seviyelerinde seyretmekte olup, bu durum havzanın ekonomik olarak tarıma yüksek derecede bağımlı olduğunu göstermektedir. Elma başta olmak üzere özellikle meyvecilik havzanın temel gelir kaynaklarından biri olarak öne çıkmakta ve bölgenin tarımsal uzmanlaşma düzeyini artırmaktadır. Bununla birlikte, havzada eğitim düzeyi görece düşük olmakla birlikte, üniversite mezunu çiftçi oranının %12 seviyesine ulaşması dikkat çekmektedir. 2022 yılı itibariyle Burdur ve Isparta'nın toplamında yüksek lisans ve doktora mezun sayısı sırası ile 13.127 ve 3298'dir (Şekil 7.1) (TÜİK, 2024).

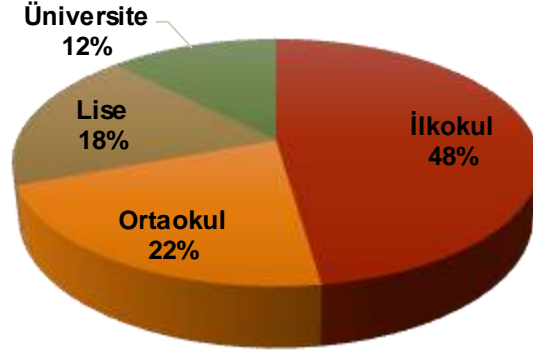


Şekil 7.1. Isparta ve Burdur ili lisansüstü eğitim durumunun yıllara göre değişimi

Çiftçi Demografisi ve Eğitim Profili

Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda tarımsal üretimi aktif olarak sürdüren çiftçilerle gerçekleştirilen saha anketleri, bölgedeki tarımsal işgücünün demografik yapısına ilişkin önemli bulgular ortaya koymaktadır.

Elde edilen verilere göre, havzadaki 40 yaş altı genç çiftçilerin oranı %12 seviyesindedir ve bu durum tarımsal nüfusta yaşlanma eğiliminin havza için de geçerli olduğunu göstermektedir. Havzada ortaya çıkan bu düşük oran, genç çiftçilerin genel payını da aşağı çekmektedir. Ankete katılan üreticilerin %12'si üniversite mezunu olup, lise ve üzeri eğitime sahip olanların toplam oranı %30 düzeyindedir (Şekil 7.2).

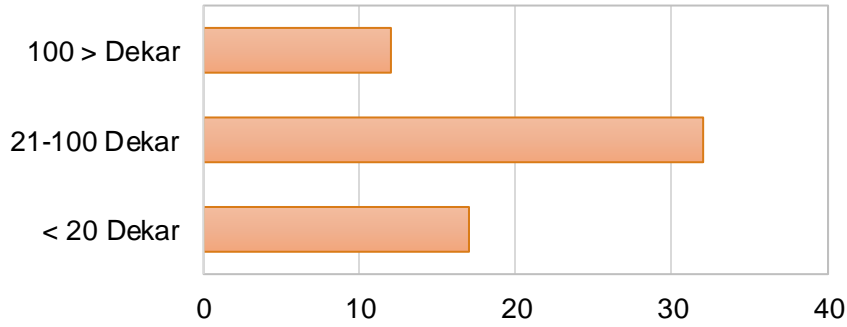


Şekil 7.2. Havzadaki çiftçilerin eğitim durumu

Eğitim düzeyindeki farklılıkların iklim değişikliğine uyum ile ilgili alınacak önlemlere adapte olmakta da farklılıklara yol açacağı değerlendirilmektedir.

İşletme Ölçeği ve Arazi Yapısı

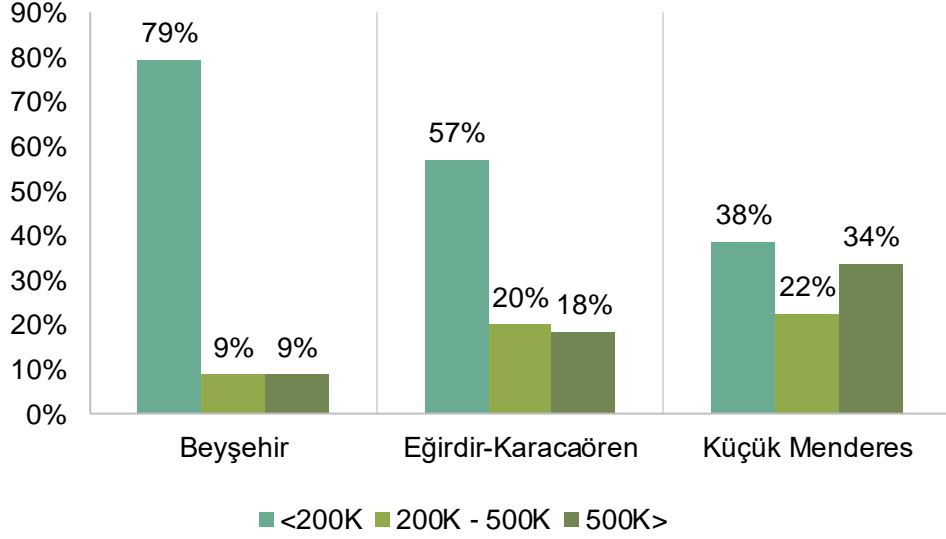
Havzadaki üreticilerin %26'sı 20 dekardan daha küçük arazilerde üretim yapmaktadır (Şekil 7.3). Tüm havzalarda ankete katılan çiftçilerin sahip oldukları ortalama tarım arazisi 61,8 dekar iken, işledikleri ve/veya meyve ağacı yetiştirdikleri ortalama tarım arazisi büyüklüğü 81,8 dekardır. İşlenen arazinin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



Şekil 7.3. Havzadaki çiftçilerin tarım arazilerinin büyüklüğü

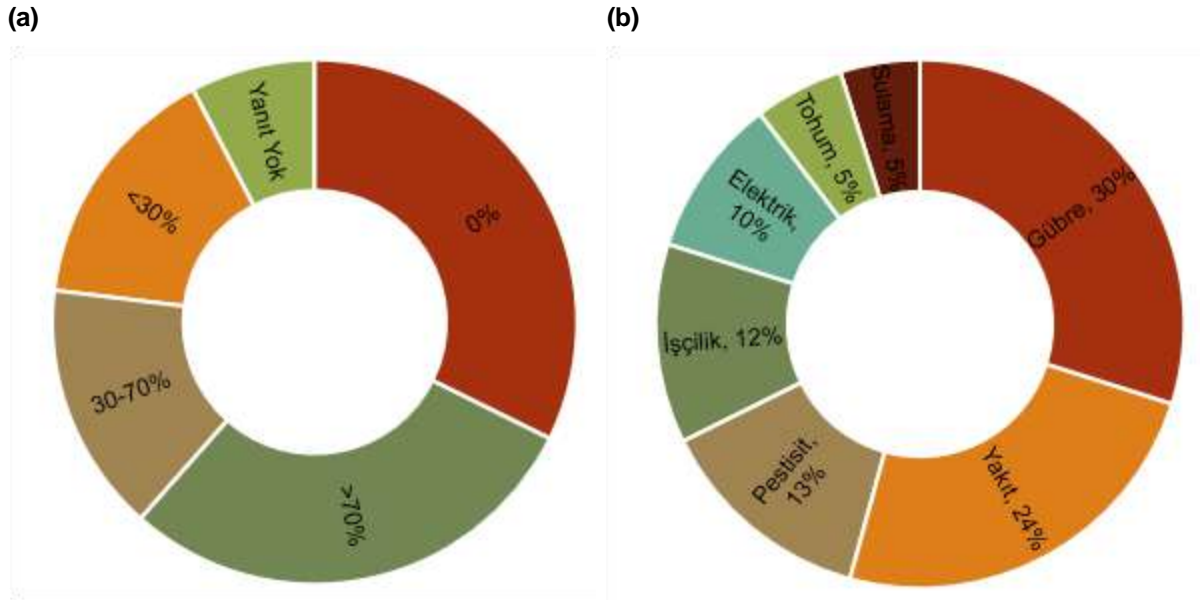
Gelir Yapısı, Sulama Bağımlılığı ve Finansal Durum

Gelir düzeyi açısından değerlendirildiğinde, Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası kısıtlı bir ekonomik profil sergilemektedir. Havzadaki üreticilerin %57'si yıllık 200.000 TL'nin altında gelir elde etmekte olup, düşük gelir grubunun ağırlıkta olduğu bir yapı dikkat çekmektedir (Şekil 7.4).



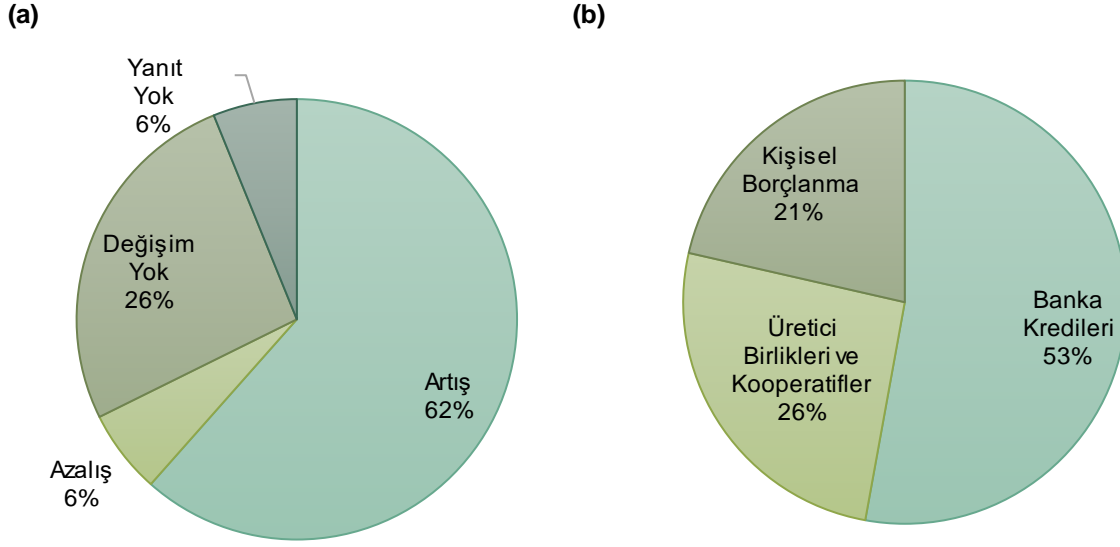
Şekil 7.4. Çalışılan alanlarındaki çiftçilerin yıllık ortalama gelirlerinin dağılımı

Havzadaki üreticilerin %66'sı tarım arazilerini sulamakta olup, %29'u ise arazisinin %70'inden fazlasını sulamaktadır (Şekil 7.5a). Bu durum, üretim sisteminin önemli bir ölçüde sulamaya bağımlı olduğunu ve özellikle yaz döneminde suya erişimin üretimin devamlılığı açısından kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Tarımsal faaliyetlerde en büyük üç maliyet kalemi sırasıyla gübre (%30), yakıt (%24) ve pestisitler (%13) olarak belirlenmiştir. Bu kalemleri sırasıyla işçilik (%12), elektrik (%10), tohum (%5) ve sulama (%5) takip etmektedir (Şekil 7.5b). Üretim maliyetlerinin yarısından fazlasının gübre ve yakıt gibi temel girdilerden oluşması, havzadaki üreticilerin dışsal fiyat şoklarına karşı hassasiyetini artırmaktadır.



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

Artan girdi maliyetleri, düşük gelir düzeyindeki üreticiler üzerinde ciddi bir finansal baskı yaratmaktadır. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'ndaki çiftçilerin %62'si son 10 yılda tarımsal faaliyetlere bağlı borç yükünün arttığını beyan etmiştir (Şekil 7.6a). Çiftçilerin borçlanma kaynakları incelendiğinde, banka kredileri %53 ile en baskın finansman aracı olarak öne çıkmakta, bunu üretici birlikleri ve kooperatifler (%26) ile kişisel borçlar (%21) izlemektedir (Şekil 7.6b).



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

Genel olarak, havzada “düşük gelir–yüksek girdi maliyeti” sarmalına dayalı bir üretim modeli görülmektedir. Üreticilerin önemli bir kısmının düşük gelir grubunda yer alması ve borç yükünün artış eğiliminde olması, havzadaki tarımsal üretimin ekonomik sürdürülebilirliğini zorlaştırmakta ve üreticileri ciddi bir finansal risk ile karşı karşıya bırakmaktadır.

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.

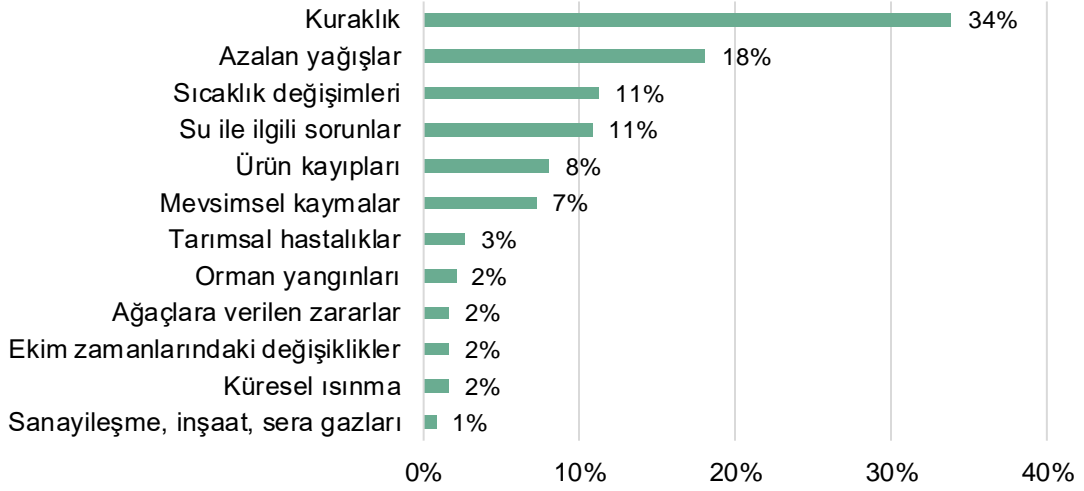
Anket sonuçları, üreticilerin iklim değişikliğini doğrudan sahada gözlemledikleri somut etkiler üzerinden tanımladıklarını göstermektedir. Açık uçlu sorulara verilen yanıtlarda, en sık ifade

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.

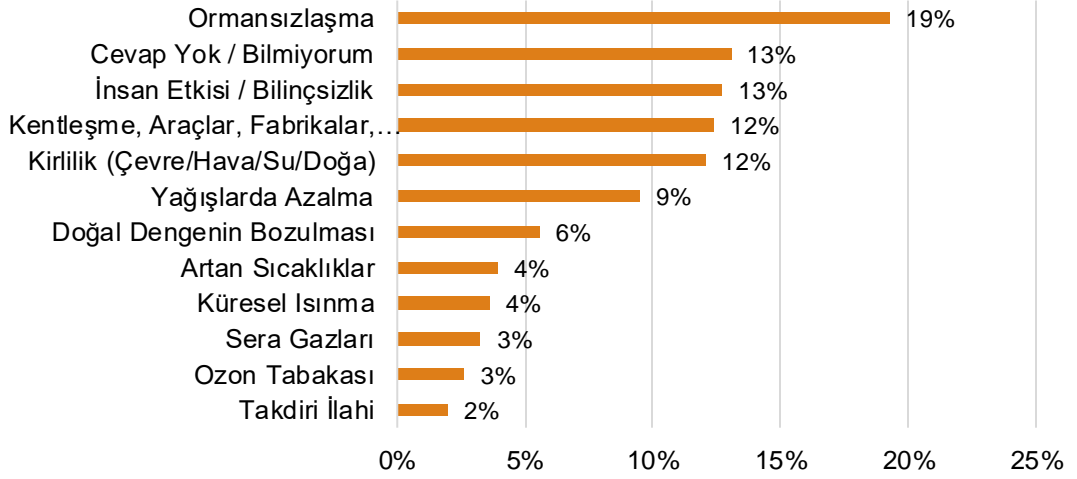
İklim değişikliğinin nedenlerine ilişkin değerlendirmelerde ise üreticilerin hem insan faaliyetlerine hem de daha geniş ölçekli ekonomik süreçlere atıfta bulunduğu görülmektedir. Özellikle ormansızlaşma, yanlış sulama ve gübreleme uygulamaları, baraj ve tarımsal faaliyetler gibi doğrudan insan etkileri 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.

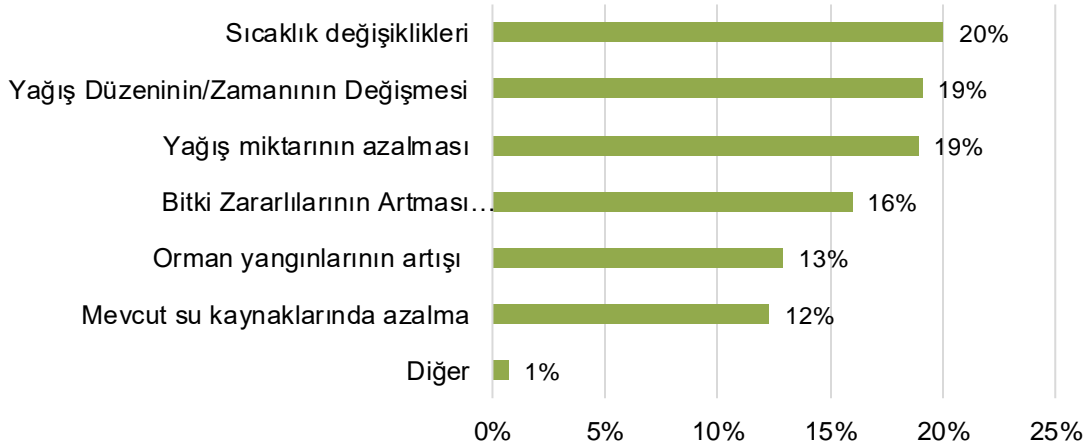
İklim değişikliği denildiğinde ilk aklınıza gelen üç şey nedir?



Sizce iklim değişikliğinin en önemli üç sebebi nedir?



İklim değişikliğinin etkileri ile ilgili neler gözlemliyorsunuz?



Şekil 7.7. Çalışma alanlarındaki çiftçilerin iklim değişikliği farkındalığı

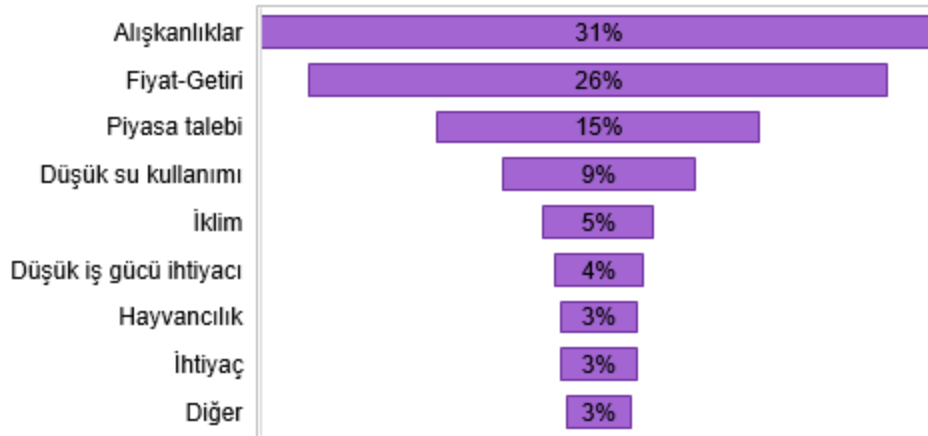
İklim Değişikliğinin Tarımsal Faaliyetler üzerindeki Sosyo-Ekonomik Etkilerine Yönelik Algı ve Değerlendirmeler

Havzadaki çiftçiler, iklim değişikliğinin etkilerini tarlalarında ve ekonomik yaşantılarında oldukça belirgin bir şekilde tecrübe etmektedirler. 1 (Kesinlikle Katılmıyorum) ile 5 (Kesinlikle Katılıyorum) arasında puanlanan ölçekte, havza özelinde en güçlü hissedilen etkilerin başında; mahsul kayıpları (4,64), kullanılabilir su kaynaklarında azalma (4,56), hanehalkı gelirlerinde azalma (4,52) ve tarımsal üretim maliyetlerindeki artış (4,50) gelmektedir. Bu dört unsur, üreticilerin iklim değişikliğini hem üretim kapasitesini kısıtlayan hem de ekonomik geliri doğrudan baskılayan temel faktörler olarak algıladığını göstermektedir.

Bunun yanı sıra, genç çiftçi sayısındaki düşüş (4,41) ve tarımla uğraşan kişi sayısındaki genel azalma (4,27), havzanın tarımsal geleceği açısından önemli bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, kırsal yaşamın dokusuna dair bir gösterge olan tarımsal arazi fiyatlarındaki artış (4,23) ve sosyal dayanışmanın zayıflaması (4,15) gibi veriler, iklim değişikliğinin sadece tarımsal üretimi değil, kırsal toplumsal yapıyı da dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır.

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

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'ndaki üreticilerin %52'si son 10 yılda iklim değişikliğine bağlı olarak ürün tercihinde hiçbir değişikliğe gitmediğini, yaklaşık %25'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. Havzadaki çiftçilerin büyük bir çoğunluğu (%83), 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 %49'u dekar başına kullanılan su miktarının azaldığını veya çok azaldığını, %32'si 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

Üreticilerin iklim değişikliğine uyum stratejileri incelendiğinde, havzada en yüksek benimsenme oranına sahip yöntemler; gübreleme yoluyla verimi artırma (%40), verimli sulama yöntemlerinin kullanımı (%34) ve ekim-hasat zamanlarının ayarlanması (%32) olarak belirlenmiştir. Bu veriler, Eğirdir üreticisinin uyum süreçlerinde daha çok doğrudan verim odaklı, geleneksel tarımsal girdilere dayalı çözümlere yöneldiğini göstermektedir.

Buna karşılık, enerji verimliliği (%8), olumsuz hava koşullarına karşı teknoloji kullanımı (%11) ve organik tarım uygulamaları (%12) gibi maliyet veya teknik kapasite gerektiren yöntemlerin tercih edilme düzeyleri oldukça düşüktür. Bu durum, havzadaki üreticilerin iklim değişikliğiyle mücadelede yenilikçi ve teknolojik çözümlere erişim noktasında yapısal kısıtlarla karşı karşıya olduğunu ve uyum kapasitesinin geliştirilmesi için teşvik mekanizmalarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. (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, teknik bilgi eksikliğini ve üreticiler arasında dayanışma ve işbirliği eksikliğini ön plana çıkarmaktadır.

Bu tablo, havzadaki üreticilerin bilgi edinme süreçlerinde dijital araçlar ile kurumsal ve sosyal ağlar arasında dengeli bir dağılım sağladığını göstermektedir. Deneme-yanılma yöntemi de bilgi edinmede kayda değer bir diğer unsur olarak dikkat çekmektedir.

İnternetin, geleneksel kurumsal kanallarla eş değer düzeyde bir bilgi kaynağı haline gelmesi, dijitalleşmenin bölgedeki hızını göstermektedir. Ancak bu durum, daha önce vurgulandığı üzere, güvenilir ve doğru içeriğin ilgili kurumlar tarafından dijital ortamlarda daha aktif sunulmasının gerekliliğini artırmaktadır. İl/ilçe Tarım Müdürlükleri tarafından sağlanan bilgilendirmeler, hem teknik doğruluğun teminatı hem de üreticilerin güven duyduğu bir merkez olarak önemini korumaya devam etmektedir.

7.3. Kırılganlık Dinamikleri ve Ekonometrik Projeksiyonlar

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'ndaki tarımsal işletmelerin iklim değişikliği karşısındaki sosyo-ekonomik kırılganlıklarını 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 Kırılganlık Dinamikleri: Temel Değişkenlerin Korelasyon Analizi

Sahadan toplanan veriler üzerinden gelir, arazi büyüklüğü, sulama oranı ve borçluluk gibi kritik değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkiler incelendiğinde, havzadaki kırılganlığın 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 ekintili 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. Saha çalışmalarında Isparta ili (Eğirdir-Karacaören) sınırları içindeki köylerde çiftçiler tarafından 22 farklı tarımsal ürün yetiştirildiği rapor edilmiştir (Arpa, Ayçiçeği, Bakla, Bezelye, Biber, Buğday, Ceviz, Çiçek, Elma, Gül, Haşhaş, Kabak, Kayısı, Kiraz, Mercimek, Silaj mısırları, Sorgum mısırları, Nohut, Pancar, Salatalık, Triticale, Kiraz). TÜİK (1993-2023) meta verileri kullanılarak İzmir için oluşturulan ağırlıklı ortalama tarımsal ürün fiyat endeksi, 2003 yılında 0,63 TL iken, 2023 yılında 16,36 TL seviyesine ulaşarak yaklaşık 25,8 katlık devasa bir artış göstermiştir.
- Maliyet ve Fiyat Senkronizasyonu (Girdi Maliyetleri Baskısı): Ürün fiyatlarındaki bu artışın temel nedeninin tarımsal girdi maliyetleri olduğu ekonometrik modellerle kanıtlanmıştır. Ortalama tarımsal ürün fiyatları ile Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) arasında mükemmel yakın bir basit regresyon modeli ($R^2=0.999$) tespit edilmiştir. ÜFE'deki her 1 birimlik artışın ürün fiyatlarında 0,93 birimlik bir artışa yol açması; çiftçilerin uzun vadeli uyum yatırımları yapmak yerine, sürekli bir "maliyet kovalama" döngüsü içine hapsediğini göstermektedir.
- 2035 Yılı Fiyat Projeksiyonları: Isparta 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 $y = 0.0065x^3 - 0.1745x^2 + 1.3138x - 1.5036$ ($R^2 = 0.8595$) şeklindedir. Hibrit modelleme, 2035 yılına kadar olan fiyat tahminlerinin makroekonomik koşullara (üretici girdi maliyetlerine) yüksek oranda bağımlı ve dalgalı bir seyir izleyeceğini kanıtlamaktadır.

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, Eğirdir–Karacaören Gölleri Havzası'nda tarımsal üretimin suya erişim, ürün deseni ve girdi maliyetleri tarafından şekillendiği görülmektedir. Havzada özellikle meyveciliğin yaygın olması, üretim yapısını diğer havzalardan farklılaştırmakta; buna karşılık artan maliyet baskıları ve su kaynaklarına bağımlılık, üretim sisteminin kırılganlığını artırmaktadır.

Ekonometrik analizler, tarımsal ürün fiyatları ile Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır ($R^2=0,999$). ÜFE'deki değişimlerin ürün fiyatlarına yaklaşık 0,93 katsayısı ile yansımaları, üreticilerin maliyet artışlarıyla doğrudan ilişkili bir fiyat yapısı içerisinde faaliyet gösterdiğini göstermektedir. Bu durum, üretim kararlarının büyük ölçüde girdi maliyetleri tarafından yönlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Havza özelinde yapılan analizler, arazi büyüklüğü ile gelir arasındaki ilişkinin zayıf ve doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini göstermektedir. Buna karşılık, sulama oranı ile gelir arasında belirgin bir ilişki bulunması, üretim performansının suya erişim ve sulama imkânları ile yakından bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, iklim değişikliğine uyum açısından su yönetiminin merkezi rolünü açıkça göstermektedir.

Finansal yapı incelendiğinde, farklı ölçeklerdeki işletmelerde benzer borçluluk eğilimlerinin gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Üreticilerin önemli bir kısmı son yıllarda borç yükünün arttığını ifade etmekte; girdi maliyetleri içerisinde özellikle gübre ve yakıtın öne çıktığı görülmektedir. Bu durum, üreticilerin maliyet şoklarına karşı hassas bir yapı sergilediğini göstermektedir.

Eğitim ve demografik yapı açısından değerlendirildiğinde, genç çiftçi oranının sınırlı olduğu, buna karşılık belirli bir oranda üniversite mezunu üreticinin bulunduğu görülmektedir. Bu durum, teknik bilgiye dayalı üretim açısından bir potansiyel sunmakla birlikte, genel anlamda bilgiye erişim ve uygulama kapasitesinin güçlendirilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, havzada uygulanacak destek mekanizmalarının yalnızca arazi büyüklüğüne dayalı olmaktan çıkarılarak, su kullanım verimliliği ve üretim performansını dikkate alan bir yapıya yönlendirilmesi önem taşımaktadır. Özellikle meyvecilik ağırlıklı üretim yapısı dikkate alındığında, suya erişim ve sulama verimliliği üretim sürdürülebilirliği açısından belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Sulama altyapısı açısından değerlendirildiğinde, üreticilerin önemli bir kısmının sulama yaptığı, ancak sulama kapsamı ve su kullanım verimliliği açısından sınırlılıklar bulunduğu görülmektedir. Bu durum, su kaynaklarının daha etkin kullanılmasını sağlayacak altyapı iyileştirmelerinin önemini ortaya koymaktadır.

Finansal açıdan ise üreticilerin banka kredileri, kooperatifler ve diğer borçlanma araçları üzerinden üretim faaliyetlerini sürdürdüğü görülmektedir. Bu yapı, kısa vadeli maliyet baskılarının üretim sistemi üzerinde belirleyici olduğunu göstermekte; uzun vadeli ve düşük maliyetli finansman araçlarının geliştirilmesinin uyum yatırımları açısından önemli olabileceğine işaret etmektedir.

Son olarak, bilgiye erişim ve teknik kapasitenin artırılması, havzanın uyum kapasitesinin güçlendirilmesi açısından önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Üreticilerin bilgiye erişiminde kamu kurumları, internet ve sosyal çevre etkili olmakta; buna karşılık teknoloji temelli uygulamaların kullanım düzeyi sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle teknik destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, üretim sisteminin iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale gelmesine katkı sağlayacaktır.

8. PAYDAŞ KATILIMI

Paydaş katılımı, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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. Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'na yönelik yürütülen tüm çalışmalar, Beyşehir Gölü 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

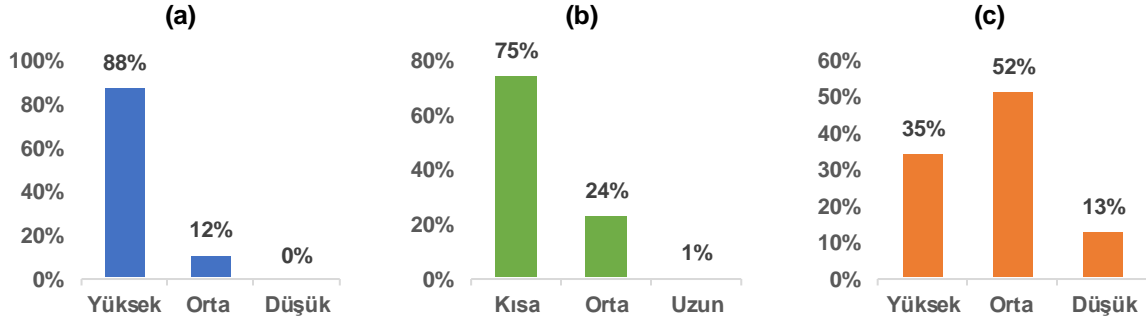
İklim değişikliğinin tarım, su kaynakları ve kırsal geçim sistemleri üzerindeki etkileri dikkate alındığında, uyum önlemlerinin yalnızca teknik çözümler olarak değil, aynı zamanda yerel koşullara ve paydaş ihtiyaçlarına duyarlı stratejik eylemler olarak ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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. Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 imkan tanımaktadır. 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.

Eğirdir-Karacaören Gölleri Havzası'na yönelik yürütülen tüm paydaş çalışmaları, Beyşehir Gölü 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 uzlaşı 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>		

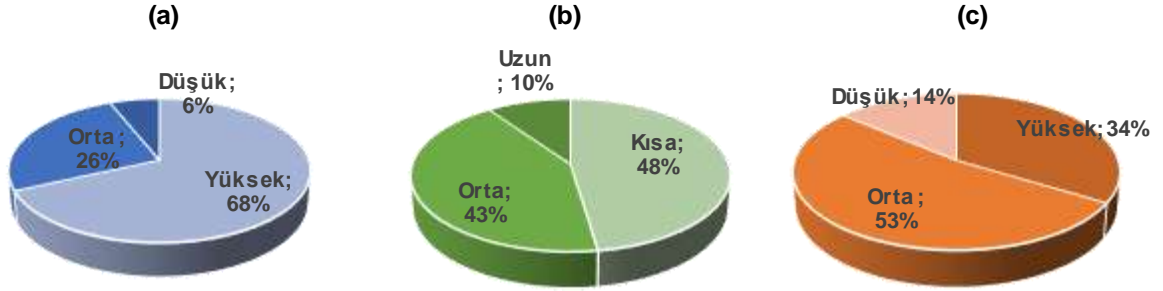
EYLEM 2		
SU VERİMLİLİĞİNİN ARTTIRILMASI VE TASARRUF ÖNLEMLERİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Kısa Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> • Tarımda su tasarrufu sağlayan teknolojilerin (damla sulama vb.) teşvik edilmesi • 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>		

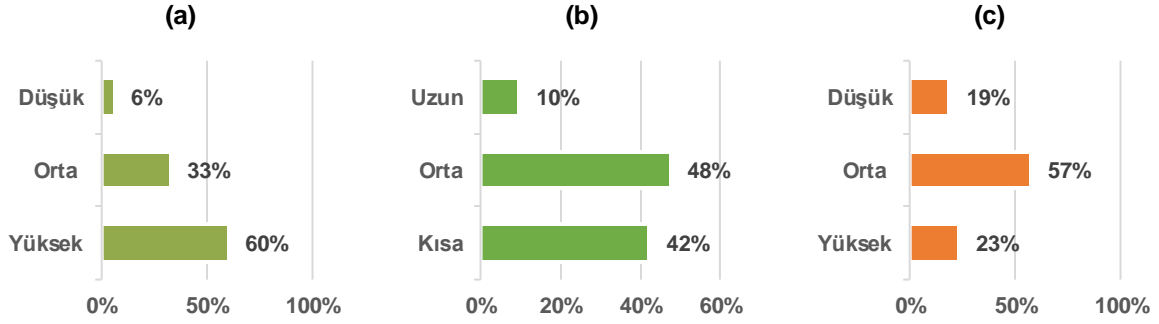
EYLEM 7		
ÜRÜN DESENİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYGUN HALE GETİRİLMESİ		
Eylemin önem derecesi	Eylemin aciliyeti	Eylemin uygulanabilirliğinin zorluk derecesi
Yüksek	Orta Vade	Orta
Alt Eylemler		
<ul style="list-style-type: none"> Bölgesel iklim ve toprak koşullarına uygun dayanıklı tohum ve fidelerin geliştirilmesi 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 örnekleme 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 (İl 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

Eğirdir-Karacaören Gölleri 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.

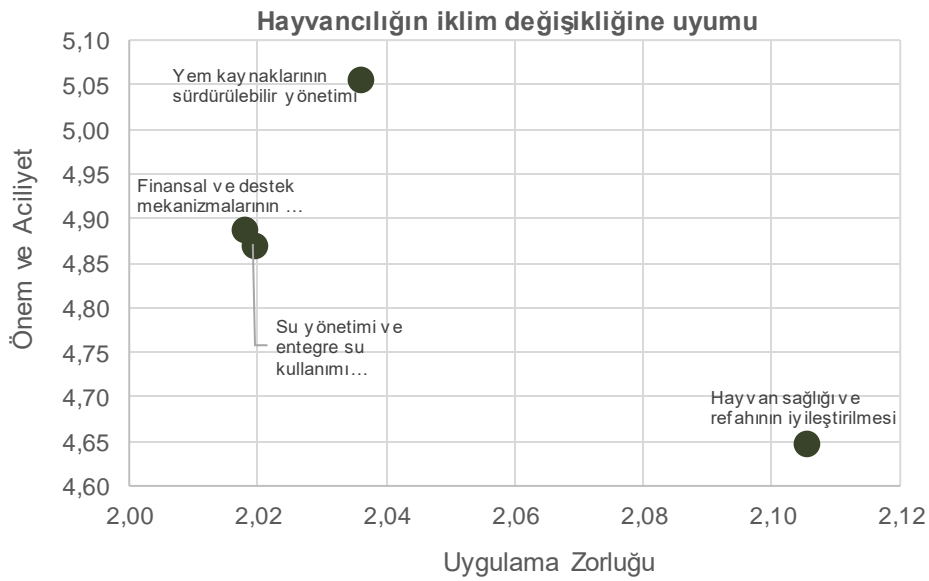
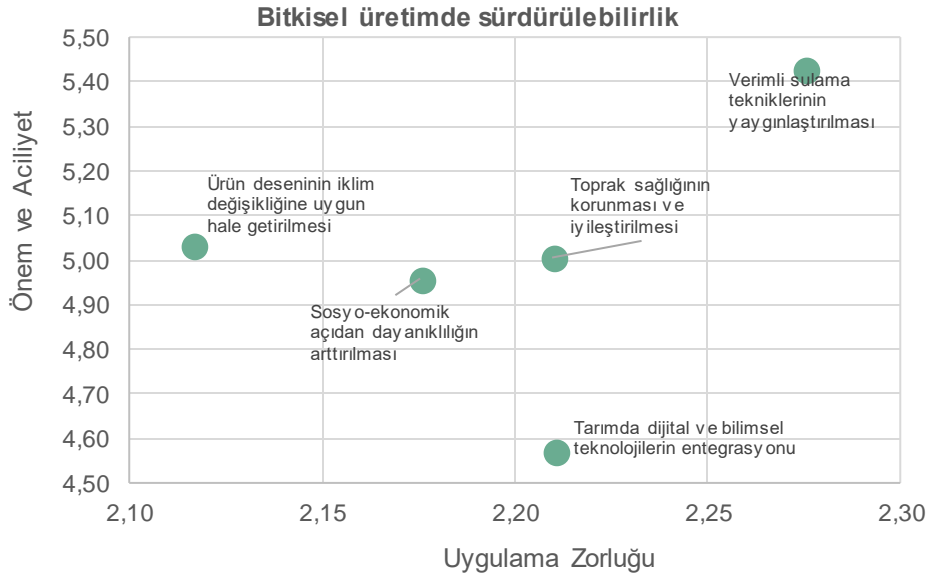
Paydaşlardan elde edilen veriler, her bir kriter için “yüksek”, “orta” ve “düşük” kategorilerinde yüzdesel dağılımlar şeklinde toplanmış ve bu nitel veriler sayısallaştırılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla yüksek, orta ve düşük değerlendirmeler sırasıyla 3, 2 ve 1 puan olarak tanımlanmış; ardından her 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 Gölleri 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, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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. Yüksek hayvan sayısı ve üretim artışı ile daha fazla su ve yem baskısı oluşturmaktadır. 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, Eğirdir-Karacaören Gölleri 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

Eğirdir-Karacaören Gölleri 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 odaklanması 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 İklim Değişikliği Bakanlığı.
- ÇŞİDB. (2022). İklim Şurası Komisyon Tavsiye Kararları. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği 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.