

**CLIMAAX**
climate ready regions

Teslim Edilenler Faz 1 – İklim Riski Değerlendirmesi
Süt Çiftliklerinde İklim Direncinin Artırılması Projesi
(CliResDairy)
Türkiye, Aydın

HORIZON-MISS-2021-CLIMA-02-01- Şeffaf ve uyumlu bir İklim Risk
Değerlendirmesi yaklaşımına dayalı olarak Avrupa bölgeleri ve
topluluklarında iklim değişikliği risk değerlendirmelerinin geliştirilmesi



**Avrupa Birliği tarafından
finanse edilmektedir**

Bu proje, 101093864 numaralı hibe sözleşmesi kapsamında Avrupa Birliği'nin Ufuk Avrupa araştırma ve inovasyon programından fon almıştır. Ancak ifade edilen görüşler ve fikirler yalnızca yazar (lar)a aittir ve Avrupa Birliği veya Avrupa İklim, Altyapı ve Çevre Yürütme Ajansı'nın (CINEA) görüşlerini yansıtmaz. Ne Avrupa Birliği ne de hibe veren makam bunlardan sorumlu tutulamaz.

Belge Bilgileri

Teslimin Adı	Faz 1 – İklim Riski Değerlendirmesi
Kısa Açıklama	Bu rapor, CliResDairy Projesi kapsamında yürütülen Aydın'ın süt çiftçiliği sektörü için 1. Faz İklim Risk Değerlendirmesi'nin (İRD) bulgularını sunmaktadır. Aşırı sıcaklık, tarımsal kuraklık, aşırı yağış ve nehir taşkınları gibi temel iklim tehlikelerini belirlemekte ve bunların hayvan sağlığı, süt üretimi ve çiftlik sürdürülebilirliği üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Rapor, iklim dayanıklılığını artırmak için ısı stresi yönetimi, verimli sulama sistemleri ve erken uyarı mekanizmaları gibi veri odaklı uyum stratejilerini ana hatlarıyla belirtmektedir. İklim değişikliği karşısında Aydın'ın tarım sektörünün uzun vadeli sürdürülebilirliğini garanti altına alarak politika entegrasyonu, paydaş iş birliği ve sürdürülebilir süt çiftçiliği uygulamaları için bir temel görevi görmektedir.
Proje Adı	Süt Çiftliklerinde İklim Direncinin Artırılması Projesi (CliResDairy)
Ülke	Türkiye
Bölge	Aydın
Lider Kurum	Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği
Yazarlar	- Hediye Cerit (Aydın Sığır Yetiştiricileri Birliği) - Doç. Dr. Nusret Demir (Akdeniz Üniversitesi) - Dr. Çağrı Karaman (GTE) M. Kemal Demirkol (GTE) - Engin Koç (GTE) - Elif İrem Köse Kiper (GTE)
Teslim Tarihi	28/03/2025
Final Rapor Teslim Tarihi	-
Teslimatın İçeriği	R – Rapor;
Yayılma Seviyesi	PU – Halka Açık

Versiyon	Tarih	Editör	Değişiklikler
1.0	28/03/2025	Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği	Teslim Edilenler Faz 1 tamamlandı.

İçerik

Belge Bilgileri	2
İçerik.....	3
Şekiller Listesi	5
Tablolar Listesi.....	5
Kısaltmalar ve Açıklamalar.....	6
Yönetici Özeti	7
1 Giriş.....	8
1.1 Arka Plan.....	8
1.2 Projenin Ana Amaçları	9
1.3 Proje Ekibi	10
1.4 Rapor Yapısının Ana Çerçevesi	10
2 İklim Riski Değerlendirmesi – Aşama 1	11
2.1 Kapsam Belirleme	11
2.1.1 Amaç.....	11
2.1.2 Bağlam.....	11
2.1.3 Katılım ve Risk Sahipliği.....	13
2.2 Risk Araştırması	15
2.2.1 Ekran Riskleri (Ana Tehlikelerin Seçimi).....	15
2.2.2 İş Akışı Seçimi	15
2.3 Risk Analizi.....	17
2.3.1 Aşırı Yağış.....	17
2.3.2 Isı Adası	20
2.3.3 Tarımsal Kuraklık	22
2.3.4 Nehir Taşkınları	24
2.4 Ön Anahtar Risk Değerlendirme Bulguları	26
2.4.1 Ciddiyet	26
2.4.2 Aciliyet.....	26
2.4.3 Kapasite	26

2.5	Ön İzleme ve Değerlendirme.....	27
3	Sonuçlar Aşama 1- İklim Riski Değerlendirmesi.....	28
4	İlerleme Değerlendirmesi ve Gelecekteki Aşamalara Katkı	29
5	Destekleyici Belgeler	31
6	Referanslar	32

Şekiller Listesi

Şekil 2-1 Süt Sığırıcılığı Değer Zinciri	14
Şekil 2-2 : Aydın Bölgesi'nde 100 yıllık dönüş periyodu için 24 saatlik süre için beklenen yağış haritası (1976-2005) ve gelecekteki (2041-2070) dönemler için)	18
Şekil 2-3 : 100mm/24h Olayları için Dönüş Periyodunda (Frekans) Tahmini Değişiklikler: 1976-2005 ila 2041-2070 \n Model Zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E Senaryo: RCP85	19
Şekil 2-4 : Aydın'da 100mm/24h olaylarında geri dönüş periyotlarındaki tahmini fark: 2041-2070 vs 1980-2010 \n Model Zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E sol: RCP45 sağ: RCP85	19
Şekil 2-5 : RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre Aydın'da sıcak hava dalgası sıklığı	20
Şekil 2-6 : Süt çiftliklerinin yoğunluğu (sol) ve sıcak hava dalgasının RCP8.5 senaryosu için (2046-2075) arasındaki değişim	21
Şekil 2-7 : Sıcak hava dalgası riski, savunmasız süt çiftlikleri için model zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E RCP85.....	22
Şekil 2-8 RCP8.5 senaryosuna göre 2046-2050 yılları arasında bölgedeki yağış açığından dolayı mısır (sol) ve buğday (sağ) veriminde düşüş.....	23
Şekil 2-9 : RCP8.5 senaryosuna göre 2046-2050 yılları arasında bölgede yağış açığı nedeniyle mısır (sol) ve buğday (sağ) gelir kaybı.	24
Şekil 2-10 Aydın bölgesinde farklı geri dönüş periyotları için nehir akış potansiyeli (1, 50, 100 yıl) .	25
Şekil 2-11 Mevcut iklimde aşırı nehir su seviyesi senaryoları için sel ve ilişkili hasar haritaları. Aydın Bölgesi için 100 yılda bir görülen aşırı olay.	26

Tablolar Listesi

Tablo 1-1 2035 Normal Koşul- Aydın'da Sektörel Su Tahsisi (hm ³ /yıl) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023)	8
Tablo 1-2 2035 Şiddetli Kuraklık Durumu- Aydın'da Sektörel Su Tahsisi (hm ³ /yıl) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).....	9
Tablo 2-1 Süt Değer Zinciri Boyunca İklim Riskleri ve Uyum Stratejileri	12
Tablo 2-2 Veri özeti aşırı yağış	17
Tablo 2-3 Veri Özeti - Sıcak hava dalgaları.....	20
Tablo 2-4 Veri Özeti – Tarımsal Kuraklık.....	22
Tablo 2-5 Veri Özeti – Nehir Taşkınları.....	24
Tablo 4-1 Genel bakış temel performans göstergeleri.....	29
Tablo 4-2 Genel bakış kilometre taşları	30

Kısaltmalar ve Açıklamalar

Kısaltma	Açıklama
ADSYB	Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği
CliResDairy	Süt Çiftliklerinde İklim Direncinin Artırılması Projesi
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GCM	Genel Sirkülasyon Modeli
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IPARD	Tarım ve Kırsal Kalkınma Programı
İRD	İklim Risk Değerlendirmesi
JRC	Ortak Araştırma Merkezi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
RCM	Bölgesel Sirkülasyon Modeli
SKDM	Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması

Yönetici Özeti

Süt Çiftliklerinde İklim Direncinin Artırılması (CliResDairy) Projesi, Aydın'ın süt sektörü özelinde iklim kaynaklı riskleri değerlendirmeyi ve hafifletmeyi amaçlamaktadır. Bu rapor, iklim tehlikelerini, süt çiftlikleri üzerindeki etkilerini ve iklim direncini artırmak için veriye dayalı uyum stratejilerini belirleyen **Aşama 1: İklim Riski Değerlendirmesi (İRD)** bulgularını sunmaktadır.

Aydın'daki süt hayvancılığını etkileyen başlıca iklim riskleri; aşırı sıcaklar, tarımsal kuraklık, şiddetli yağışlar ve nehir taşkınlarıdır. Sıcaklıkların 32°C'yi aşması süt verimini azaltmakta, 38°C'nin üzerindeki uzun süreli maruziyet ise hayvan sağlığı ve verimliliği üzerinde ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Toprak nemi ve yeraltı suyu seviyelerindeki azalma, yem maliyetlerini artırmakta, bitkisel üretimi düşürmekte ve çiftliklerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Aşırı yağış olayları mera koşullarını bozmakta, altyapıya zarar vermekte ve süt işletmelerinin ekonomik istikrarını tehdit etmektedir. Verimsiz sulama yöntemleri ve aşırı yeraltı suyu kullanımı ise bölgenin uzun süreli kuraklık koşullarına karşı kırılganlığını artırmaktadır.

Uyum stratejileri; hayvan sağlığını korumak için ileri soğutma teknolojileri, gölgelik yapılar ve optimize edilmiş yem rasyonlarının uygulanmasını içermektedir. Modern sulama sistemlerinin ve yağmur suyu hasadının teşvik edilmesi, yeraltı suyuna bağımlılığı azaltabilir. Dijital izleme araçlarının geliştirilmesi, iklim hazırlığını ve risk azaltımını iyileştirecektir. Kamu kurumları, üniversiteler, çiftçi kooperatifleri ve özel sektör arasında iş birliğinin güçlendirilmesi, bilgi transferini ve politika entegrasyonunu artıracaktır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım uygulamaları için iklim finansmanı ve teşviklere erişimin artırılması da kritik önemdedir.

Süt çiftçiliği için yüksek çözünürlüklü iklim projeksiyonlarının eksikliği, modern soğutma ve sulama teknolojilerine yetersiz yatırım ve zayıf politika entegrasyonu gibi zorluklar, uyum çabalarını engellemektedir. İklim direncine yönelik stratejilerin bölgesel ve ulusal politikalara ana akım hale getirilmesi için politika yapıcılar, tarım kurumları ve araştırma kuruluşları arasında daha güçlü bir koordinasyon gereklidir.

CliResDairy Projesi, uyum stratejilerini daha da geliştirmeyi, paydaş iş birliğini artırmayı ve bulguları bölgesel ve ulusal politika çerçevelerine entegre etmeyi amaçlamaktadır. Sürdürülebilir, iklim uyumlu süt çiftçiliği uygulamalarını teşvik ederek, Aydın'ın tarım sektöründe uzun vadeli ekonomik istikrar, gıda güvenliği ve dirençlilik sağlanması hedeflenmektedir. Bu rapor, Avrupa'daki tarımsal bölgelerde iklim risk değerlendirme için standart bir yaklaşımı destekleyen daha geniş **CLIMAAX Projesine** katkı sunmaktadır.

1 Giriş

1.1 Arka Plan

Aydın ili, Türkiye'nin tarım ve hayvancılık faaliyetleri bakımından önde gelen şehirlerinden biridir. Aydın'ın yer aldığı Büyük Menderes Havzası, tarım ve hayvancılığın öne çıktığı bölgelerden biridir. Büyük Menderes Nehri ile sulanan 800.700 hektar tarım alanının %46'sı Aydın ili sınırları içerisinde (365.794,8 hektar) (*Aydın Valiliği, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2023*). Ayrıca Aydın ili, Ege Bölgesi'nde bulunan sığırların %16,92'sine ve koyunların %6,33'üne ev sahipliği yapmaktadır.

Aydın ili, kültür ırkı sığır varlığı bakımından Türkiye genelinde 4. sırada yer almaktadır. 1-5 baş hayvanla süt üretimi yapan süt sığırcılığı işletmelerinin sayısı yaklaşık 17.000, besi sığırcılığı işletmelerinin sayısı ise yaklaşık 1.500 civarındadır. Ayrıca Aydın ili, toplam 566.298,09 ton/yıl süt üretimiyle İzmir'den sonra Ege Bölgesi'nde 2. sırada yer almaktadır. Süt sağımı yapılan her bir kültür ırkı ineğin ortalama süt verimi açısından Aydın ili, Ege Bölgesi'nde 3.965 kg/yıl ortalama ile 4. sıradadır. Bu nedenle Aydın ili hem Ege Bölgesi'nin hem de Türkiye'nin tarım ve hayvancılık sektörü açısından önemli bir rol oynamaktadır (*Sevim, 2022*).

Aydın, uzun süreli kuraklıklar, aşırı sıcaklıklar ve öngörülemeyen hava olayları gibi iklim değişikliği etkilerine giderek daha duyarlı hale gelmektedir. Bu durum, süt çiftçiliği sektörünün sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Artan sıcaklıklar ve azalan yağış miktarları, sıcak hava dalgaları ve kurak dönemlerin daha sık yaşanmasına yol açmaktadır (*IPCC, 2022*). Tarımsal sulamanın yaklaşık %99'unun geleneksel salma sulama yöntemine dayandığı bölgede verimsiz sulama uygulamaları, su kıtlığını ve yeraltı suyu tükenmesini daha da artırmaktadır (*FAO, 2018*). Modern teknolojilerin kullanımını teşvik etmeye yönelik çabalar olsa da finansal ve altyapısal engeller bu teknolojilerin yaygınlaşmasını sınırlamakta ve süt hayvancılığı uzun süreli kuraklıklara karşı kırılgan kalmaktadır (*FAO, 2021*).

Havza Su Tahsis Planları, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri alınarak her havza için ayrı ayrı hazırlanan kapsamlı stratejilerdir. Bu planlar, içme ve kullanma suyu, çevresel su ihtiyacı, tarımsal sulama, enerji ve sanayi gibi önemli sektörler arasında su kaynaklarının adil ve sürdürülebilir şekilde tahsis edilmesini amaçlamaktadır (*Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023*). Bu planlarda su miktarı, kalitesi, havza özellikleri ve temel ihtiyaçlar gibi kritik faktörler dikkate alınmaktadır.

"Büyük Menderes Havzası Su Tahsis ve Eylem Planı" Projesi kapsamında hazırlanan taslak eylem planı, 27 Şubat 2023 tarihinde kamuoyunun görüşüne açılmıştır. 2024-2041 yıllarını kapsayan bu plan, farklı koşullar altında (normal, hafif kurak, orta kurak, şiddetli kurak ve aşırı kurak senaryolar) çeşitli sektörlerle yapılacak su tahsislerini içermektedir. Aydın ili sınırları içindeki ilçelere 2035 yılı normal ve şiddetli kuraklık senaryolarına göre sektörel su tahsis miktarları **Tablo 1-1** ve **Tablo 1-2**'de sunulmuştur. 2035 yılı için alt havza bazlı sektörel su tahsis projeksiyonlarına göre, Aydın ilindeki hayvancılık sektörüne şiddetli kuraklık koşullarında yılda 61,86 hm³, normal koşullarda ise yılda 71,72 hm³ su tahsisi öngörülmektedir. Bu durum, özellikle şiddetli kuraklık senaryolarında, hayvancılık sektörünün gelecekte ciddi su tahsis zorluklarıyla karşı karşıya kalacağını göstermektedir.

Tablo 1-12035 Normal Koşul- Aydın'da Sektörel Su Tahsisi (hm³/yıl) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023)

Sektör	Akçay	Banaz	Buharkent Buldan	Çine	Çürüksu	Dandalas	Kufi	Nazilli Kuyucak	Söke
01- İçme ve Kullanım Suyu	10,27	25,60	7,48	12,90	73,17	1,47	20,62	23,41	109,77
02- Çevresel Su	202,02	31,66	335,53	196,98	51,13	19,45	224,88	215,61	362,57
03- Yeraltı Suyu Sulaması	7,94	3,02	0,89	0,17	2,50	1,71	31,75	10,98	20,91
04- Yüzey Suyu Sulaması	102,69	47,40	18,66	115,75	63,45	17,57	173,02	162,91	625,49
05- Hayvancılık	6,11	9,38	3,98	14,28	4,62	0,95	12,98	2,21	17,21

Tablo 1-2 2035 Şiddetli Kuraklık Durumu- Aydın'da Sektörel Su Tahsisi (hm³/yıl) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023)

Sektör	Akçay	Banaz	Buharkent Buldan	Çine	Çürüksu	Dandalas	Kufi	Nazilli Kuyucak	Söke
01- İçme ve Kullanım Suyu	9,07	20,05	7,13	5,01	46,84	1,31	19,65	21,11	64,17
02- Çevresel Su	135,48	14,55	239,57	127,11	32,77	12,88	179,75	102,51	163,43
03- Yeraltı Suyu Sulaması	2,90	0,11	0,44	0,00	0,48	0,65	9,85	2,17	1,00
04- Yüzey Suyu Sulaması	80,14	18,74	16,86	20,51	45,03	10,22	70,70	107,16	347,95
05- Hayvancılık	5,15	8,32	3,88	7,23	4,55	0,95	12,93	2,17	16,73

Aydın'ın sıcak iklimi, yıl boyu tarım ve turizme elverişli olsa da yaz aylarının kurak geçmesi ve Temmuz-Ağustos aylarında yaşanan aşırı sıcak hava dalgaları kuraklık riskini artırmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yayımlanan 2024 Yılı İklim Raporu, ülke genelinde sıcaklıkların artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Rapora göre, yıl içinde 137 meteoroloji istasyonunda önceki en yüksek sıcaklık rekorları kırılmıştır. Özellikle Aydın'da, 19 Ocak 2024 tarihinde sıcaklık 23,8°C'ye ulaşarak, o tarihte kaydedilen en yüksek dördüncü sıcaklık olmuştur (MGM, 2025). Kış aylarında bile bu seviyelere ulaşan rekor sıcaklıklar, bölgedeki sıcak hava dalgalarının artma riskini açıkça ortaya koymaktadır. İklim değişikliğinin şiddetlenmesiyle birlikte sıcak hava dalgalarının daha sık ve şiddetli hale gelmesi, süt çiftçiliği ve kırsal geçim kaynakları için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

1.2 Projenin Ana Amaçları

Bu projenin temel amacı, Ege Bölgesi sınırları içindeki Aydın ili özelinde süt sığırcılığı sektöründe iklim direncini artırmaktır. Kapsamlı çoklu risk iklim değerlendirmeleri gerçekleştirerek ve hedef odaklı uyum stratejileri geliştirerek; tarımsal geçim kaynaklarının sürdürülebilirliğinin artırılması, iklim risklerine karşı kırılganlıkların azaltılması ve yerel kapasitenin değişen iklim koşullarına uyum sağlayacak şekilde güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

Proje bu kapsamda:

- Temel iklim risklerini tespit ederek ve bunları azaltarak tarımsal geçim kaynaklarının sürdürülebilirliğini artırmayı,
- Eğitim ve bilgi paylaşım inisiyatifleri yoluyla yerel kapasitenin değişen iklim koşullarına uyum sağlamasını güçlendirmeyi,
- Politikacılara veri temelli içgörüler sağlayarak iklim uyum stratejilerinin bölgesel ve ulusal tarım planlamasına entegre edilmesini sağlamayı,
- Süt sığırcılığında çevresel baskıyı azaltmak ve verimliliği artırmak amacıyla sürdürülebilir su ve kaynak yönetimi uygulamalarını teşvik etmeyi,
- Sektörde üretkenliği ve direnci artırmak amacıyla iklim dostu tarımsal teknolojilerin benimsenmesini desteklemeyi hedeflemektedir.

Proje, **CLIMAAX El Kitabı (2024)** rehberliğinde hareket ederek çoklu risk iklim değerlendirmesi için standartlaştırılmış metodolojiler kullanacaktır. Bu yaklaşım, iklim risklerinin kapsamlı ve sistematik bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacak; yüksek riskli alanların belirlenmesine, öncelikli uyum önlemlerinin tespitine ve uzun vadeli sürdürülebilirlik için kanıta dayalı karar alma süreçlerine katkı sunacaktır.

1.3 Proje Ekibi

Proje Ekibi:

- Proje Koordinatörü: Hediye Cerit
- Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Teknik Birimi
- Harici Danışmanlık Hizmetleri:
 - Doç. Dr. Nusret Demir: Teknik Danışman (Geomatik & Endüstri Mühendisi)
 - Dr. Çağrı Karaman: Teknik Danışman (Uluslararası İklim Analizi ve Model Geliştirme Uzmanı)
 - M. Kemal Demirkol: Teknik Danışman (İklim Uyum, Risk Değerlendirmesi)
 - Engin Koç: Teknik Danışman (İklim Uyum, Risk Değerlendirmesi)
 - Elif İrem Köse Kiper: Teknik Danışman

1.4 Rapor Yapısının Ana Çerçevesi

Bu rapor, Aydın'da süt çiftçiliği için kapsamlı bir iklim riski değerlendirmesi sunmak amacıyla yapılandırılmıştır. Projenin arka planını, amaçlarını ve paydaşlarını özetleyen bir giriş bölümü ile başlamakta; ana bölümde iklim riski değerlendirmesi detaylandırılmakta, tehlikelerin belirlenmesi, risk analizleri ve temel bulgular yer almaktadır. Ön bulgular; risklerin şiddeti, aciliyeti ve uyum kapasitesine dair çıkarımları özetlemektedir. Ayrıca rapor; ilerleme değerlendirmesi, temel performans göstergeleri ve gelecek aşamalara yönelik kilometre taşlarını içermektedir. Ek destekleyici belgeler, kaynaklar ve formatlama yönergeleri de belgenin sonunda sunulmaktadır.

2 İklim Riski Değerlendirmesi – Faz 1

2.1 Kapsam Belirleme

2.1.1 Amaç

Aydın ili için hazırlanan İklim Riski Değerlendirmesi (İRD), bölgenin çevresi, ekonomisi ve toplumu üzerindeki iklim değişikliği etkilerini değerlendirmeye odaklanmakta olup özellikle bölgenin önemli bir ekonomik sektörü olan süt sığırcılığı üzerinde durmaktadır. Yüksek riskli alanları belirleyerek, öncelikli tehditleri analiz ederek ve hedefe yönelik uyum stratejileri geliştirerek İRD, artan kuraklık, sıcaklık stresi ve su kıtlığı gibi iklim riskleri karşısında süt sığırcılığı sektörünün direncini artırmayı ve sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflemektedir. Bu bulgular, bölgesel planlama, altyapı yatırımları ve acil durum hazırlıkları için kanıta dayalı içgörüler sağlayacak; çiftçilerin iklim dostu uygulamalara geçişini ve çevresel zorluklarla başa çıkma kapasitesini güçlendirecektir.

İRD'nin uygulanmasında, yüksek çözünürlüklü iklim verisi eksikliği, kaynak yetersizlikleri ve yasal engeller gibi bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Başarılı bir uyum süreci, yerel yönetimlerin ve tarımsal örgütlerin güçlü paydaş katılımına da bağlıdır. Tüm bu zorluklara rağmen İRD, süt çiftçiliği sektörünün sürdürülebilirliği ve Aydın'ın tarımsal faaliyetlerde uzun vadeli dirençliliğini sağlamak için kritik bir yol haritası sunmaktadır.

2.1.2 Bağlam

Türkiye'nin önemli tarımsal üretim merkezlerinden biri olan Aydın, kuraklık, aşırı sıcaklıklar ve su kıtlığı gibi artan iklim riskleriyle karşı karşıyadır. Bu durum, süt çiftçiliği için ciddi tehditler oluşturmaktadır. İklim değerlendirmeleri; toprak neminde, yeraltı suyu seviyelerinde ve yağış miktarında azalmalar olduğunu ortaya koymakta, bu da tarımsal kuraklığı şiddetlendirmektedir. 32°C'nin üzerindeki sıcaklıklar süt verimini düşürmekte, 38°C'nin üzerindeki uzun süreli sıcaklık maruziyetleri ise sığır sağlığını olumsuz etkilemektedir (*Liu vd., 2019*). Ancak, hayvancılığa özel yüksek çözünürlüklü iklim projeksiyonlarının eksikliği ve erken uyarı sistemlerinin yetersizliği, hedefe yönelik uyum önlemlerinin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, özellikle geleneksel salma sulamadan kaynaklanan verimsiz su kullanımı kaynakların tükenmesini hızlandırmakta ve süt hayvancılığını daha kırılgan hale getirmektedir. Modern sulama teknolojilerinin kullanımı için girişimler olsa da finansal ve altyapısal engeller yaygın kullanımını sınırlamakta; 2040 yılına kadar artması beklenen su talebi kaynaklar üzerinde daha fazla baskı oluşturacaktır (*Maddocks vd., 2015*).

Aşırı hava olayları, örneğin fırtınalar ve taşkınlar, süt çiftçiliği operasyonlarını ve tedarik zincirlerini kesintiye uğratarak ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Mevcut politikalar bulunsa da yerelleştirilmiş iklim riski değerlendirmelerinin eksikliği etkili bir uyum sürecini engellemektedir. Uzun vadeli sürdürülebilirlik için veriye dayalı dirençlilik stratejilerinin güçlendirilmesi, su yönetiminin iyileştirilmesi, iklim dostu teknolojilere yatırım yapılması ve uyum önlemlerinin bölgesel ve ulusal politikalara entegre edilmesi gerekmektedir.

Aydın'daki iklim riski yönetim çerçevesi; **Ulusal İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi (2023-2027)**, **Tarımsal Kuraklık Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027)** ve **İklim Değişikliği Eylem Planı (2024-2030)** gibi ulusal politikalar ve uluslararası taahhütler doğrultusunda şekillenmektedir. Tarım ve

Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan 2023-2027 Tarımsal Kuraklık Stratejisi ve Eylem Planı, erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılmasını, modern sulama tekniklerinin teşvik edilmesini ve kuraklık sigortası ile risk azaltım programları aracılığıyla finansal desteğin sağlanmasını hedeflemektedir (*Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023*).

2025 yılında yürürlüğe girmesi beklenen **İklim Değişikliği Kanunu Taslağı**, uyum ve emisyon azaltımı için kapsamlı bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır. Ancak politika uygulamalarındaki aksaklıklar, koordinasyon eksiklikleri ve veri erişimi gibi zorluklar bölgesel uyum çabalarını engellemektedir. Çiftlik düzeyinde dirençliliği artırmak için dijital iklim izleme ve otomatik sulama teknolojilerine yatırım yapılması gerekmektedir. Süt hayvancılığı dışında, iklim değişikliğinin Aydın ekonomisindeki çeşitli sektörleri de etkilemesi beklenmektedir.

Örneğin, özellikle zeytin, incir ve pamuk üretimi; artan sıcaklıklar ve azalan su mevcudiyeti nedeniyle %10-15 oranında rekolte düşüşü yaşamaktadır (*IPCC, 2021*). Su kaynakları ve enerji üretimi de risk altındadır; artan kuraklık sıklığı hem hidroelektrik üretimini hem de içme suyu teminini tehdit etmekte, yeraltı suyu çekimi ise sürdürülebilir yenilenme oranlarının üzerine çıkmaktadır (*FAO, 2018*). Ayrıca, aşırı hava olayları gıda işleme ve lojistiği aksatmakta, depolama ve dağıtım olumsuz etkilemekte, artan soğutma ihtiyaçları ise gıda işleyiciler üzerinde ek maliyet baskısı oluşturmaktadır (*Cold Chain Technologies, 2020*).

Dış etkenler bölgenin iklim adaptasyon manzarasını daha da şekillendiriyor:

- Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM): Daha sıkı çevre düzenlemeleri AB'ye yapılan tarımsal ihracatı etkileyecek, ancak sürdürülebilir çiftçiliğe yapılan yatırımlar pazar erişimini artıracaktır (*Huizinga vd., 2017*). Karbon azaltma hedeflerine ulaşamaması, ihraç edilen süt ürünlerine uygulanan vergilerin artmasına ve karlılığın etkilenmesine neden olabilecektir.
- Bölgesel İklim Dayanıklılığı Projeleri: IPARD tarafından finanse edilen girişimler hassas sulama, sürdürülebilir hayvancılık yönetimi ve karbon ayak izi azaltma stratejilerini desteklemektedir. Komşu illerdeki pilot programlar, gelişmiş sulama teknikleri sayesinde %30'a kadar su tasarrufu sağladığını göstermiştir. (*Irrigation Today, 2020*)
- Ulusal İklim Stratejileri: Türkiye'nin Paris Anlaşması kapsamındaki taahhütleriyle uyum, finansman fırsatlarını ve politika tutarlılığını güçlendirecektir (*IPCC, 2022*). İklim açısından akıllı tarım politikalarının uygulanması önümüzdeki on yılda kritik öneme sahip olacaktır.

Tablo 2-1 Süt Değer Zinciri Boyunca İklim Riskleri ve Uyum Stratejileri

Süt Değer Zinciri Aşaması	İklim Riskleri	Uyum Stratejileri
Yem Üretimi	Kuraklık ürün verimini azaltır ve suya erişimi sınırlar (<i>FAO, 2018</i>).	- Kuraklığa dayanıklı yem bitkileri uygulamak ve sulama sistemlerini optimize etmek. - Tedarik dalgalanmalarını azaltmak için bölgesel yem bankaları kurmak.

Depolama	Artan sıcaklıklar bozulmaya neden olur (FAO, 2021).	- Yalıtımlı depolama tesisleri, sıcaklık/nem kontrolü ve iyileştirilmiş havalandırma. - Atıkları azaltmak için öngörücü envanter yönetim sistemlerinin benimsenmesi.
Ulaşım	Aşırı hava koşulları lojistiği aksatıyor (IPCC, 2022).	Alternatif lojistik rotaları geliştirmek ve tedarik zinciri esnekliğini artırmak. İklim dayanıklı ulaşım altyapısına yatırım.
Hayvan Sağlığı	Daha yüksek sıcaklıklar hastalık yaygınlığını artırır (University of Florida, 2021).	- İyileştirilmiş ahır havalandırması, soğutma sistemleri ve aşılama programları. - Yapay zeka destekli izleme araçları kullanılarak ısı stresi göstergelerinin gelişmiş izlenmesi.
Süt Üretimi	Isı stresi süt verimini düşürür (University of Wisconsin-Madison, 2018).	- Gölge yapıları, sisleme fanları ve optimize edilmiş yem rasyonları. - Isıya dayanıklı sığır ırkları için genetik seçim.
İşleme	Güç kesintileri operasyonları aksatır (IEA, 2021).	- Yedek enerji kaynaklarına (güneş, biyogaz) ve enerji verimliliği önlemlerine yatırım. - Enerji kaybını azaltmak için kritik soğutma ve işleme işlevlerinin otomasyonu.
Pazarlama ve Dağıtım	Sıcak hava dalgaları soğuk zincir bütünlüğünü etkiliyor (Cold Chain Technologies, 2020).	- Gelişmiş soğutma teknolojileri ve iklim dayanıklı dağıtım planlaması. - Sıcaklık hassasiyetini azaltmak için sürdürülebilir ambalaj malzemelerinin kullanımının genişletilmesi.

Aydın'ın süt sektörü, yetersiz iklim projeksiyonları, sınırlı ısı stresi azaltma ve yetersiz erken uyarı sistemleri gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır. CliResDairy Projesi, veri odaklı risk değerlendirmelerini soğutma teknolojileri ve verimli sulama gibi hedefli adaptasyon stratejileriyle bütünleştirerek bu boşlukları ele almaktadır. Ayrıca, çiftçileri bilim temelli tekniklerle güçlendirmek için kapasite oluşturma ve bilgi transferine odaklanmaktadır. Uzun vadeli sürdürülebilirliğe ulaşmak, iklim dayanıklılığını yerel planlamaya dahil etmeyi, finansal desteği artırmayı ve paydaşlar arasında iş birliğini teşvik etmeyi gerektirecektir. İyileştirilmiş iklim verisi toplama, kanıta dayalı politika yapımını destekleyecek ve Aydın'ı iklim dayanıklı süt çiftçiliği için bir model olarak konumlandıracaktır.

2.1.3 Katılım ve Risk Sahipliği

Aydın ilindeki sürdürülebilir süt çiftçiliği, her biri değer zinciri boyunca iklim dayanıklılığını sağlamada kritik bir rol oynayan kilit paydaşlardan oluşan bir ağa dayanır. Yükselen sıcaklıklardan su kıtlığına kadar uzanan iklim değişikliğinin etkisi, sektördeki farklı aktörleri etkiler ve uyum çabaları için katılımlarını gerekli kılmaktadır.



Şekil 2-1 Süt Sığırçılığı Değer Zinciri

Aydın'daki süt çiftçiliği değer zinciri, Şekil 2-1'de gösterildiği gibi birden fazla paydaşı içermektedir. Süt çiftçiliği sektöründeki iklimle ilgili riskler çeşitli paydaşları etkilemekte ve hedefli uyum önlemleri gerektirmektedir. Yem üreticileri kuraklık ve düzensiz hava koşulları, artan yem maliyetleri gibi zorluklarla karşı karşıya kalırken, ulaşım ve lojistik sağlayıcıları aşırı hava koşulları nedeniyle oluşan kesintilerle mücadele etmektedir. Çiftçiler ve süt üreticileri sıcak hava dalgaları, su kıtlığı ve hastalık salgınları nedeniyle mali sıkıntılarla karşı karşıya kalırken, veterinerler artan hayvan hastalıklarına mücadelelerini iyileştirilmiş hizmetler ve dayanıklı hayvancılık yönetimi üzerinden verecektir. İşleme tesisleri ısı stresinden kaynaklanan verimlilik kayıplarıyla karşı karşıyadır ve enerji açısından verimli soğutma teknolojileri gerekmektedir. Kooperatifler küçük ölçekli çiftçilere pazar erişimi ve teknik yardım sağlarken, perakendeciler ve tüketiciler sürdürülebilir kaynak ve satın alma kararları aracılığıyla iklim açısından akıllı üretimi tetiklemektedir.

Paydaşlar arasındaki iş birliğini güçlendirmek, iklim uyum stratejilerini süt sektörüne entegre etmek ve uzun vadeli sürdürülebilirliği sağlamak için esastır. Aydın İli'ndeki risk sahipliği, ulusal, bölgesel ve yerel aktörleri içeren çok seviyeli bir yönetim çerçevesi aracılığıyla yönetilmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı uyum politikalarına öncülük ederken, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) su kaynaklarının yönetimini denetlemektedir. Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü yerelleştirilmiş önlemleri uygulamakta ve Aydın İl Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü bölgesel iklim politikaları geliştirmektedir. Yerel sulama birlikleri ve kooperatifleri su dağıtımını ve muhafazasını yönetirken, süt çiftçileri ve tarım örgütleri politika ve araştırma rehberliğinde iklim açısından akıllı uygulamalar hayata geçirilmektedir.

CliResDairy Projesi, iklim dayanıklılığına yönelik stratejilerin karar alıcılara, çiftçilere, araştırmacılara ve kamuoyuna etkili bir şekilde aktarılmasını sağlamak amacıyla kapsamlı bir yaygınlaştırma planı geliştirmiştir. Bu kapsamda proje, elde edilen bulguların uyum stratejilerine entegre edilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı, DSİ gibi ilgili kurumlara politika notları ve detaylı raporlar sunacaktır. Yerel yönetimlerle düzenlenecek iş birliği atölyeleri politika entegrasyonunu güçlendirecek; üretilen bilimsel çıktılar ise Aydın Adnan Menderes Üniversitesi ve uluslararası araştırma ağları aracılığıyla paylaşılacak, böylece daha geniş kapsamlı iklim uyum çalışmaları desteklenecektir.

Eğitim ve bilgi aktarımı, tarım danışmanları ve çiftçi katılım programları için atölyelere odaklanacak, iklim açısından akıllı uygulamaları ve paydaş iş birliğini teşvik edecektir. STK'lar, toplum etkinlikleri ve sosyal medya kampanyaları aracılığıyla kamuoyu farkındalığı artırılacaktır. Proje ayrıca nihai raporlar ve politika belgeleri sunacak, gelecekteki uyum planlamasını yönlendirecek ve süt sektöründe uzun vadeli dayanıklılığı teşvik edecektir. Yapılandırılmış katılım ve bilgi yayılımı yoluyla CliResDairy Projesi politika entegrasyonunu kolaylaştıracak, yerinde uyumu iyileştirecek ve araştırma bulgularının eyleme geçirilebilir iklim dayanıklılığı önlemlerine yol açmasını sağlayacaktır.

2.2 Risk Araştırması

2.2.1 Ekran Riskleri (Ana Tehlikelerin Seçimi)

Aydın'da sıcak, kurak yazlar ve ılıman, yağışlı kışlar ile tipik bir Akdeniz iklimi vardır. Ortalama yıllık sıcaklık 17 ila 18°C arasında değişmektedir. Temmuz en sıcak ay (36,3°C) ve Ocak en soğuk aydır (8,2°C). Aşırı sıcaklıklar Ağustos ayında maksimum 45,1°C'ye ve Ocak ayında minimum -11,0°C'ye ulaşmaktadır. Yağış kış aylarında yoğunlaşmakta, Aralık ve Ocak aylarında ortalama 120 mm'nin üzerinde yağış görülürken, Temmuz ve Ağustos aylarında 10 mm'den az yağışla en kurak aylar yaşanmaktadır. Ortalama yıllık yağış yaklaşık 609,3 mm'dir, yılda 79,4 yağmurlu gün vardır ve 24 saatte kaydedilen en yüksek yağış 4 Ocak 2009'da 93,8 mm'dir (MGM, 2025).

Aydın'ın iklimi, özellikle sıcak havalarda yetişen ürünlerin tarımı için oldukça elverişlidir, ancak kurak yazlar sulama gerektirmektedir. Yüksek yaz sıcaklıkları ve düşük yağışın birleşimi kuraklık riskini artırmakta ve su yönetimini önemli hale getirmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarındaki aşırı sıcak hava dalgaları hem halk sağlığı hem de tarım için zorluklar yaratmaktadır. Genel olarak, Aydın'ın iklimi, turizmi ve yıl boyu süren tarımsal faaliyetleri desteklemektedir. Ancak sürdürülebilir su yönetimi ve aşırı sıcak hava olaylarına uyum sağlama hala temel hususlardır.

2.2.2 İş Akışı Seçimi

İklimle ilgili tehlikeler açısından, Aydın ili Türkiye'nin batısında yer almakta ve Akdeniz iklimiyle karakterize olup, yoğun yağış, tarımsal kuraklık ve nehir taşkını gibi iklimle ilgili tehlikelere karşı özellikle hassastır. Bu tehlikeler tarımsal üretkenliği, su güvenliğini ve hayvancılığı tehdit etmektedir. Projenin bir parçası olarak, bu çalışma, Aydın'da yoğun yağış, tarımsal kuraklık ve nehir taşkınlarıyla ilişkili riskleri değerlendirmek için özel iş akışları uygulamaktadır. Bölge, değişen yağış modellerine ve su bulunabilirliğine karşı oldukça hassas olan pamuk, zeytin, incir ve turuncgillerin üretimiyle bilinen Türkiye'nin önemli bir tarım merkezidir. Artan iklim değişkenliği, suyun aşırı kullanımı ve arazi kullanımındaki değişiklikler gibi insan kaynaklı stres faktörleriyle birleşince, yerel toplulukların bu tehlikelere karşı hassasiyetini artırmaktadır.

2.2.2.1 Aşırı Yağışlar

Büyük Menderes Havzası'nda bulunan Aydın bölgesi, aşırı yağışlardan kaynaklanan su baskınlarına, ahırlara, barınaklara ve buğday, mısır, arpa ve sorgum gibi temel tarım ürünlerine zarar vermeye eğilimlidir. Şiddetli yağışlar kök çürümesi, mantar hastalıkları risklerini artırır ve mantar, bakteri ve parazitler gibi hastalık etkenlerinin yayılmasını teşvik eden nemli koşullar yaratmaktadır. Sular altında kalan tarım arazileri üretim kayıplarına yol açarak çiftçileri ve hayvan yetiştiricilerini önemli

ölçüde etkilemektedir. Aydın bölgesi toplam yıllık 600-700 mm yağış almaktadır. Ancak Haziran 2022'de bölgede yalnızca 2 saatlik bir süre içinde yaklaşık 100 mm yağmur ölçülmüştür. Bu durumda bu durum çiftliklerde hasara yol açmıştır. Özellikle buğday ve pamuğun hasat döneminde olduğu tarlalarda hasarın daha yüksek olduğu görülmüştür (Yeni Asır, 2022).

2.2.2.2 Kuraklık

Bölgede artan tarımsal kuraklık, hayvancılık sektörünü ciddi şekilde etkileyerek yem bitkisi üretiminin azalmasına ve yem fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Saman, yonca ve mısır silajı gibi temel yem kaynaklarının azalması, hayvan beslenmesini ve verimliliğini etkileyerek besleme maliyetlerini artırmaktadır. Kuraklık ayrıca, stres seviyelerini artırarak ve yetersiz beslenmeye neden olarak üreme hayvanlarında doğurganlık oranlarını düşürmekte, bunun sonucunda düşük doğum oranları ve zayıf yavrular ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, göletler, yer altı kaynakları ve akarsulardaki su akışının azalması, hayvanların suya erişimini sınırlandırarak hayvancılığın sürdürülebilirliğini daha da tehdit etmektedir. Uzun dönem ortalamasına (iklim normali) kıyasla, Eylül ayında yağış miktarının normalde 16,4 kg/m², Ekim ayında 45,2 kg/m² ve Kasım ayında 86,5 kg/m² olması gereken Aydın bölgesinde 100 günlük kuraklık yaşandığı ve su eksikliğinden dolayı tarım arazilerinin ve ağaçların kuruduğu gözlemlenmiştir (Aydın Kent Haber, 2024).

2.2.2.3 Isı Adası

Aşırı sıcaklık, yem alımını azaltarak, süt verimini düşürerek ve sağlık sorunlarına ve üretkenliğin azalmasına yol açan ısı stresine neden olarak üreme hayvanlarını olumsuz etkilemektedir. Süt çiftçileri, soğutma sistemlerine, gölgelik alanlara ve iyileştirilmiş suya erişime duyulan ihtiyaç nedeniyle daha yüksek maliyetlerle karşı karşıyadır. Ekonomik kayıplar, artan hastalık insidansı ve azalan üreme verimliliği nedeniyle daha da kötüleşmektedir. Isı stresi, hayvanların erken kesime gönderilmesine ve uzun vadeli üreme planlarının bozulmasına yol açabilmektedir. 2014'teki sıcak hava dalgası sırasında inekler arasında süt üretiminde gözle görülür bir düşüş yaşanmıştır. Etkileri azaltmak için, ineklerin hem sağlığını hem de süt verimini iyileştirmek için soğuk su duşları gibi soğutma yöntemleri tanıtılmıştır (Milliyet, 2014).

2.2.2.4 Sel

Sel baskınları Aydın'daki tarım için önemli bir risk oluşturmaktadır, ahır ve barınaklara zarar vermekte ve sığır ve koyunlar için boğulma riskini artırmaktadır. Büyük Menderes Nehri debisindeki hızlı artış, sel tehlikesini artırarak yakındaki tarım arazilerini ve yerleşim yerlerini tehdit etmektedir. Sular altında kalan meralar ve yem üretim alanları uzun vadede kullanılabilirlik kaybına uğramakta ve tarımsal verimliliği etkilemektedir. Sel kayıtlarına göre Büyük Menderes Havzası'nda 304 sel olayı belgelenmiş olup, bunların 190'ı Aydın ve ilçelerinde meydana gelmiştir. Bölgede 2019 yılında meydana gelen selde yaklaşık 600-700 dönüm ekili arazi su altında kalmıştır. Toplamda yem bitkileri ve buğday ekimi için kullanılan yaklaşık 2500 dönüm arazi sel sularından etkilenmiştir. Ayrıca Kısır Deresi'nin taşması yem bitkileri ve buğday tarlalarına daha fazla zarar vererek 10.000-12.000 dekar arazinin etkilenmesine neden olmuştur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

2.3 Risk Analizi

2.3.1 Aşırı Yağış

Tablo 2-2 Veri özeti aşırı yağış

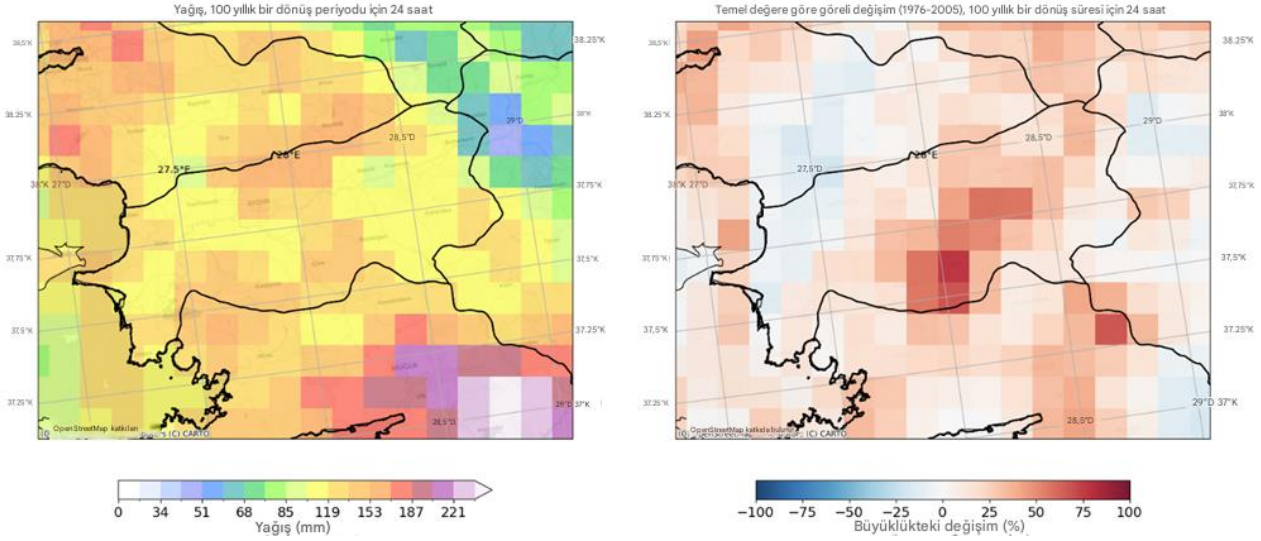
Tehlike Verileri	Güvenlik Açığı Verileri	Maruz Kalma Verileri	Risk Çıktısı
Yoğun yağış olaylarında öngörülen artış (örn. 100 mm/24 saatlik dönüş periyodu değişiklikleri)	Süt sığırlarının aşırı hava koşullarına duyarlılığı	Taşkın riski olan bölgelerdeki süt çiftliklerinin sayısı ve konumu	Süt çiftliklerinde su baskını riski arttı

2.3.1.1 Tehlike Değerlendirmesi

Analizde, iki emisyon senaryosu (RCP4.5 ve RCP8.5) altında 12 km mekansal çözünürlükte EURO-CORDEX (EUR-11) iklim projeksiyonları kullanıldı. Türkiye'nin Ege bölgesine odaklanan ve Aydın şehri için belirli zaman serileri kullanan çalışma, 1976-2005 (başlangıç) ve 2041-2070 (yüzyıl ortası) dönemleri için 30 yıllık günlük yağış verisi çerçevelerini analiz etmiştir.

ICHEC-EC-EARTH genel sirkülasyon modeli (GCM, (EC-Earth, 2014)) tarafından yönlendirilen KNMI-RACMO22E bölgesel sirkülasyon modeli (RCM, (KNMI, 2017)), Avrupa bölgesi için daha ince ölçekli simülasyonlar sağlama yeteneği nedeniyle analiz için seçilmiştir. Hazeleger ve diğerleri (2012), ICHEC-EC-EARTH modelinin Türkiye de dahil olmak üzere Akdeniz bölgesindeki büyük ölçekli iklim değişkenliğini etkili bir şekilde yakaladığını, mevsimsel sıcaklık desenlerini ve büyük dolaşım sistemlerinin etkisini doğru bir şekilde temsil ettiğini vurgulamıştır. Ek olarak, Seddiq ve diğerleri (2023), RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları altında ICHEC-EC-EARTH tarafından yönlendirilen RACMO22E'yi kullanarak Türkiye'nin Marmara bölgesi üzerindeki iklim projeksiyonlarını inceledi. Bulguları, modelin mevsimsel yağış desenlerini başarılı bir şekilde simüle ettiğini göstermektedir.

Aydın bölgesi, yaklaşık 25.900 km²'lik bir havza alanına sahip Büyük Menderes Havzası'ndadır. Bu nedenle, günlük yağışlar, Büyük Menderes Nehri'ndeki ani sellere kıyasla bölgede daha büyük bir risk oluşturmaktadır. Ancak, kentsel bölgelerde, çok sayıda can kaybına ve önemli sosyo-ekonomik hasara neden olan şiddetli kentsel seller daha sık hale gelmektedir. Bu nedenle, 24 saatlik yağış ve olayların tekrarlanma periyotlarındaki (yani 100 yıllık) bir değişiklik bölge için önemlidir. Şekil 2-2'de, RCP4.5 (gösterilmemiştir) ve RCP8.5 senaryolarına dayalı olarak, 100 yıllık dönüş periyodu için 24 saatlik süre için beklenen yağış haritası, tarihsel (1976-2005) ve gelecekteki (2041-2070) olarak sunulmaktadır.

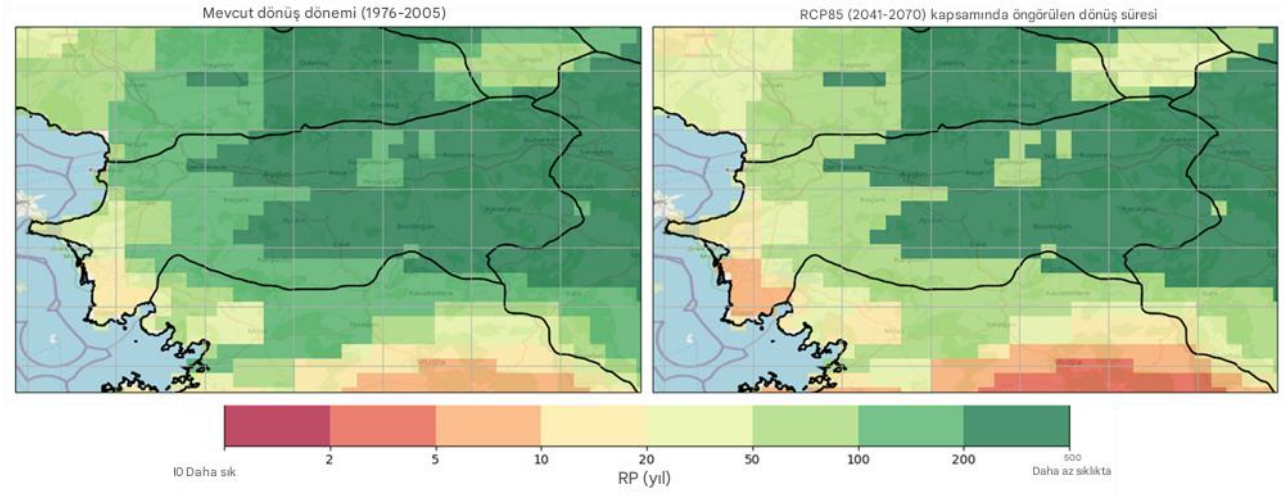


Şekil 2-2 : Aydın Bölgesi'nde 100 yıllık dönüş periyodu için 24 saatlik süre için beklenen yağış haritası (1976-2005) ve gelecekteki (2041-2070) dönemler için)

En önemli artışlar Aydın'ın merkez ve doğu bölgelerinde gözlemlenmektedir. Ancak bazı yerlerde minimum değişiklik görülürken, birkaç dağınık alanda her iki senaryoda da hafif azalmalar yaşanabilmektedir. RCP8.5 senaryosunun daha olumlu değişikliklere yol açması beklenirken, RCP4.5 senaryosu hem olumlu hem de olumsuz değişiklikler göstermektedir. İklim değişikliğinin aşırı yağış olaylarının sıklığını ve büyüklüğünü artırması muhtemeldir.

2.3.1.2 Risk Değerlendirmesi

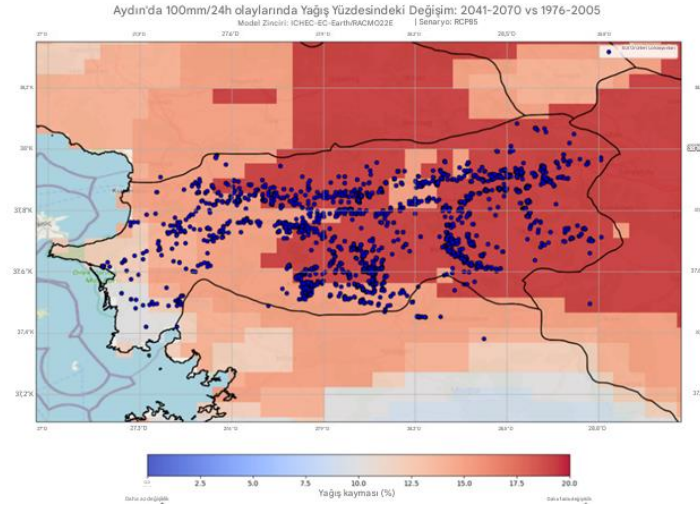
Bölgede aşırı yağış için kritik nokta olarak 100 mm/24 saatlik bir eşik belirlenmiştir. Bu tür olayların artan sıklığı, ilişkili etkileri ve her yıl tetiklenen uyarı sayısı göz önüne alındığında, bu iş akışı iklim değişikliğinin tarihsel kritik eşikler üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmektedir. Analiz tüm Aydın bölgesini kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu daha geniş kapsam, bölgedeki aşırı yağışın genel etkisine ilişkin içgörüler sağlamaktadır. Amaç, 100 mm/24 saatlik kritik yağış eşiğinin iklim değişikliğinin etkisi altında farklı dönüş dönemlerine göre nasıl değiştiğini belirlemektir. Şekil 2-3, Aydın genelinde 100 mm/24 saatlik yağış eşiği için mevcut dönüş dönemlerini gösterirken, sağdaki harita gelecekteki iklim senaryosu RCP85 (2041-2070) altında aynı eşik için beklenen dönüş dönemlerini göstermektedir.



Şekil 2-3 : 100mm/24h Olayları için Dönüş Periyodunda (Frekans) Tahmini Değişiklikler: 1976-2005 ile 2041-2070 \n Model Zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E | Senaryo: RCP85

RCP8.5 senaryosu, özellikle güney ve kıyı bölgelerinde geri dönüş sürelerinde önemli bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bölgelerde aşırı yağış olaylarının daha sık hale geleceği ve bazı yerlerde geri dönüş sürelerinin 10 veya hatta 5 yılın altına düşeceği öngörülmektedir. Bu değişim, gelecekte yoğun yağış ve potansiyel su baskını riskinin arttığını göstermektedir.

Şekil 2-4, Aydın bölgesindeki yağış yüzdesindeki değişimi göstermektedir ve süt ürünleri lokasyonları genelinde 100 mm/24 saatlik olayların sıklığındaki en önemli değişiklikleri vurgulamaktadır.



Şekil 2-4 : Aydın'da 100mm/24h olaylarında geri dönüş periyotlarındaki tahmini fark: 2041-2070 vs 1980-2010 \n Model Zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E | sol: RCP45 sağ: RCP85

Süt çiftliklerinin çoğu aşırı yağışta en yüksek artışların yaşandığı alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu, altyapı, mera koşulları ve genel süt üretimi üzerinde olası etkiler konusunda olası bir risk taşımaktadır. Artan yoğun yağış, su baskınlarına ve tedarik zincirleri ile ulaşım ağlarında olası hasara yol açabilir ve süt işletmelerinin sürdürülebilirliği için riskler oluşturabilmektedir.

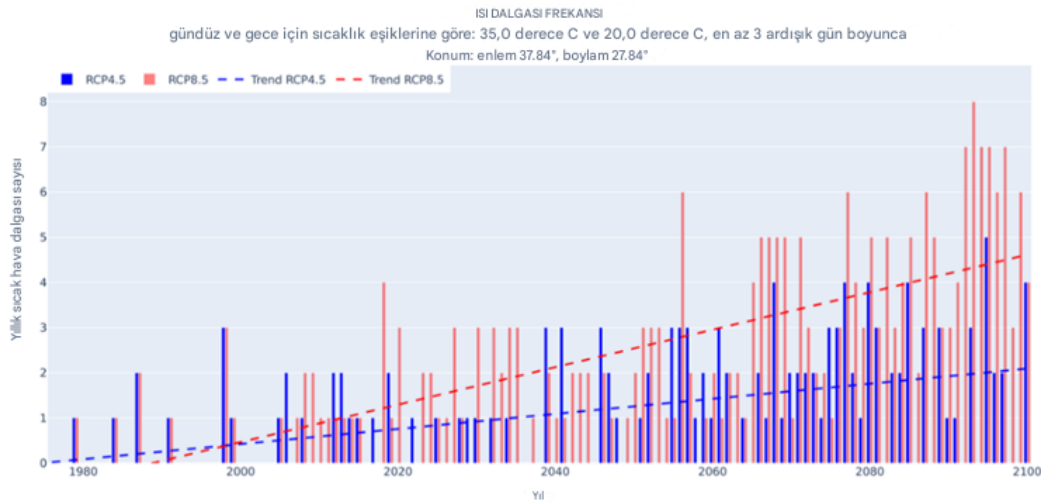
2.3.2 Isı Adası

Tablo 2-3 Veri Özeti- Sıcak hava dalgaları

Tehlike Verileri	Güvenlik Açığı Verileri	Maruz Kalma Verileri	Risk Çıktısı
KNMI-RACMO22E RCM (ICHEC-EC-EARTH GCM). Frekans, ortalama uzunluk ve RCP 4.5 ve RCP 8.5 kapsamındaki tarihsel ve tahmini dönemler için toplam yıllık sıcak hava dalgası günleri gibi sıcak hava dalgası ölçümlerini hesaplamak için xclim metodolojisi. Sıcak hava dalgaları, günlük maksimum sıcaklıkların 35°C'nin üzerinde olduğu 3 günlük ve minimum sıcaklıkların 20°C'nin üzerinde olduğu dönemler olarak tanımlandı.	Aydın bölgesindeki süt çiftliği yoğunluğu. Çiftlikler düşük hassasiyet (1) ve yüksek hassasiyet (10) olarak sınıflandırılır.	Nüfus yoğunluğu verileriyle Euroheat önyargı ayarlı iklim projeksiyonları.	Sıcak hava dalgası oluşum verilerini süt çiftliği kırılabilirliğiyle birleştiren 10x10 risk matrisi.

2.3.2.1 Tehlike Değerlendirmesi

Aydın'daki sıcak hava dalgası tehlikesi (27.84, 37.84), KNMI-RACMO22E RCM'den (ICHEC-EC-EARTH GCM) EURO-CORDEX EUR-11 (12 km) iklim projeksiyonlarına dayalı bir iş akışı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sıcak hava dalgası ölçümlerini tanımlamak ve hesaplamak için xclim kütüphanesi kullanılmıştır (Bourgault ve diğerleri, 2023). Özellikle, sıcak hava dalgalarının sıklığı, ortalama uzunluğu ve toplam yıllık gün sayısı, RCP 4.5 ve RCP 8.5 kapsamında tarihsel (1976-2005) ve tahmini (2006-2100) dönemler için belirlenmiştir. Sıcak hava dalgaları, günlük maksimum sıcaklıkların 35°C'nin üzerinde ve günlük minimum sıcaklıkların 20°C'nin üzerinde olduğu en az üç günlük dönemler olarak tanımlanmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları Şekil 2-5'te görselleştirilmiştir (Sıcak hava dalgası günlerinin sayısı ve sıcak hava dalgası endeksi gösterilmemiştir).

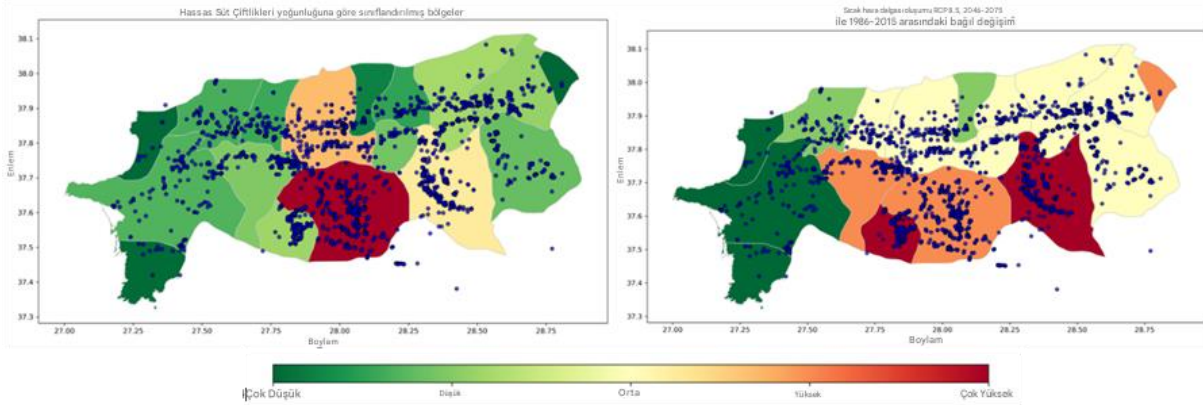


Şekil 2-5 : RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre Aydın'da sıcak hava dalgası sıklığı

Aydın'daki sıcak hava dalgası sıklığının, hem RCP 4.5 hem de RCP 8.5 senaryoları altında tarihsel dönemden (1976-2005) geleceğe doğru artacağı tahmin edilmektedir. Tarihsel olarak, sıcak hava dalgaları nadirdi. Yüzyılın başından itibaren, sıcak hava dalgası sıklığı artmakta olup RCP 8.5 daha belirgin bir artış göstermektedir. RCP 4.5 altında, sıcak hava dalgaları yüzyılın ortasına kadar yılda yaklaşık 2-3'e ve yüzyılın sonuna kadar yaklaşık 4'e çıkmaktadır. RCP 8.5 altında, sıcak hava dalgası yüzyılın ortasına kadar yılda 3-5'e çıkmakta ve yüzyılın sonuna kadar 6-8'i aşabilmektedir. Bu, süt çiftlikleri için risk oluşturan sıcak hava dalgası olaylarında dramatik bir artış olduğunu göstermektedir.

2.3.2.2 Risk Değerlendirmesi

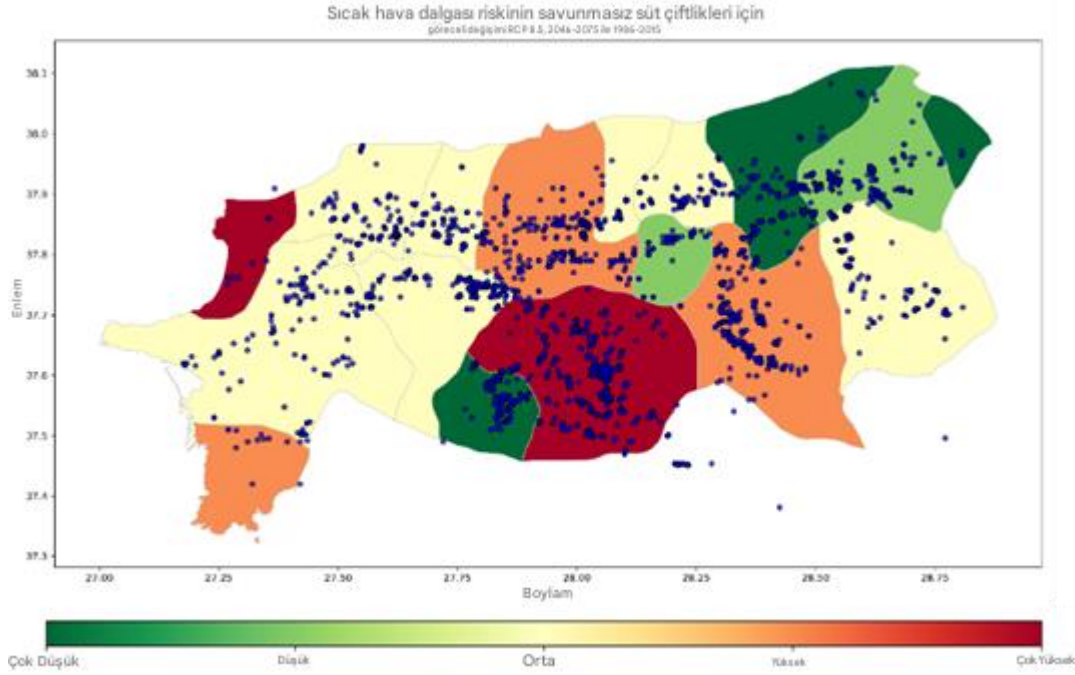
Risk değerlendirme iş akışı, tehlike Euroheat verilerini kırılganlık nüfus verileriyle birleştirerek Aydın bölgesindeki ve öngörülen iklim senaryoları (RCPS 4.5 ve 8.5) için riski tahmin etmektedir. Euroheat verileri, analizde kullanılan önyargı ayarlı EURO-CORDEX veri setinden türetilmiştir (*World Health Organization*, 2009). Euroheat istatistikleri 30 yıllık bir süre boyunca ortalaması alınarak 1986'dan 2085'e kadar bir zaman serisi elde edilmiştir. Baz dönemi 1986-2015 olarak seçilmiş ve RCP 4.5 (gösterilmemiştir) ve RCP8.5 senaryolarındaki baz dönemine göre göreceli değişim tüm bölge için hesaplanmıştır. Değişim daha sonra 1 ile 10 arasında sınıflandırılmıştır (1-çok düşük değişim, 10-çok yüksek değişim). Aydın bölgesindeki kırılgan süt çiftliği yoğunluğu da 1 ile 10 arasında sınıflandırılmıştır (1-çok düşük, 10-çok yüksek). Şekil 2-6, süt çiftliklerinin yoğunluğunu (sol) ve RCP8.5 senaryosu için (2046-2075) arasındaki sıcak hava dalgası oluşum değişimini göstermektedir. Risk, sıcak hava dalgası tehlikesi oluşumunu hassas nüfus verilerinden gelen verilerle birleştiren 10x10 risk matrisine dayanmaktadır. Şekil 2-7, seçilen bölgeler arasında hassas süt çiftlikleri için sıcak hava dalgası riskinin potansiyel olarak öngörülen artışını göstermektedir. Bu sonuç, sıcak hava dalgası oluşumundaki öngörülen değişim büyüklüğünün süt çiftliklerinin dağılımıyla birleştirilmesine dayanmaktadır.



Şekil 2-6 : Süt çiftliklerinin yoğunluğu (sol) ve sıcak hava dalgasının RCP8.5 senaryosu için (2046-2075) arasındaki değişim

Aydın'ın orta ve güneydoğu bölgeleri artan sıcak hava dalgası riskine karşı en savunmasız olanlardır ve bu da birçok süt çiftliğini yoğun sıcak stresine daha fazla maruz bırakmaktadır. Buna karşılık, batı

ve kuzey bölgeleri nispeten daha düşük savunmasızlık göstermekte olup aşırı sıcak etkilerinden potansiyel sığınaklar sunmaktadır.



Şekil 2-7 : Sıcak hava dalgası riski, savunmasız süt çiftlikleri için model zinciri: ICHEC-EC-Earth / RACMO22E / RCP85

2.3.3 Tarımsal Kuraklık

Tablo 2-4 Veri Özeti – Tarımsal Kuraklık

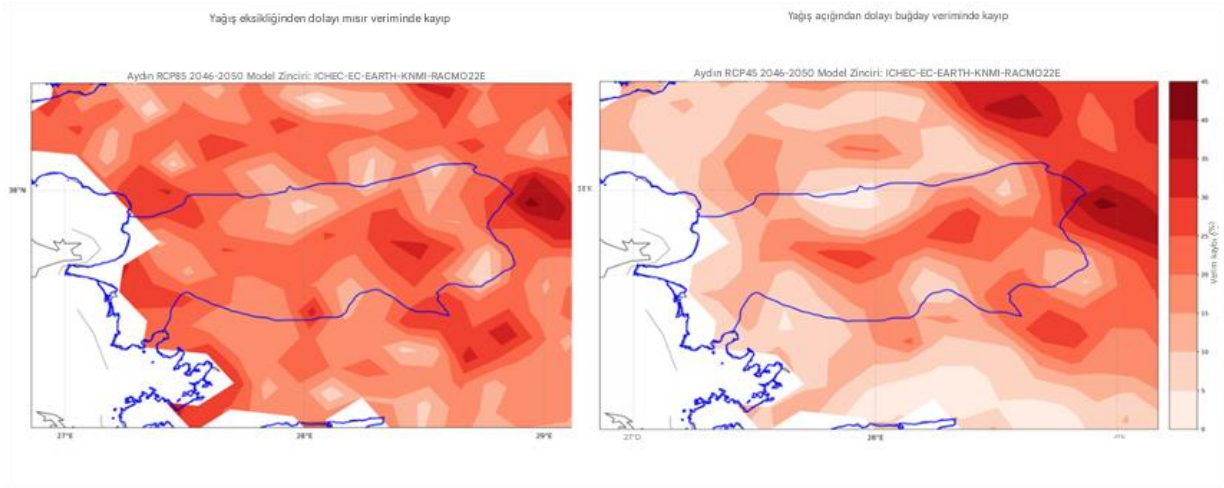
Tehlike Verileri	Güvenlik Açığı Verileri	Maruz Kalma Verileri	Risk Çıktısı
Mısır, buğday, sorgum ve arpada verim kaybına yol açan yağış açığı. Günlük ortalama yağış, sıcaklık, bağıl nem, güneş radyasyonu, rüzgar hızı. Toprakta mevcut su kapasitesi, yükseklik ve termal iklim bölgesi	Sulama sistemlerine sahip tarım arazilerinin payı.	Mahsul dağılımı ve ekonomik değer verileri Küresel Tarımsal Ekolojik Bölgeler (GAEZ).	Sulama açığından kaynaklanan gelir kayıpları, bin avro cinsinden 'kayıp fırsat maliyeti' olarak ifade edildi.

2.3.3.1 Tehlike Değerlendirmesi

Kuraklık yem bitkisi üretimini azaltırken bu da yem fiyatlarını artırmaktadır. Yem maliyetlerindeki bu artış yetiştiriciler için zorlayıcı olmaktadır. Bu nedenle, bu iş akışı süt ürünleri için kritik öneme sahip ürünlerin mısır, buğday, sorgum ve arpa olduğu Aydın bölgesinde su açığının ürün verimi üzerindeki

etkisi değerlendirilmektedir. Bu iş akışında günlük ortalama yağış akışı, maksimum ve minimum sıcaklık, 2 m bağıl nem, yüzeyden aşağıya doğru güneş radyasyonu ve 10 m rüzgar hızı gibi verileri içeren KNMI-RACMO22E RCM'den (ICHEC-EC-EARTH GCM) EURO-CORDEX EUR-11 (12 km) iklim projeksiyonları kullanılmıştır. Ayrıca topraktaki kullanılabilir su kapasitesi (Gupta ve diğerleri, 2019), yükseklik (Danielson ve diğerleri, 2011) ve termal iklim bölgesi (FAO, 2022) verileri de kullanılmıştır. RCP4.5 (gösterilmemiştir) ve RCP8.5 senaryoları, özellikle iki ayrı zaman dilimine odaklanarak, gelecek dönemler için değerlendirilmiştir: 2046-2050 ve 2066-2070.

Tehlike değerlendirmesinde, bölgedeki dört temel ürün için yağış eksikliğinin verim kaybı üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Mısır, buğday, sorgum ve arpa, bölgede yetiştirilen en önemli ürünlerdir ve süt çiftçiliğinin sürdürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Şekil 2-8, RCP8.5 senaryosu altında 2046-2050 yılları arasında bölgedeki yağış eksikliğinden kaynaklanan mısır ve buğday verim kaybını göstermektedir.



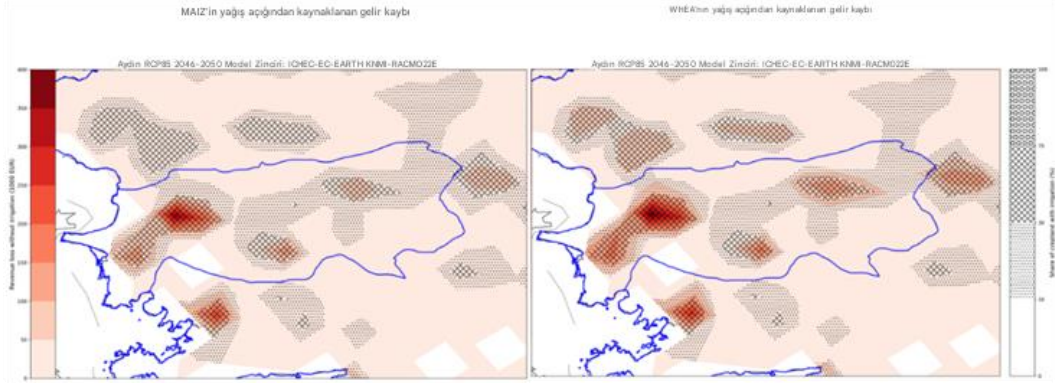
Şekil 2-8 RCP8.5 senaryosuna göre 2046-2050 yılları arasında bölgedeki yağış açığından dolayı mısır (sol) ve buğday (sağ) veriminde düşüş

Verim kaybı yüzdelерinin mekansal dağılımı, bölge genelinde farklı yoğunluklarda azalmalar olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, bazı bölgelerde özellikle buğday için kuzeydoğuda ve mısır için orta ve güney kısımlarda %40'ı aşan verim kayıpları yaşanabileceğini göstermektedir. Mısır ve buğday, hayvan yeminin kritik bileşenleridir ve yağış eksikliğinden kaynaklanan önemli kayıplar, yem maliyetlerinin artmasına ve yerel bulunabilirliğin azalmasına yol açabilmektedir.

2.3.3.2 Risk Değerlendirmesi

İncelenen ürünler, emisyon senaryosu ve gelecek dönem için sulama açığından kaynaklanan potansiyel gelir kayıplarını araştırmak için iş akışının risk analizi takip edilmektedir. Ürünler sulanmayan koşullarda yetiştirilirse kayıplar binlerce avro cinsinden 'kaybedilen fırsat maliyeti' olarak ifade edilmektedir. Haritalar ayrıca, yağış kıtlığına karşı bir kırılganlık göstergesi olarak 2010 yılında halihazırda uygulanmış sulama sistemlerine sahip her bir ızgara noktasındaki ekili alan payını da göstermektedir. MapSPAM deposundan (International Food Policy Research Institute, 2021) alınan küresel ürün üretimi ve FAO-IIASA Küresel Tarımsal Ekolojik Bölgeler veri deposundan (GAEZ)

alınan ürün toplam değeri [ABD Doları], farklı ürünlerin yağış kılığına maruziyetini belirlemek için kullanılmıştır (*International Food Policy Research Institute*, 2019). Şekil 2-9, RCP8.5 senaryosu altında 2046-2050 yılları arasında bölgede yağış açığından kaynaklanan mısır ve buğday gelir kaybını göstermektedir.



Şekil 2-9 : RCP8.5 senaryosuna göre 2046-2050 yılları arasında bölgede yağış açığı nedeniyle mısır (sol) ve buğday (sağ) gelir kaybı.

Harita, gelir kayıplarının en şiddetli olması beklenen alanları vurgulamaktadır. Bazı bölgelerde mısır için hektar başına 400 ABD dolarını aşan kayıplar ve benzer şekilde buğday için de önemli kayıplar görülmektedir. Kayıplar bölgenin güneybatı ve orta kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Bölgedeki mısır yetiştiriciliğinin önemli bir kısmının, azalan yağış nedeniyle ciddi bir mali sıkıntı yaşayacağı öngörülmektedir. Ancak haritalar, buğday üretiminin mısırla karşılaştırıldığında yağış eksikliklerine biraz daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Mısır ve buğday bölgedeki süt çiftlikleri için kritik yem kaynakları olduğundan, bu öngörülen gelir kayıplarının yerel süt endüstrisi üzerinde kademeli etkileri olabilmektedir.

2.3.4 Nehir Taşkınları

Tablo 2-5 Veri Özeti – Nehir Taşkınları

Tehlike Verileri	Güvenlik Açığı Verileri	Maruz Kalma Verileri	Risk Çıktısı
JRC'nin Avrupa'ya ait yüksek çözünürlüklü taşkın haritaları, farklı tekrar periyotlarına (10, 50, 100, 200, 500 yıl) ait taşkın kapsamı, Aydın bölgesinde, özellikle Büyük Menderes Nehri boyunca taşkın tehlikesi.	JRC'nin Avrupa'ya ait yüksek verimli taşkın haritaları, farklı tekrar periyotlarına (10, 50, 100, 200, 500 yıl) ait taşkın kapsamı, Aydın bölgesinde, özellikle Büyük Menderes Nehri boyunca taşkın tehlikesi.	JRC'nin Avrupa'ya ait yüksek verimli taşkın haritaları, farklı tekrar periyotlarına (10, 50, 100, 200, 500 yıl) ait taşkın kapsamı, Aydın bölgesi, özellikle Büyük Menderes	Altyapı inşa etmek için Sel Riskleri, sel ve ilişkili zarar haritaları Aydın'daki aşırı olaylar için (10, 50, 100, 200, 500 yıl)

Tehlike Verileri	Güvenlik Açığı Verileri	Maruz Kalma Verileri	Risk Çıktısı
		Nehri boyunca taşkın tehlikesi.	

2.3.4.1 Tehlike Değerlendirmesi

Nehir taşkını tehlikesi iş akışında, Ulusal Araştırma Merkezi (JRC)'den Avrupa için yüksek çözünürlüklü taşkın haritaları kullanılmıştır (*Dottori ve diğerleri, 2022*). Aydın bölgesi için farklı tekrar periyotlarına (10, 50, 100, 200, 500 yıl) sahip aşırı olaylar altında taşkın kapsamı alınmıştır. Bölgedeki gelecekteki periyotlar için Aqueduct Floods'un kaba çözünürlüklü taşkın haritalarının düşük çözünürlüğü nedeniyle, iklim değişikliğinin farklı iklim senaryoları altında nehir taşkını tehlikeleri üzerindeki etkisi değerlendirilmemiştir. Sonuç olarak, zaman içinde taşkın tehlikesi değişikliklerini ayırt etmek mümkün değildir. Bu nedenle, bu değerlendirme yalnızca mevcut iklim koşulları için yapılmıştır. Büyük Menderes Nehri'ne odaklanarak farklı tekrar periyotları (10, 50 ve 100 yıl) için nehir akış potansiyeli Şekil 2-10'de verilmiştir.



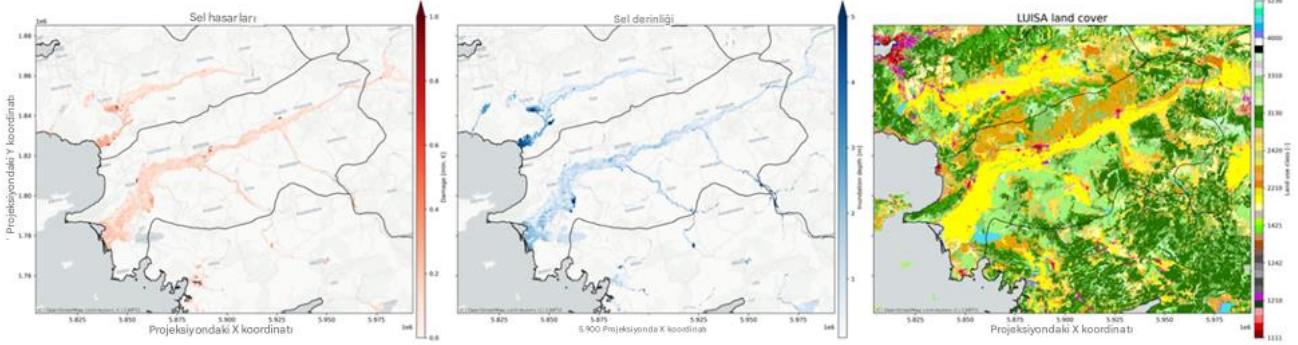
Şekil 2-10 Aydın bölgesinde farklı geri dönüş periyotları için nehir akış potansiyeli (1, 50, 100 yıl)

Nehir boyunca taşkın riski taşıyan alanlar 10 yıllıktan 100 yıllık aşırı olay senaryosuna önemli ölçüde genişler ve daha nadir ancak daha şiddetli taşkınların etkisini göstermektedir. Delta bölgesi (kıyı alanı) ve belirli alçak alanlar daha derin su baskınları yaşamaktadır. Aydın bölgesindeki taşkın tehlikesi, özellikle Büyük Menderes Nehri boyunca, özellikle daha yüksek geri dönüş dönemleri için önemlidir ve aşırı yağış olaylarının bölgeyi önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

2.3.4.2 Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirme, bölgedeki nehir taşkınlarının altyapı inşasına yönelik oluşturduğu riskleri görselleştirmek için değerlendirilmiştir. JRC'nin Avrupa'daki yüksek çözünürlüklü taşkın haritaları taşkın için kullanılmıştır (*Dottori ve diğerleri, 2022*). JRC tarafından geliştirilen ve üretilen arazi kullanımı/arazi örtüsü haritası (LUISA Temel Haritası 2018, (*Pigaiani ve diğerleri, 2021*)), çeşitli kentsel alanlar, doğal arazi, tarım alanları, altyapı ve su kütleleri için kullanılmıştır. Ek olarak, risk analizi için JRC tarafından küresel taşkın derinlik-hasar fonksiyonları (güvenlik eğrileri) kullanılmıştır (*Huizinga vd., 2017*). Şekil 2-11, Aydın Bölgesi için mevcut iklimde 100 yılda bir görülen aşırı nehir su seviyesi senaryoları için taşkın ve ilişkili hasar haritalarını göstermektedir. Söz konusu haritalarda

gösterilen hasar boyutu, nehirlerin yakınında ve alçak bölgelerde bulunan çiftliklerin proaktif taşkın adaptasyon önlemlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Genel olarak bu haritalar, sel risklerini azaltmak için süt çiftçiliğinde stratejik planlamaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.



Şekil 2-11 Mevcut iklimde aşırı nehir su seviyesi senaryoları için sel ve ilişkili hasar haritaları. Aydın Bölgesi için 100 yılda bir görülen aşırı olay.

2.4 Ön Anahtar Risk Değerlendirme Bulguları

2.4.1 Ciddiyet

Tehlike ve risk analizi, Aydın'ın yoğun yağış ve sel, tarımsal kuraklık, sıcak hava dalgaları ve nehir taşkınları dahil olmak üzere birden fazla iklimle ilgili tehlikeye karşı savunmasız olduğunu göstermektedir. Bu tehlikelerin tarım, su güvenliği ve özellikle süt çiftçiliği üzerinde önemli bir etkisi vardır. Çeşitli iklim riskleri arasında, sıcak hava dalgaları bölge için en büyük tehdidi oluşturmaktadır. Bu durum tarihi olaylar ve süt çiftlikleri üzerindeki etkileriyle kanıtlanmıştır. Yükselen sıcaklıklar ve RCP8.5 senaryosuna göre yüzyılın sonuna doğru yılda 6-8 olaya ulaşması beklenen artan sıklıktaki sıcak hava dalgası, hayvancılıkta ısı stresine yol açarak verimliliği düşürmekte ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yükselen sıcaklıklar ayrıca bölgede artan kuraklığa katkıda bulunarak su kıtlığına ve tarımsal verimin düşmesine de neden olmaktadır. Bu etkiler, özellikle suyun üretkenliğini sürdürmek için hayati önem taşıdığı tarım ve hayvancılıkta mevcut savunmasızlıkları artıracaktır.

2.4.2 Aciliyet

Süt çiftçiliğinde sıcak hava dalgalarıyla ilişkili riskler halihazırda belirgindir ve önümüzdeki on yıllarda yoğunlaşması beklenmektedir. Yakın vadede bile, artan sıcaklıklar daha sık ve uzun sıcak hava dalgalarına yol açarak hayvancılıkta sıcaklık stresini artıracaktır. Sıcak hava dalgaları kısa süreler içinde aniden ortaya çıkan bir tehlikeyi temsil eder, ancak artan sıklıkları ve yoğunlukları yavaş başlayan iklim değişikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bölgedeki süt çiftçiliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak için acil uyum hayati önem taşımaktadır.

2.4.3 Kapasite

Aydın'ın süt ürünleri sektörü için iklim riski yönetimi çerçevesi, Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel kurumlar, üniversiteler ve çiftçi örgütleri arasındaki iş birliğine dayanmaktadır. Bu ortaklıklar, finansal, sosyal, insan, fiziksel ve doğal kaynak temelli stratejiler aracılığıyla iklim hassasiyetlerini

azaltmaya odaklanmaktadır. "Hayvan Gübresinden Temiz Enerjiye: Aydın Atlası" projesi ve IPARD Programı gibi finansal destek ve sübvansiyonlar, yenilenebilir enerji entegrasyonunu, sulama modernizasyonunu ve iklime dayanıklı hayvancılık yönetimini teşvik etmektedir. Sosyal iş birliği, paydaş katılımını, eğitim programlarını ve iklim açısından akıllı uygulamaları geliştirmek için savunmasız çiftçi gruplarına desteği vurgulamaktadır (*Atlas Renewable Energy*, 2021). Proje, sürdürülebilir uygulamalar konusunda eğitimle desteklenen hassas sulama, kuraklığa dayanıklı mahsuller, soğutma sistemleri ve iklime uyumlu hayvancılık barınakları aracılığıyla fiziksel ve beşeri sermayeyi geliştirmeye odaklanmaktadır. Paydaş istişareleri, kuraklık, ısı stresi, su yönetimi ve yenilenebilir enerji kullanımının benimsemesindeki boşluklar gibi temel zorlukları belirlemiştir. Kamu kurumlarını, üniversiteleri, kooperatifleri ve özel sektörü bir araya getiren proje, veri odaklı stratejiler ve pratik çözümler aracılığıyla iklim dayanıklılığını oluşturmayı hedeflemektedir.

2.5 Ön İzleme ve Değerlendirme

İlk istişareler sırasında, süt sığırcılığı değer zincirinde tarımsal kuraklık ve aşırı sıcaklık en kritik iklim riskler olarak tanımlanmıştır. İyileştirilmiş su yönetimi, ısı stresi azaltma ve iklime dayanıklı teknolojilere erişim için acil ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Mevcut sulama çabaları yetersiz görüldüğünden krizi daha iyi yönetmek için veriye dayalı karar almanın gerekliliği ön plana çıkmıştır. İklim danışmanlık hizmetlerinin genişletilmesi ve çevre ve tarım örgütlerinin rolünün artırılması da ayrıca vurgulanmıştır. Paydaşların, iklim dostu çiftçilik uygulamalarını desteklemek için finansal teşviklere ve altyapı modernizasyonuna ihtiyacı olduğu görülmektedir. Projede, kamu kurumları, araştırma örgütleri, tarım kooperatifleri, özel sektör temsilcileri ve STK'lar dahil olmak üzere çeşitli paydaş grupları dahil edilmiştir. Bundan sonra, bir sonraki aşama, paydaş içgörülerini politika önerilerine entegre etmeye, iş birliğini güçlendirmeye ve Aydın'ın süt sektöründe uzun vadeli dayanıklılığı sağlamak için iklim açısından akıllı çiftçilik uygulamaları, sulama iyileştirmeleri ve yenilenebilir enerji benimsenmesine yönelik desteği artırmaya odaklanacaktır.

3 Sonuçlar Aşama 1- İklim Riski Değerlendirmesi

CliResDairy projesinde, Aydın'ın süt çiftçiliği sektörü için kapsamlı bir İRD gerçekleştirerek, hayvan sağlığını, süt üretimini ve genel çiftlik sürdürülebilirliğini etkileyen en acil iklim riskleri belirlenmiştir. İlk değerlendirme, bölgeyi etkileyen temel tehlikeler olarak aşırı sıcaklık, tarımsal kuraklık, yoğun yağış ve nehir taşkınlarını vurgulamıştır.

32°C'nin üzerindeki sıcaklıkların süt verimini azalttığı, 38°C'nin üzerine uzun süre maruz kalmanın ise sığır sağlığını, doğurganlığını ve üretkenliğini ciddi şekilde etkilediği bulunmuştur. Su kıtlığı ve azalan toprak nem seviyeleri, tarımsal kuraklıkları yoğunlaştırmış, yem mahsulü verimini sınırlamış, yem maliyetlerini artırmış ve süt çiftçiliğinin finansal sürdürülebilirliğini zorlamıştır. Ayrıca, yoğun yağış ve nehir taşkınlarının meralara ve süt altyapısına zarar verdiği ve çiftlik operasyonlarını tehdit ettiği, ekonomik ve operasyonel riskleri daha da arttırma potansiyelini ortaya koymuştur.

Devam eden uyum çabalarına rağmen, birkaç kritik zorluk henüz ele alınmamıştır. Yüksek çözünürlüklü iklim verilerinin ve hayvancılığa özgü adaptasyon stratejilerinin eksikliği, ısı stresini azaltmak ve kaynak kullanımını optimize etmek için sektör hedefli çözümlerin geliştirilmesini engellemektedir. Gelişmiş erken uyarı sistemlerinin ve gerçek zamanlı iklim izleme araçlarının olmaması, çiftçilerin ve politika yapımcıların aşırı hava olaylarına yanıt olarak zamanında müdahaleler uygulama yeteneğini sınırlandırmaktadır. Finansal ve altyapısal kısıtlamalar, iklim açısından akıllı tarım teknolojilerinin, modern sulama sistemlerinin ve ısıya dayanıklı yem bitkilerinin benimsenmesini yavaşlatmaya devam etmekte ve sektörü uzun süreli kuraklıklara ve aşırı sıcaklık koşullarına karşı savunmasız bırakmaktadır.

Bu zorlukların üstesinden gelmek için CliResDairy projesi bilimsel verileri, paydaş işbirliğini ve kanıta dayalı adaptasyon stratejilerini entegre etmektedir. Bu aşamada gerçekleştirilen temel eylemler arasında ısı stresi yönetim tekniklerinin geliştirilmesi, su açısından verimli sulama sistemlerinin uygulanması ve iklimle ilgili riskler için erken uyarı mekanizmalarının tasarlanması yer almaktadır. Ayrıca proje, süt çiftçilerinin iklim açısından akıllı uygulamalara geçişine yardımcı olmak için kapasite geliştirme girişimlerini, bilgi transfer programlarını ve finansal destek mekanizmalarını vurgulamaktadır. Bu stratejiler, ulusal ve bölgesel politikalarla uyumlu olup, iklim dayanıklılığının Aydın'ın tarımsal planlama çerçevesine yerleştirilmesini sağlamaktadır.

Proje, ileride yeni iklim projeksiyonlarını dahil ederek, politika entegrasyonunu güçlendirerek ve daha geniş paydaş katılımını teşvik ederek uyum stratejilerini iyileştirecek ve genişletecektir. Gelecekteki aşamalar, iklim verilerinin erişilebilirliğini artırmaya, sürdürülebilir çiftçilik uygulamaları için finansal desteği ölçeklendirmeye ve altyapı modernizasyonuna yatırımı artırmaya odaklanacaktır. Kamu kurumları, araştırma kuruluşları, çiftçi kooperatifleri ve özel sektör paydaşları arasındaki iş birliğini güçlendirerek, proje Türkiye'de ıkhime dayanıklı süt çiftçiliği için bir model oluşturmayı amaçlamaktadır. Veri odaklı, çok paydaşlı bir yaklaşımla CliResDairy, Aydın'ın süt endüstrisinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini güvence altına almayı, ulusal gıda güvenliğine ve ekonomik istikrara katkıda bulunurken değişen iklim riskleri karşısında dayanıklı kalmasını sağlamayı hedeflemektedir.

4 İlerleme Değerlendirmesi ve Gelecekteki Aşamalara Katkı

Aşama 1 sırasında, Aydın İli'ndeki süt çiftçiliği sektörünü etkileyen birincil iklim risklerini belirlemek için ön analizler yürüttük; özellikle damızlık sığır çiftçiliğine odaklandık. Bu aşama, bu risklerin değer zinciri boyunca çeşitli paydaşları nasıl etkileyebileceğini değerlendirmemize olanak tanıyarak hedeflenen risk yönetimi stratejileri için bir temel oluşturdu.

Aşama 1'de elde edilen içgörüler, bulgularımızı doğrulamak ve yerel verileri toplamak için paydaş toplantıları yapacağımız Aşama 2'yi doğrudan bilgilendirecektir. Bu toplantılar, çiftçiler, kooperatifler, tarım uzmanları ve yerel yetkililer gibi kilit aktörleri içeren ön risk analizini yerel gerçeklerle çapraz kontrol etmemizi sağlayacaktır. Bu toplantılar sırasında toplanan veriler, iklim riski modellerimizin doğruluğunu artıracak ve yerelleştirilmiş adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesini destekleyecektir. Paydaş katılımını en üst düzeye çıkarmak için, üretim, yem bulunabilirliği, hayvan sağlığı ve altyapı kırılganlığı üzerindeki iklim etkileri hakkında hedefli sorular soracağız ve halihazırda uygulamada olan potansiyel adaptasyon önlemlerini araştıracağız. Aşama 2'nin tamamlanmasının ardından proje, birincil odak noktasının doğrulanmış verilere ve paydaş girdisine dayalı risk yönetimi stratejileri geliştirmek olacağı Aşama 3'e geçecektir. Bu stratejiler, süt çiftçiliği sektöründe iklim dayanıklılığını iyileştirmek için pratik ve bağlama özgü çözümler sağlayarak belirlenen en kritik riskleri ele alacak şekilde tasarlanacaktır.

Tablo 4-1 Genel bakış temel performans göstergeleri

Temel Performans Göstergeleri	Süreç
Aşamanın sonunda çoklu riskli iklim değerlendirme başarıyla gerçekleştirildi.	Tamamlandı
Aşamaya kadar çoklu riskli iklim değerlendirmesini iyileştirmek için yerel veri entegrasyonu tamamlandı.	Faz 2
Aşamanın sonunda iklim adaptasyon stratejisi geliştirildi ve uygulandı.	Faz 3
Çalıştay; lider çiftçiler, politika yapıcılar, ilgili tarım örgütleri, sektör paydaşları ve yerel hükümet temsilcileri dahil olmak üzere paydaşlar için iklim riski farkındalığını ve katılımını artırmak için yürütüldü.	Faz 2
Politika Notu; iklim dayanıklılığını bölgesel planlamaya dahil etmek için yerel hükümetlerle geliştirildi ve paylaşıldı.	Faz 2
Bilimsel Makale; akademik araştırmaya katkıda bulunmak için proje bulgularına dayanarak yayınlandı.	Faz 3
Politika Özeti; iklim adaptasyon önlemlerine rehberlik etmek için yerel hükümetlerle geliştirildi ve paylaşıldı.	Faz 2
Basın Bülteni; kamuoyunun farkındalığını artırmak ve proje ilerlemesini ve sonuçlarını vurgulamak için yayınlandı.	Faz 2

Temel Performans Göstergeleri	Süreç
Eğitim Oturumu; tarım danışmanlarının çiftçilere iklim adaptasyonu stratejilerinde destek sağlama kapasitelerini artırmaları için.	Faz 2
Paydaş Kongresi; proje sonuçlarını yaymak ve kilit katılımcılar arasında iş birliğini teşvik etmek için düzenlendi.	Faz 3

Tablo 4-2 Genel bakış kilometre taşları

Kilometre taşları	Süreç
M1: 6. ayın sonuna kadar çoklu riskli iklim değerlendirmesinin tamamlanması	Tamamlandı
M2: 16. ayın sonuna kadar yerel verilerin iklim değerlendirmesine başarılı bir şekilde entegre edilmesi	Faz 2
M3: 16. aya kadar paydaşlar (lider çiftçiler, politika yapıcılar, tarım örgütleri dahil) için çalıştay tamamlandı	Faz 2
M4: 16. aya kadar tarım danışmanları için eğitim oturumu tamamlandı	Faz 2
M5: 16. aya kadar politika notu geliştirildi ve yerel yönetimlerle paylaşıldı	Faz 2
M6: Haziran 2025'te Barselona'da katılım sağlanan CLIMAAX çalıştay	Faz 3
M7: 22. aya kadar iklim adaptasyon stratejisi geliştirildi ve uygulandı.	Faz 3
M8: 21. aya kadar yayınlanmak üzere sunulan proje bulgularına dayalı bilimsel makale	Faz 2
M9: 21. aya kadar paydaş kongresi düzenlendi ve proje sonuçlarını tartışmak ve iş birliğini teşvik etmek için 100 katılımcı bir araya getirildi	Faz 2
M10: 2026 Aralık ayında Brüksel'de katılım sağlanan CLIMAAX çalıştay, nihai proje sonuçlarını politika ve karar vericilere sunmak için	Faz 3

5 Destekleyici Belgeler

Ek belgeler ve veri kümeleri Zenodo platformuna yüklendi (LİNK). Dosyaların içeriği şu şekildedir:

- Ana Rapor (PDF veya Word)

Görsel Çıktılar (infografikler, haritalar, çizelgeler)

- Yoğun Yağış (aşırı yağış) İş Akışı (Haritalar ve Grafikler)
 - Tehlike İş Akışı Çıktıları
 - Risk Değerlendirme Çıktıları
- Sıcak Hava Dalgaları İş Akışı (Haritalar ve Grafikler)
 - Tehlike İş Akışı (xclim) Çıktıları
 - Risk Değerlendirme (iklim projeksiyonları) Çıktıları
- Tarımsal Kuraklık (Haritalar ve Grafikler)
 - Tehlike İş Akışı Çıktıları
 - Risk Değerlendirme Çıktıları
- Nehir Taşkını (Haritalar ve Grafikler)
 - Tehlike İş Akışı Çıktıları
 - Risk Değerlendirme Çıktıları
- Toplanan Veri Kümeleri
 - Aydın Bölgesi'ndeki süt çiftliklerinin konumu
 - Aydın bölge sınırı
 - Tarihsel gözlemlere dayalı olarak Aydın'da 100 mm yağış eşiğinin geri dönüş periyotları

6 Referanslar

- Atlas Renewable Energy: From Animal Fertilizer to Clean Energy - Aydin Project, <https://www.atlasrenewableenergy.com/projects/Aydin-animal-fertilizer-clean-energy>, 2021
- Aydın Valiliği, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/Aydin_2023-icdr-20250205094715.pdf, 2023
- Aydın Kent Haber: "Ege'de kuraklık alarmı". URL <https://www.aydinkenthaber.com/haber/egede-kuraklik-alarmi-14043> (accessed 3.25.25)., 2024
- Bourgault, P., Huard, D., Smith, T. J., Logan, T., Aoun, A., Lavoie, J., Dupuis, É., Rondeau-Genesse, G., Alegre, R., Barnes, C., Laperrière, A. B., Biner, S., Caron, D., Ehbrecht, C., Fyke, J., Keel, T., Labonté, M.-P., Lierhammer, L., Low, J.-F., ... Whelan, C.: xclim: xarray-based climate data analytics. *Journal of Open Source Software*, 8(85). <https://doi.org/10.21105/joss.05415>, 2023
- CLIMAAX: Climate Adaptation Handbook, <https://www.climaax.eu/handbook/>, 2024
- Cold Chain Technologies: Cold Chain and Climate Change: A Future Perspective, <https://www.coldchaintechnologies.com/wp-content/uploads/2020/07/Cold-Chain-and-Climate-Change-Whitepaper.pdf>, 2020
- Danielson, J.J., Gesch, D.B.: Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010), U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1073, 2011
- Dottori, F., Alfieri, L., Bianchi, A., Skoien, J., & Salamon, P. (2022). A new dataset of river flood hazard maps for Europe and the Mediterranean Basin. *Earth System Science Data*, 14(4). <https://doi.org/10.5194/essd-14-1549-2022>
- C-Earth Consortium (EC-Earth): EC-EARTH model output prepared for CMIP5, served by ESGF. World Data Center for Climate (WDCC) at DKRZ. <https://hdl.handle.net/21.14106/4008a720db188e0c395097b1e1dc007f20e82872>, 2014
- FAO: Climate Change and Food Security: Risks and Responses, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
- FAO: The State of Food and Agriculture: Making Agrifood Systems More Resilient to Shocks and Stresses, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.
- FAO: GAEZ: Global Agro-Ecological Zones. GAEZ Data Portal, 2022
- Gupta, S., Hengl, T., Lehmann, P., Bonetti, S., Papritz, A., & Or, D.: Global Mapping of Soil Saturated Hydraulic Conductivity-Using Comprehensive Legacy Data and Ensemble Machine Learning. In AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 2019, pp. H21A-05)., 2019
- Hazeleger, W., Wang, X., Severijns, C., Ștefănescu, S., Bintanja, R., Sterl, A., Wyser, K., Semmler, T., Yang, S., van den Hurk, B., van Noije, T., van der Linden, E., & van der Wiel, K.: EC-Earth V2.2: Description and validation of a new seamless earth system prediction model. *Climate Dynamics*, 39(11). <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1228-5>, 2012

- Huizinga, J., de Moel, H., & Szewczyk, W.: Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines. In Joint Research Centre (JRC), 2017
- International Energy Agency (IEA): Energy Efficiency and the Future of Energy Systems, <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>, 2021
- International Food Policy Research Institute: Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.1. Harvard Dataverse, V3., 2019
- IPCC: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C., 2021
- IPCC: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://doi.org/10.1088/2752-5295/ad9f8f>, 2022.
- Irrigation Today: Manual to Modern - Advanced Irrigation Techniques and Water Savings, <https://irrigationtoday.org/features/manual-to-modern/>, 2020Liu, J., Li, L., Chen, X., Lu, Y., & Wang, D.: Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluation of heat stress – A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 32(9), 1332–1339. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0743>, 2019
- Maddocks, A., Young, R. S., & Reig, P.: Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/ranking-worlds-most-water-stressed-countries-2040>, 2015
- Milliyet.com.tr: "Aşırı sıcaklarda inekleri stresten korumanın en güzel yolu: Soğuk duş." [WWW Document]. URL <https://www.milliyet.com.tr/yerel-haberler/Aydin/asiri-sicaklarda-inekleri-stresten-korumanin-en-guzel-yolu-soguk-dus-10266981> (accessed 3.25.25), 2014, June 27
- Tarım ve Orman Bakanlığı: Tarımsal Kuraklık Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027), <https://faolex.fao.org/docs/pdf/tur180659.pdf>, 2023
- Tarım ve Orman Bakanlığı: Büyük Menderes Havzası Su Tahsis Planı, https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Sekt%C3%B6rel%20Su%20Tahsis%20planlar%C4%B1/B%C3%BCy%C3%BCk%20Menderes%20Havzas%C4%B1%20Su%20Tahsis%20Plan%C4%B1%20Haz%C4%B1rlanmas%C4%B1%20Projesi/BMEN_TAHS%C4%B0S%20PLANI.pdf, 2023
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: Ulusal İklim Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027), <https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/Uyum.pdf>, 2023
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı: Türkiye'nin Ulusal İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/turkey_s_nat-onal_cl-mate_change_adaptat-on_strategy_and_act-on_plan-20191127114704.pdf, 2011
- Pigaiani, Cristian., & Batista e Silva, Filipe: The LUISA base map 2018 a geospatial data fusion approach to increase the detail of European land use/land cover data. Publications Office of the European Union, 2023

- Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI): *cortex* EUR-11 KNMI RACMO22E. World Data Center for Climate (WDCC) at DKRZ. <https://hdl.handle.net/21.14106/3da82a0eabc05fbf334d180445f312d431b8b4b9>, 2017
- Seddiq, K. H., Sediqi, R., Yildiz, O., Akturk, G., Kostecki, J., & Gortych, M.: Effects of Climate Change on Streamflow in the Ayazma River Basin in the Marmara Region of Turkey. *Water (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/w15040763>, 2023
- Sevim, S.: Aydın İli büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığının mevcut durumu, *Journal of Animal Science and Products (JASP)* 5 (1): 48-61. DOI: 10.51970/jasp.1105578, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2382808>, 2022
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM): İstatistikler [WWW Document]. URL <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=AYDIN> (accessed 3.25.25), 2025
- University of Florida: *Heat Stress in Livestock: Management and Mitigation*, University of Florida Extension, 2021.
- University of Wisconsin-Madison: *Heat Stress in Dairy Cows: Causes and Mitigation*, University of Wisconsin-Madison Dairy Science Department, 2018.
- World Health Organization: *Improving public health responses to extreme weather/heat-waves: EuroHEAT*. WHO Regional Office for Europe, 2009
- Yeni Şafak: "100 bin dönüm tarım arazisi sular altında" URL <https://www.yenisafak.com/ekonomi/100-bin-donum-tarim-arazisi-sular-altinda-3444717>, 2019, February 3
- Yeni Asır.: Yağışlar Büyük Menderes Nehri'ni eski günlerine döndürdü. <https://www.yeniasir.com.tr/ege/mugla/2022/01/12/yagislar-buyuk-menderes-nehrini-eski-gunlerine-dondurdu>, 2022, January 12.