



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

İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi Projesi

Gıda Ürünleri Üretimi Sanayi İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Arttırılması Yol Haritası Raporu

Ekim, 2025

PROJE EKİBİ



**İSTANBUL
SANAYİ ODASI**

Dr. Ece Gizem ÇAKMAK
Dr. Tuğba DOĞAN GÜZEL
Dr. Deniz SARI
Doç. Dr. Haldun KARAN
Dr. Melike Neşe TEZEL OĞUZ
Enes Furkan SANCAK
Fatih Kemal DİNÇER
Mithat Sinan BİNİCİ
Dr. Ayşegül AVİNAL
Ceren TOSUN
Dr. Recep PARTAL
Dr. Volkan PELİTLİ
Gizem SOĞUKPINAR

Burçin DEĞİRMENCİOĞLU
Erbil BÜYÜKBAY
Özge GÜVEN
Özlem ERCAN
Hüseyin TANRIVERDİ

*TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı*

İstanbul Sanayi Odası

Bu rapordaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM ve İSO sorumlu değildir. Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK.'nu uyarınca, kullanılmazdan önce hak sahibinden 52. Maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.

Yazışma Adresi:

P.K. 21 41470 Gebze KOCAELİ

Tel: 0 262 677 20 00 Faks: 0 262 641 23 09

WEB Adresi: www.mam.tubitak.gov.tr



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 3 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	7
KISALTMALAR LİSTESİ	9
1. GİRİŞ	11
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ	13
2.1. Fiziksel Riskler	13
2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi	15
2.1.2 Sıcaklık Artışı	18
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel	22
2.1.4 Orman Yangını	23
2.2. Geçiş Riskleri	24
2.2.1 Politika ve Yasal Riskler	25
2.2.2 Teknolojik Riskler	28
2.2.3 Pazar Riskleri	28
2.2.4 İtibar Riskleri	29
3. TÜRKİYE'DE GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU	31
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	39
4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi	42
4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları	43
5. GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ	53
5.1. Geçiş Riskleri	54
5.1.1 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği	54
5.1.2 AB Atık Çerçeve Direktifi	54



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 4 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

5.1.3	AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı	55
5.1.4	AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	55
5.1.5	AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi	55
5.2.	Fiziksel Riskler	56
5.2.1	Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük	56
5.2.2	Tedarik Zincirinde Aksaklıklar	56
5.2.3	Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler	57
5.2.4	Su Temininde Güçlük	57
5.2.5	İklimlendirme İhtiyacının Artması	57
5.3.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	58
6.	GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ	71
6.1.	Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri	71
6.1.1	Enerji Verimliliğinin Arttırılması	71
6.1.2	Su Verimliliğinin Arttırılması	72
6.1.3	Kaynak Verimliliğinin Arttırılması	73
6.1.4	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	74
6.1.5	Altyapının İyileştirilmesi	74
6.1.6	İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi	75
6.1.7	Alternatif Hammadde Temini	75
6.1.8	Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi	75
6.2.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	76
7.	GENEL DEĞERLENDİRME	81
KAYNAKÇA		85



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 5 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1:	Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler	39
Tablo 4.2:	Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları.....	41
Tablo 4.3:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılabilirlik seviyeleri	44
Tablo 4.4:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı	45
Tablo 4.5:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kuraklık.....	46
Tablo 4.6:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Sıcaklık artışı	47
Tablo 4.7:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Kuraklık.....	47
Tablo 4.8:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Diğer tehlikeler.....	48
Tablo 4.9:	Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri	51
Tablo 5.1:	Geçiş ve fiziksel riskler.....	53
Tablo 5.2:	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı	59
Tablo 5.3:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları.....	63
Tablo 5.4:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları.....	67
Tablo 7.1:	Gıda ürünleri üretimi sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade	83



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 6 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 7 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1:	İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları	14
Şekil 2.2:	Marmara Bölgesi'nde yıllık toplam yağış miktarı ve kurak gün sayısı değişimi (1990-2024) ...	17
Şekil 2.3:	Marmara Bölgesi'nde SPEI kuraklık indisi değişimi (1990-2024).....	18
Şekil 2.4:	Marmara Bölgesi'nde yıllık sıcaklık değişimi (1990-2024).....	20
Şekil 2.5:	Marmara Bölgesi'nde ısıtma ve soğutma ihtiyacı değişimi (1990-2024).....	20
Şekil 2.6:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 sıcaklık tahminleri (1990-2100)	21
Şekil 2.7:	Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)	22
Şekil 2.8:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 toplam yağış verileri (1990-2100)	23
Şekil 2.9:	Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi	24
Şekil 3.1:	Gıda ürünleri ve içeceklerin imalatı sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)	32
Şekil 3.2:	İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)	33
Şekil 3.3:	İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)	34
Şekil 3.4:	Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından su ve atıksu istatistikleri	35
Şekil 3.5:	Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024).....	36
Şekil 4.1:	Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı	41
Şekil 4.2:	Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı	43
Şekil 5.1:	Çalışmaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%).....	60
Şekil 5.2:	Çalıştay fotoğrafları	60
Şekil 7.1:	İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi	81



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 8 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 9 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

KISALTMALAR LİSTESİ

IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli - Intergovernmental Panel on Climate Change
İSO	İstanbul Sanayi Odası
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TÜBİTAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu - Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
İşbirlik Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK
MAM



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 10 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 11 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

1. GİRİŞ

İstanbul Sanayi Odası koordinatörlüğünde ve TÜBİTAK MAM ortaklığında yürütülen "İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi (ClimaTech 4 Industry)" projesi Avrupa Birliği ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı kapsamında ortaklaşa finanse edilmektedir.

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. 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 Hibe Programının Sözleşme Makamı’dır.

Projenin hedef grubu ve nihai faydalanıcıları üzerindeki beklenen etkisi, iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle başa çıkmada kilit bir ortak olarak özel sektörün farkındalığını artırmak ve imalat şirketlerini, iklimle ilgili riskleri değerlendirip uyum önlemleri geliştirmeleri konusunda desteklemektir. Böylelikle, Türkiye’deki imalat sanayinin iklim değişikliğine karşı uyum kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunulması ve dolaylı olarak toplulukların ve toplumun direncinin artırılması hedeflenmektedir.

Projenin temel amacı, iklim değişikliğinin imalat sanayi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve sektörel uyum stratejilerinin oluşturulmasıdır. Bu çerçevede seçilen 3 alt sektör arasında bulunan gıda ürünleri, tekstil ürünleri ve giyim eşyaları ile orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayilerinde faaliyet gösteren 10 tesiste temiz üretim etütlerini de kapsayan detaylı risk değerlendirmesi analizleri yapılmıştır. Buna ek olarak seçilen 30 tesiste genel bir değerlendirme çalışması yapılarak 3 alt sektör bazında iklim değişikliği risklerinin azaltılması amacıyla hayata geçirilebilecek stratejilerin değerlendirildiği sektörel eylem planlarının hazırlanması hedeflenmiştir. Ayrıca sanayi sektörlerinde karar vericilere genel bir bakış açısı sunulması amacıyla çalışmanın temel sonuçlarını, sektörel bazda toplanan verilerin özetini ve sanayi sektörleri uyum kapasitesini arttırmak amacıyla önerilebilecek uyum eylemlerine ilişkin değerlendirmeleri içeren bir rapor hazırlanması hedeflenmiştir.

Projenin en önemli bileşenlerinden biri farkındalık ve bilinçlendirme amacıyla organize edilmiş olan ve 2 döngüde özel sektör, kamu ve sivil toplum kuruluşlarından toplam 135 temsilcinin katılım sağladığı Mini MBA programıdır. TÜBİTAK MAM yetkilileri, finans ve kurumsal sürdürülebilirlik konusunda uzman kişiler tarafından gerçekleştirilen Mini MBA programı; toplam 6 oturumda iklim değişikliği temel kavramlar, risk analizi, temiz üretim ve denetimi, iklim uyum finansmanı ve kurumsal sürdürülebilirlik raporlaması konu başlıklarında 6 haftada tamamlanmıştır. Bu program çerçevesinde, proje kapsamında geliştirilen sanayi sektörlerine yönelik iklim değişikliği risk değerlendirmesi metodolojisinin projeye dahil edilmemiş tesislerde de uygulanabilmesi amacıyla bilinçlendirme çalışması yapılması hedeflenmiştir. Bunun dışında proje kapsamında teknoloji, finansman, iletişim odaklarında ve son olarak sanayiden uygulama örneklerinin paylaşıldığı 4 farklı çevrimiçi





seminer düzenlenmiştir. Bu etkinliklere toplam 1.024 kişi katılım sağlamıştır. Söz konusu seminerler vasıtasıyla ulusal ve uluslararası çerçevede sanayi sektörleri odaklı temiz teknolojilerin geliştirilmesine yönelik işbirliğinin artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca proje kapsamında hazırlanması hedeflenen Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin yer aldığı yarım gün süren 3 sektörel çalıştay düzenlenmesi planlanmış olup, 21-29 Mayıs 2025 tarihleri arasında fiziki olarak düzenlenen çalıştaylarda toplam 90 katılımcının sektörde gerçekleşebilecek fiziksel ve geçiş risklerine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri alınmıştır.

Proje çalışmaları kapsamında hazırlanan bu gıda ürünleri üretimi sanayiinde oluşabilecek fiziksel ve geçiş riskleri hakkında bilgi vermekte ve alt sektörlerde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılmasına yönelik olarak hayata geçirilebilecek uyum önlemlerini özetlemektedir. Taslak olarak yayınlanan bu raporun proje çalışmalarının tamamlanmasını müteakip güncel hali ile tüm paydaşlar ile paylaşılması hedeflenmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 13 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ

İklim değişikliği, küresel ölçekte ekonomileri doğrudan etkileyen en kritik faktörlerden biri haline gelmiştir. İmalat sanayi, yüksek enerji ve hammadde bağımlılığı, yoğun su kullanımı, küresel tedarik zincirlerine entegrasyonu ve istihdam yaratmadaki rolü nedeniyle iklim risklerine karşı kırılgan sektörlerden biridir. İklim değişikliği ile ilgili olarak sanayi sektörleri için değerlendirilebilecek risk kategorileri fiziksel ve geçiş riskleri olarak iki ana grupta değerlendirilmektedir. Sıcaklık artışı, azalan su kaynakları, aşırı hava olayları gibi fiziksel riskler, üretim süreçlerinde kesintilere, altyapı hasarlarına ve maliyet artışlarına yol açabilmektedir. Öte yandan, düşük karbonlu ekonomiye geçiş süreciyle birlikte değişen politika, piyasa ve teknoloji dinamikleri, imalat sanayini kapsamlı uyum ve dönüşüm adımları atmaya zorlamaktadır.

Uluslararası düzeyde yapılan analizler, iklim değişikliğinin sanayi sektöründe yaratacağı etkilerin giderek daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu'nda, sanayinin özellikle enerji yoğun alt sektörlerinde iklim değişikliğine bağlı fiziksel kayıpların yanı sıra geçiş riskleri nedeniyle de ciddi uyum ve dönüşüm baskısı altında olduğunu vurgulamaktadır. İmalat sanayinin dayandığı küresel ölçekli tedarik zincirlerinde oluşabilecek fiziksel etkiler, yalnızca yerel üretimi değil, sınır ötesi ticareti ve sanayileri de etkileyerek ekonomik zararları artırabilmektedir. Örneğin; 2011 yılında Tayland'da meydana gelen sel felaketi, başta otomotiv ve elektronik olmak üzere sanayi bölgelerinde uzun süreli üretim kesintilerine yol açmış ve bu durum küresel tedarik zincirlerinde ciddi aksamalar yaratmıştır. Bu olay, iklim kaynaklı afetlerin yerel sınırları aşarak küresel ölçekte ekonomik etkiler doğurabileceğini göstermiştir (O'Neill B. M., 2022). Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafınca yayınlanan 2025 yılı Küresel Riskler Raporu'na göre, iklim değişikliği ile ilişkilendirilebilecek aşırı hava olayları, biyoçeşitlilik kaybı, doğal sistemlerde geri dönüşü olmayan değişim ve doğal kaynakların tükenmesi gibi riskler önümüzdeki on yılın en kritik küresel tehditleri arasında değerlendirilmektedir (WEF, 2025). İklim değişikliğinin ekonomik etkilerinin değerlendirildiği güncel bir çalışmaya göre 1,5°C'lik küresel ısınma seviyesine ulaşıldığında küresel gayri safi yurtiçi hasılanın ortalama %3,2 oranında kaybedileceği, 3°C'de ise bu değer %10'a ulaşacağı öngörülmektedir (Waidelich, P., Batibeniz, F., Rising, J., Kikstra, J.S., Seneviratne, S.I., 2024). Etkileri tüm sektörlerde ve dünya genelinde hissedilen COVID-19 pandemisi nedeniyle 2018 yılında bu değer %3,1 seviyesine gerilediği dikkate alındığında, iklim değişikliğinin ekonomik faaliyetler üzerinde ne denli ciddi etkiler doğurabileceği görülmektedir (Stacy, B., 2023). Dolayısıyla, imalat sanayinde iklim değişikliğinin yaratacağı risklerin sistematik olarak değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. İmalat sanayinde iklim değişikliği kaynaklı riskler iki ana kategori altında ele alınmaktadır: fiziksel riskler, iklim olaylarının doğrudan etkilerini ifade ederken; geçiş riskleri, düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde politika, piyasa, teknoloji ve itibar kaynaklı değişimleri kapsamaktadır. Bu bölümde her iki risk üzerine örnekler paylaşılarak, sektörün uyum kapasitesinin geliştirilmesine yönelik değerlendirmelere temel oluşturulması hedeflenmiştir.

2.1. Fiziksel Riskler

İmalat sanayinde faaliyet gösteren şirketler, coğrafi konumlarına ve tedarik zincirlerinin yapısına bağlı olarak iklim değişikliğinden kaynaklanan çeşitli fiziksel risklere maruz kalmaktadır. Bu riskler fırtınalar, seller, dolu,



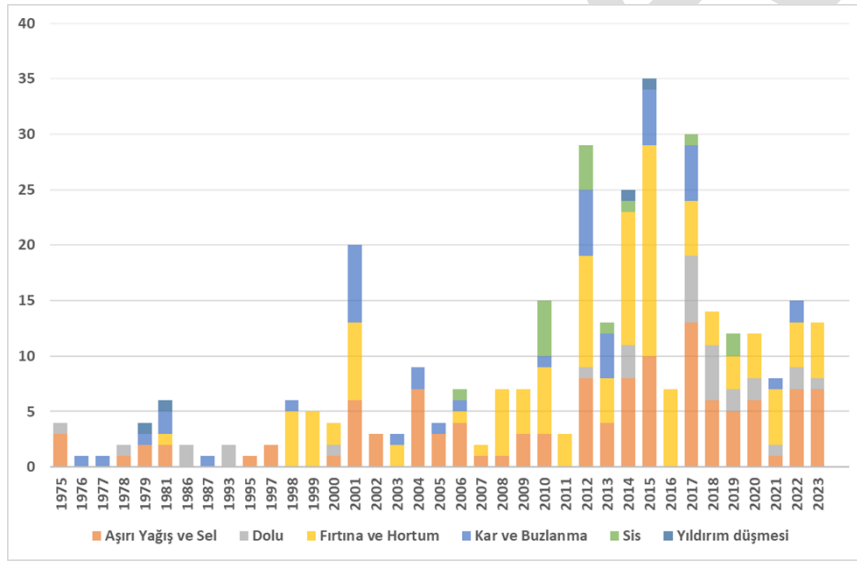


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 14 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

sıcaklık artışı, heyelan, kuraklık ve su kıtlığı, orman yangınlarını kapsamaktadır. Fiziksel riskler, akut ve kronik olarak ikiye ayrılmaktadır. Sel, fırtına, orman yangını ve sıcak hava dalgaları gibi ani gelişen olaylar sebebiyle oluşabilecek riskler akut riskler grubundadır. Bu tür olaylar sanayi tesislerinde üretim kesintilerine, altyapı hasarına, enerji arzında aksamaya ve lojistik zincirinde bozulmalara yol açabilir. Etkilerinin uzun vadede görüldüğü grupta yer alan kronik riskler arasında ise ortalama sıcaklık, yağış gibi parametrelerin uzun vadeli değişimi, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık ve ekosistemlerin bozulması gibi riskler yer almaktadır. Bu etkiler tesislerde soğutma ve iklimlendirme maliyetlerinin artmasına, su ve hammadde temininde zorluklara ve çalışan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. İlerleyen bölümlerde sanayi tesisleri açısından öne çıkan fiziksel risk grupları özelinde değerlendirmelere yer verilmiştir.

Aşırı hava olaylarının değişimine dair genel bir bakış açısı sunmak adına İstanbul'da son 50 yıl içerisinde meydana gelen aşırı hava olayları incelenmiş olup Şekil 2.1'de yer verilen grafik, şehrin iklim değişikliğine bağlı meteorolojik değişimlerini açıkça ortaya koymaktadır. Bölgede son yıllarda aşırı hava olaylarının sayısında dikkat çekici bir artış gözlemlenmektedir. Bu durum, küresel ısınmanın yerel etkilerini gözler önüne sermektedir. Bu dönem içerisinde 334 önemli hava olayı kayıt altına alınmıştır. Fırtına ve hortum, 124 olayla ili etkileyen en önemli meteorolojik hadisedir. Aşırı yağış ve sel ise bölgeyi en çok etkileyen ikinci önemli hava olayı olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2.1: İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları

Aşırı hava olaylarından kaynaklı zararlar incelendiğinde, özellikle ulaşım sektörü bu durumdan olumsuz etkilenmiştir; karayolu, deniz ve hava ulaşımında aksamalar meydana gelmiş, çok sayıda trafik kazası yaşanmış, yollar kapanmış ve ulaşım araçları zarar görmüştür. Zirai ürünler ve tarım alanları da büyük ölçüde etkilenmiştir; ekili araziler, sebze bahçeleri, meyve ağaçları ve endüstri bitkileri zarar görmüş, aşırı yağış ve don nedeniyle çiçekler ve meyveler dökülmüş, birçok tarım arazisi su altında kalmıştır. Yerleşim yerleri ve altyapı da ciddi hasar görmüştür; evler ve işyerleri sular altında kalmış, çatılar uçmuş, bacalar yıkılmış, duvarlar çökmüş, elektrik, enerji nakil ve haberleşme hatlarında arızalar ve kopmalar yaşanmıştır. Son olarak, insan ve

hayvan sağlığı da tehdit altına girmiştir; yıldırım düşmesi, soğuk hava ve seller nedeniyle can kayıpları ve yaralanmalar olmuş, hayvanlar telef olmuş ve şehiriçi ulaşım aksamıştır.

2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi

Sanayi sektörlerinde yapılan üretimler genellikle su kullanımını içermektedir. Su hammadde olarak (ör. gıda ve içecek sektörleri), soğutma suyu olarak (ör. demir-çelik, yarı iletken üretimi, cam sanayi) ve yıkama durulama (ör. kağıt, deri, tekstil sanayi) gibi farklı amaçlar için çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Sanayi sektörlerinde kullanılmakta olan su miktarı kamusal kullanım miktarlarına oranla çok daha fazladır. Avrupa Birliğindeki üye devletler 2022 yılında tüketilen toplam suyun yaklaşık %34'ünü elektrik santrallerinde soğutma amacıyla kullanırken bunu tarım (%29), evsel tüketim (%21) ve imalat sanayi (%15) takip etmiştir (EEA, 2024). Bu verilere göre, imalat sanayinin doğrudan kullandığı su miktarı %15 seviyesinde olmasına rağmen; tarım, elektrik üretimi ve evsel su kullanımı gibi sektörler için yapılan dolaylı su kullanımları da göz önüne alındığında, imalat sanayinin toplam su ayak izi açısından çok daha büyük bir paya sahip olduğu değerlendirilebilir. Dolayısıyla su kaynaklarına erişim sanayi sektörleri açısından kilit bir rol oynamakta, oluşabilecek herhangi bir kuraklık işletmelerin üretim sürekliliğini ciddi bir biçimde etkileyebilmektedir.

Küresel ölçekte kuraklık nedeniyle sanayi tesislerinde üretimin durdurulduğu pek çok örnekle karşılaşmak mümkündür. Örneğin, 2019 yılında Hindistan'ın Chennai şehrinde yaşanan kuraklık sebebiyle bölgedeki tekstil ve deri üretim tesisleri faaliyetlerini durdurmak zorunda kalmış, bu felaket sonrasında yerel yönetimlerin ileri atıksu arıtma ve yağmur suyu toplama sistemlerinin genişletilmesi yönündeki faaliyetleri ile riskin azaltılması için çalışmalar yürütülmüştür (Joseph, R., 2022). ABD'nin Kaliforniya eyaletinde 2021 ve 2022 yıllarında yaşanan kuraklığın tarımla bağlantılı sektörlerle etkisinin değerlendirildiği bir çalışma, su tedarikinde %40'lara varan azalmanın, 700 bin hektar üzerinde ekili araziye doğrudan etkilediğini ve tarımsal üretimdeki gelir kayıplarının 1,7 milyar dolar seviyesine yükseldiğini ortaya koymuştur. Kuraklık, bölgede tarıma bağımlı süt ve et ürünleri üretimi yapan gıda tesislerinde 3,5 milyar dolara varan gelir kaybına neden olarak bölgesel ekonomik etkileri arttırmıştır (Medellín-Azuara, J., Escrivá-Bou, A., Rodríguez-Flores, J.M., Cole, S.A., Abatzoglou, J.T., Viers, J.H., Santos, N., Sumner, D.A., 2022). Avrupa genelinde iklim değişikliğine bağlı kuraklık riskinin yaratacağı etkilerin değerlendirildiği bir diğer çalışmada ise güneydeki ülkelerin ekonomik büyüklüklerine göre günümüzde kuraklıktan en fazla etkilenen bölgeler olduğu ancak, küresel ısınmanın artması ile birlikte batı Avrupa'nın da giderek daha fazla risk altına gireceği değerlendirilmiştir. Kuraklığın özellikle tarımsal üretim başta olmak üzere, su temini, enerji üretimi ve nehir taşımacılığı gibi ekonomik açıdan önemli sektörler de ciddi zararlar oluşturabileceği ve bölgesel ölçekte gayrisafi yurtiçi hasılanın %1-2 oranında, tarımın ağırlıklı olduğu bölgelerde ise tarım gelirlerinin %15 oranında kaybedilebileceği belirtilmiştir (Motta, C., Naumann, G., Gomez, D., Formetta, G., Feyen, L., 2025). Dünya Bankası tarafından kuraklığın ekonomik etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde normal koşullarla karşılaştırıldığında, orta şiddette kuraklığın büyümeyi ortalama yaklaşık %0,39, aşırı kuraklık koşullarının ise ortalama yaklaşık % 0,85 oranında azalttığı ortaya konmuştur. Buna karşın gelişmiş ülkelerde orta şiddette kuraklık etkilerinin mevcut önlemler sayesinde ekonomide hissedilmediği, aşırı kuraklık koşullarında ise gelişmekte olan ülkelerin yarısı seviyesinde ekonomik kayıpların olduğu belirtilmiştir (Esha, Z., Damania, R., Engle, N., 2023).

Su sadece üretimde doğrudan kullanımı ile değil, özellikle nehir yolu taşımacılığının kullanıldığı bölgelerde ulaşım sürekliliği açısından da önemli bir meta olarak görülmektedir. Örneğin, Almanya'da Ren Nehri'nde su

seviyesinin 30 gün boyunca düşük seyretmesi sebebiyle gemilerde daha az yük taşınabilmiş bu da hem navlun ücretlerinin artmasına hem de tesislerde üretimin aksamasına sebep olarak üretimde yaklaşık %1'lik bir düşüşe yol açmıştır. Uzmanlar, bu durumun iklim değişikliğiyle bağlantılı değişen yağış düzeninden kaynaklandığını ve özellikle 2018 ile 2022 yıllarında yaşanan kuraklık hadiselerinin bölgedeki kimya ve petrokimya tesislerini doğrudan etkileyerek ekonomik faaliyetleri ciddi şekilde aksattığını belirtmiştir (Kyllmann, C., 2023). Küresel ölçekte gemi trafiği açısından önemli geçiş yollarının da iklim değişikliğinden etkilenmekte olup, 2024 yılında Panama Kanalı'nda yaşanan kuraklık sebebiyle günlük gemi geçiş sayısı 38'den 24'e düşmüştür. Aynı dönemde Süveyş Kanalı'nda gemilere yönelik saldırılar sebebiyle yaşanan kesinti ile birlikte navlun maliyetlerinde yaşanan artışın dünya genelinde tüketici fiyatlarının %0,6 seviyesinde artmasına sebep olacağı öngörülmüştür (UNCTAD, 2024).

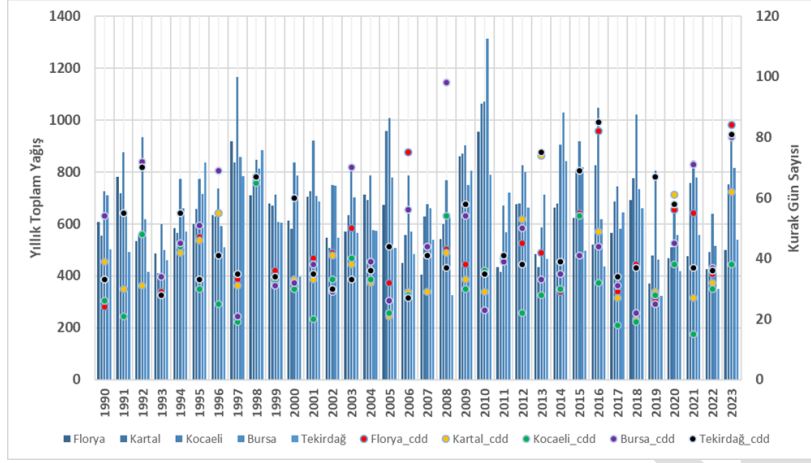
Marmara Bölgesi'nde kuraklığa ilişkin bir değerlendirme yapabilmek adına bölgede bulunan 5 meteorolojik istasyonun verileri irdelenmiştir. Kocaeli'ye düşen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 826 mm ile diğer 4 istasyona oranla belirgin şekilde yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2.2). Bölgedeki ortalama en düşük yağış miktarı ise 570 mm ile Tekirdağ'a düşmektedir. Bir yıl içerisinde en fazla yağış ise 1314 mm ile Bursa'ya düşmüştür. Ayrıca bölgedeki isyasyonlarda günlük toplam yağış miktarının 1mm'nin altında kaldığı ardışık maksimum gün sayısı olarak tanımlanan kurak dönem süreleri de hesaplanmıştır. Bu meteorolojik gösterge, bir bölgenin iklim karakteristiğini anlamak ve potansiyel kuraklık risklerini değerlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. 1990-2023 yılları arasında bir veri setini kapsayan analizler, Tekirdağ'da ortalama kurak dönem süresinin yaklaşık 47 gün olduğunu ortaya koymaktadır. Bir yıl içerisinde en uzun süre yağışsız kalan bölge 98 gün ile Bursa'dır. Kocaeli diğer bölgelere daha ıslak dönemler geçirmektedir.

Dünya İklim Araştırma Programı'nın (WCRP) Bağlantılı Modelleme Çalışma Grubu (ESMO-Earth System Modelling and Observations' WGCM-Working Group on Coupled Modelling), Uluslararası Jeosfer-Biyosfer Programı'nın (IGBP) Dünya Sisteminin Analizi, Entegrasyonu ve Modellenmesi (AIMES) projesinin de katkılarıyla, Eylül 2008'de 20 iklim modelleme grubunun katıldığı bir toplantıda, yeni bir dizi koordineli iklim modeli deneyini teşvik etme kararı almıştır. Bu deneyler, Birleştirilmiş Modeller Karşılaştırma Projesi'nin (CMIP5) beşinci aşamasını oluşturmaktadır (Taylor, K.E., Stouffer, R.J., Meehl, G.A., 2012). 20'den fazla modelleme grubu 50'den fazla model kullanarak CMIP5 simülasyonlarını gerçekleştirmiştir. CMIP5 model deneylerine ait iklim projeksiyonları IPCC 5. İlerleme Raporu analizlerinde değerlendirilmiş olup bazı demet projeksiyon (ensemble model simulations) sonuçları değerlendirilerek bölgedeki kurak gün sayıları hesaplanmıştır. CMIP5 projeksiyonları sonucu elde edilen sonuçlara göre de bu değerlerin 2100 yılına kadar 10-30 gün daha artması beklenmektedir. Bölgenin yıllar içerisinde yağış almadığını veya çok az yağış aldığını günlerin daha sık yaşayacağı öngörülmüştür. Nitekim, bazı ekstrem yıllarda ise kurak sürenin 100 günleri aşabileceği model sonuçları ile görülmüştür.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 17 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 2.2: Marmara Bölgesi'nde yıllık toplam yağış miktarı ve kurak gün sayısı değişimi (1990-2024)

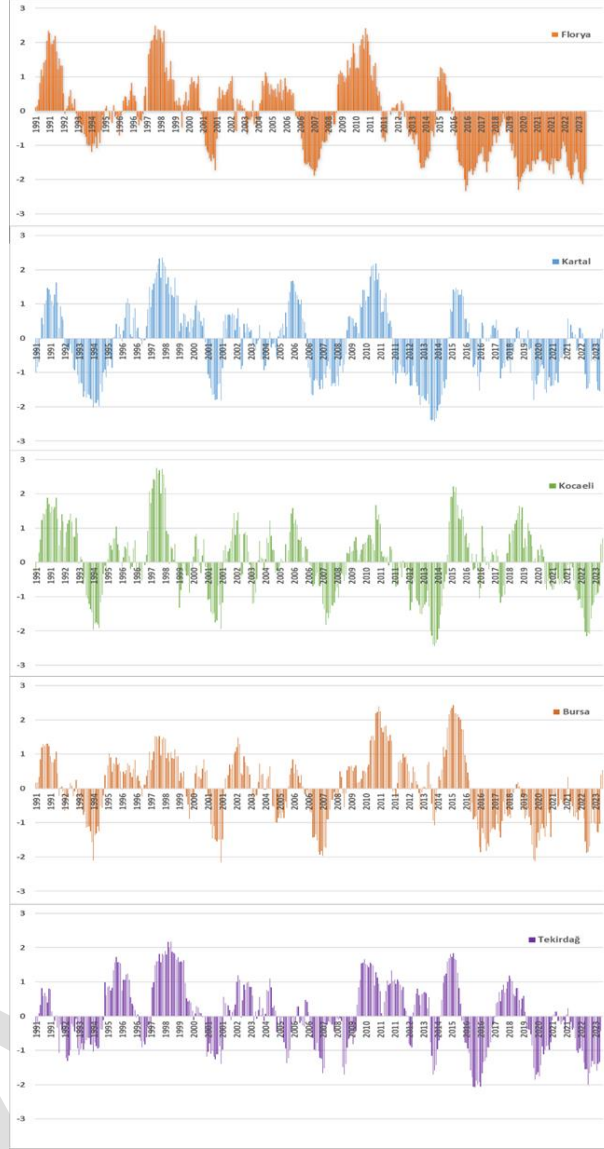
Standartlaştırılmış Yağış - Evapotranspirasyon İndisi (the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index-SPEI) iklimsel su dengesine (Yağış-Evapotranspirasyon) dayandığından kurak dönemlerin tanımlanmasında önerilmektedir (Vicente-Serrano vd., 2010). SPEI indisi değerleri sınıflandırması 2,00 ve üzeri (aşırı nemli), 1,50 – 1,99 (çok nemli), 1,00 – 1,49 (orta nemli), 0 – 0,99 (hafif nemli), 0 – (-0,99) (hafif kurak), (-1,00) – (-1,49) (orta kurak), (-1,50) – (-1,99) (şiddetli kurak), (-2,00) ve altı (aşırı kurak) olarak tanımlanır. Bölgedeki istasyonlar verileri kullanılarak SPEI indisleri hesaplanmıştır. SPEI kuraklık indisi zaman dizisi grafikleri, bir bölgenin iklim koşulları açısından hangi evreye (örneğin, yarı kurak, kurak, yarı-nemli veya nemli) girdiği konusunda değerli bilgiler sunmakta olup; Marmara Bölgesi'nde yer alan istasyonlar için hazırlanmış SPEI değerleri Şekil 2.3'te verilmiştir. Bu grafiklerin analizi, istasyonların nemli ve kurak dönemlerindeki değişimleri değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. SPEI değerinin 12 aylık değerlendirmelerine göre, Florya ve Bursa'da hafif-orta kurak olarak tanımlanmaktadır. Bölgedeki tüm istasyonların son 5 yıl içerisinde kurak bir süreç geçirmektedir.

Türkiye Kuraklık Projeksiyonları Raporu (MGM, 2021), küresel ısınmanın etkisiyle sıcaklık girdilerine dayanan kuraklık indislerinin öneminin giderek arttığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, Türkiye genelinde geçmişte yaşanan ve gelecekte beklenen meteorolojik kuraklık olaylarının kapsamlı bir analizi yapılmıştır. Çalışmada, mevcut gözlemler ve HadGEM2-ES (RCP4.5) projeksiyonu kullanılarak SPEI-12 indisleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, bölgede şu anda görülen hafif-orta kurak koşulların gelecekte daha belirgin hale geleceğini göstermektedir. Özellikle 2030 yılından itibaren bölgenin hafif-orta kurak dönemleri çok daha sık yaşayacağı öngörülmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 18 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 2.3: Marmara Bölgesi'nde SPEI kuraklık indisi değişimi (1990-2024)

2.1.2 Sıcaklık Artışı

İklim değişikliği sonucunda yükselen küresel sıcaklıklar, değişen soğutma ihtiyacı sebebiyle sanayilerde enerji tüketiminde ciddi bir artışa sebep olmaktadır. Artan sıcaklıklar, hem işçi verimliliğini düşürmekte hem de üretim süreçlerinde kullanılan suyun buharlaşmasını hızlandırmaktadır. Bu durum, soğutma ihtiyacını artırarak daha fazla enerji ve su tüketimine yol açmaktadır. Yapılan araştırmalar, soğutma için gerekli olan endüstriyel enerji ihtiyacının önümüzdeki 25 yıl içerisinde yıllık olarak %1,8 ile %3,1 oranında artabileceğini ortaya koymaktadır (UNEP, 2023).



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 19 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Çin Halk Cumhuriyeti yaşanan yüksek sıcaklıklardan ötürü endüstriyel üretkenlikte sekteye uğrayan ülkelere birisidir. Öyle ki bir üretim tesisinde sadece bir günlük yaşanan 32°C üzerindeki sıcaklık tesise 10.00 ABD dolardan fazla maliyet sebep olmuştur (NBER, 2017).

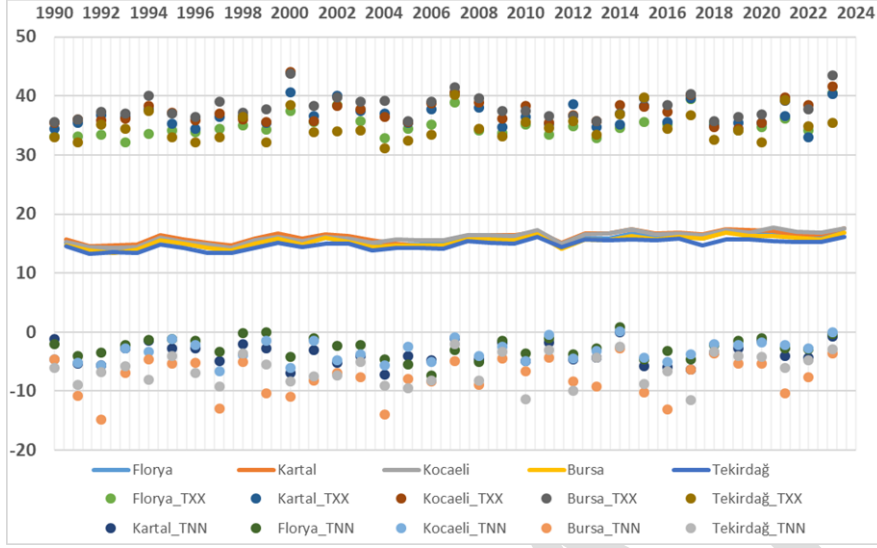
Marmara Bölgesi içerisinde yer alan ve bölgeyi en iyi temsil edecek uzun dönemli ölçüm geçmişine sahip Florya, Kartal, Kocaeli, Bursa ve Tekirdağ istasyonlarında sıcaklık verileri incelenmiş olup; hem ortalama sıcaklıklar hem de ekstrem değerlerde önemli gözlemler ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.4). Ortalama sıcaklık değerleri istasyonlara göre küçük farklılıklar göstermekte, özellikle Marmara'nın iç kesimlerinde yer alan Bursa ve Tekirdağ istasyonlarında diğerlerine göre daha düşük yıllık ortalama sıcaklıklar kaydetmektedir. 5 istasyonun 1990-2023 yılları arasındaki ortalama sıcaklıklarının ortalaması 15,5 C olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama sıcaklık değerleri 16,1 C ile Kartal istasyonunda ölçümlenmiştir. Bölgede ayrıca uç sıcaklık değerleri de incelenmiş olup; en yüksek maksimum sıcaklık (TXX) değerlerinin 31–44 °C arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. İnceleme dönemi içerisinde en yüksek sıcaklıklar 44,1 °C ile Kocaeli istasyonunda gözlemlenmiştir. En düşük minimum sıcaklık (TNN) değerleri ise özellikle bölgede -15 °C'ye kadar indiği dönemler olduğu görülmüştür. Sıcaklık değerlerinin yıllar içerisinde değişimi incelendiğinde uç parametrenin artışı trendi içerisinde olduğu görülmektedir.

Soğutma gün dereceleri, esasen bir binanın soğutulması için gerekli olan enerji talebinin dolaylı bir ölçüsüdür. Bu gösterge, dış ortam sıcaklığının belirlenen eşik değerin üzerine çıktığı günlerde, sıcaklık farkının ve bu farkın süresinin bir fonksiyonu olarak hesaplanır. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık olmamakla birlikte MGM 22°C olarak almaktadır. Bölgedeki en yüksek soğutma ihtiyacı Kartal'da hesaplanmış olup; ortalama 339 °C gün'dür. 30 yılı aşkın süredeki değerler incelendiğinde tüm bölgelerde soğutma ihtiyacı 2 katına çıkmıştır. Bölgedeki en düşük soğutma ihtiyacı ise Tekirdağ'dadır. Isıtma gün dereceleri, belirli bir zaman diliminde (gün, ay veya yıl bazında) dış ortam sıcaklığı ile iç mekan konfor sıcaklığı arasındaki farkı dikkate alarak, bir binanın ısıtma ihtiyacının şiddetini ve süresini ölçen önemli bir iklim göstergesidir. Isıtma gün derecelerinin hesaplanmasında, genellikle bir eşik sıcaklık değeri baz alınır. Bu eşik değer, ülkeden ülkeye ve hatta bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmektedir. Türkiye'de MGM tarafından bu eşik sıcaklık 15°C olarak kabul edilmektedir. Bölgedeki en yüksek ısıtma ihtiyacı yıllık ortalama 1642 °C gün ile Bursa'da, en düşük ise 1319 °C gün ile Kartal'dadır. Yıllar içerisindeki ısıtma ihtiyacı değerleri incelendiğinde bir azalma trendi olduğu, ortalama sıcaklıkların yükseldiğine ve kış mevsimlerinin ılımanlaştığına işaret etmektedir (Şekil 2.5).

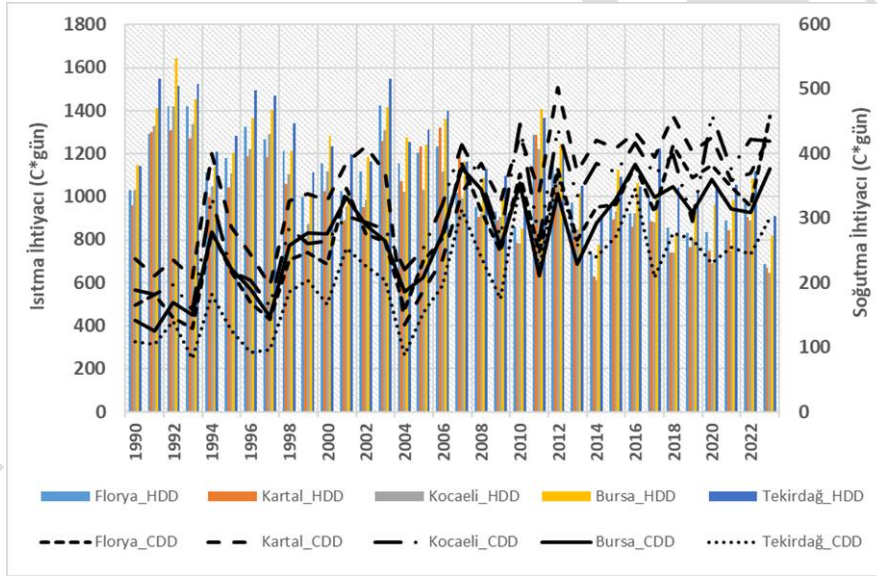


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 20 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 2.4: Marmara Bölgesi'nde yıllık sıcaklık değişimi (1990-2024)



Şekil 2.5: Marmara Bölgesi'nde ısıtma ve soğutma ihtiyacı değişimi (1990-2024)

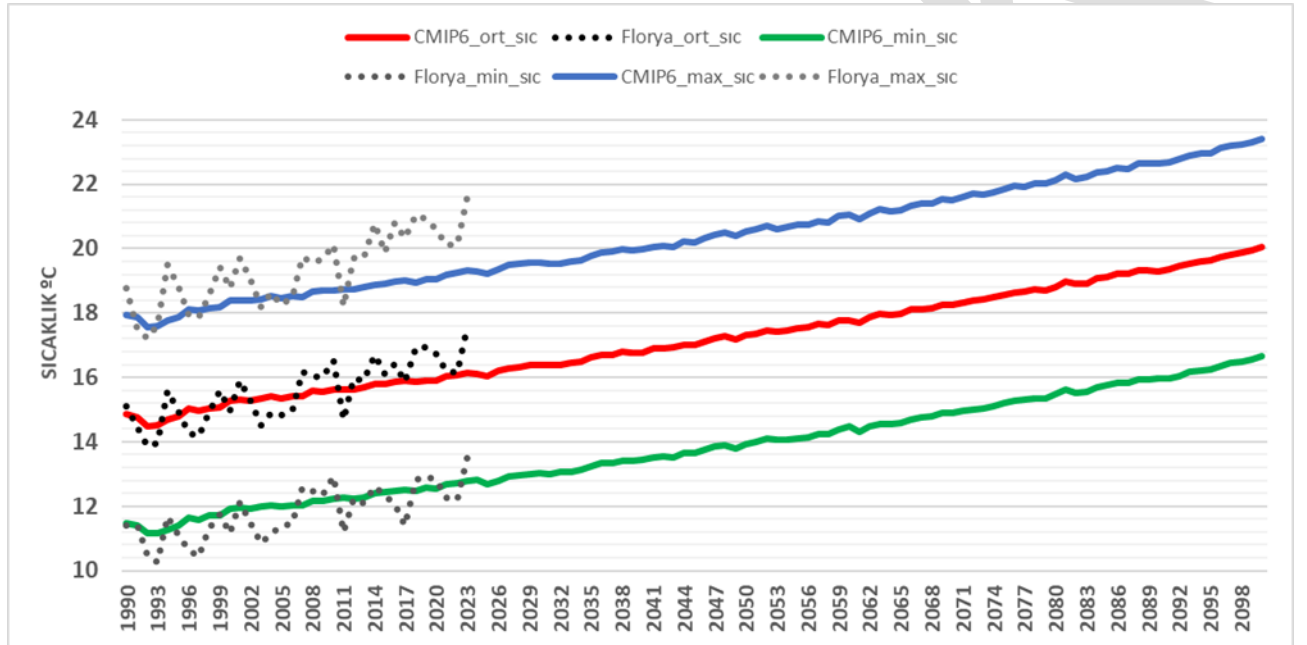
Bölgedeki değişen iklim koşullarını analiz edebilmek için CMIP6 projesi kapsamında üretilen simülasyon verilerinden faydalanılmıştır. CMIP6 verileri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu'nun temelini oluşturan kapsamlı ve detaylı bir veri setidir. Bu veriler, iklim bilimcilerin ve politika yapıcıların küresel ısınma ve iklim değişikliği konularında daha isabetli kararlar almasını sağlayan kritik bilgiler içermektedir. Veriler, CMIP6 projesine katkıda bulunan dünyanın önde gelen iklim araştırma merkezleri ve bilimsel kurumlar tarafından titizlikle üretilmekte ve düzenli olarak güncellenmektedir. Gelecekteki iklimi koşullarını tahmin etmek için, iklim değişikliğini etkileyecek ekonomik, sosyal ve fiziksel değişiklikler hakkında varsayımların yapılması gerekir. Bu nedenle, projeksiyonlar belli senaryo kabulleri



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 21 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

eşliğinde yapılmakta olup; SSP ve RCP'ler (Shared Socio-economic Pathways-Ortak Sosyoekonomik Yollar ve Representative Concentration Pathways-Temsili Konsantrasyon Yolları) iklim modellerinin projeksiyonlarını oluşturmak için ihtiyaç duyduğu makul emisyon senaryolarıdır. SSP'ler, demografik, ekonomik, teknolojik, sosyal, yönetim ve çevresel faktörler gibi toplumun unsurlarındaki makul alternatif değişiklikleri tanımlamak için kullanılırlar. Senaryolarla çalışmanın amacı geleceği tahmin etmek değil, çok çeşitli olası gelecekler altında sağlam kararlara ulaşmak için belirsizlikleri daha iyi anlamaktır. İfade için ilk sayısı varsayılan ortak sosyo-ekonomik yolu, ikincisi ise 2100 yılındaki yaklaşık küresel etkin radyatif zorlamayı ifade etmektedir (O'Neill, ve diğerleri, 2017). Söz konusu radyatif zorlamayı ifade eden rakamlar sanayi öncesi seviyelere göre 2100 yılına kadar toplam radyatif zorlamanın hedeflenen miktarda artmasına neden olacak sera gazı konsantrasyonlarını ifade ederler. Şekil 2.6'da verilen iklim simülasyonları, IPCC 6. Değerlendirme Raporunda (IPCC, 2022) yer verilen ve CMIP6 projesinde kullanılan tüm modellerin SSP senaryolarından SSP3-7.0 senaryolarına ait ortalama sonuçlarından alınmıştır.



Şekil 2.6: İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 sıcaklık tahminleri (1990-2100)

Bölgedeki yıllık ortalama sıcaklıkların değişimi incelendiğinde 0,0471 °C/yıl bir artış hızı olduğu belirlenmiş olup; 2100 yılı sonuna gelindiğinde sıcaklıklarda yaklaşık 5 °C'lik bir artışın olacağı öngörülmektedir. 10 °C'nin üstünde olan bölgedeki en düşük ortalama sıcaklıklar ise 2100 yılında 16 °C lere ulaşacağı tahmin edilmektedir. En yüksek sıcaklıkların ise artış hızının ortalama sıcaklık değerlerinden daha yüksek olduğu ve bölgede ortalama maksimum sıcaklık seviyelerinin 24 °C'lere ulaşacağı hesaplanmıştır. Gözlem verilerinin ise maksimum sıcaklıklar da tahminlerin daha da üstünde seyrettiği Şekil 2.6'da görülmektedir

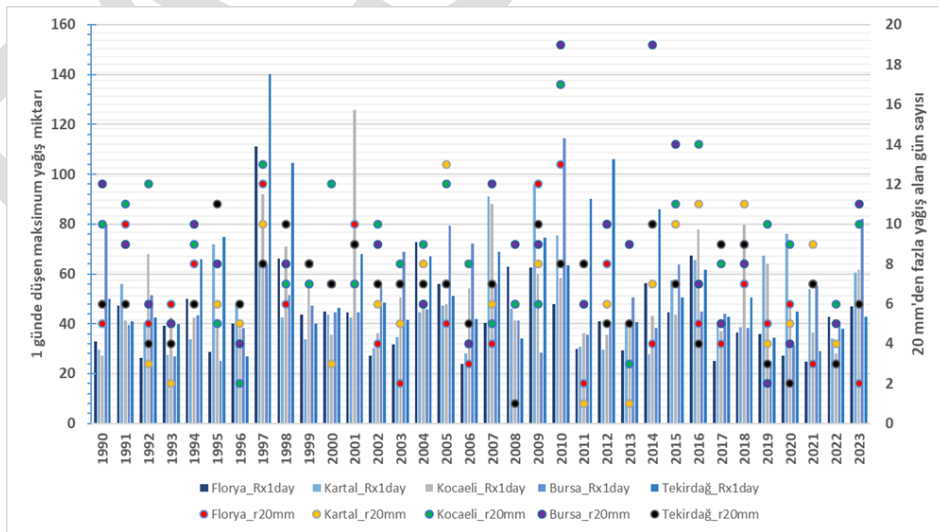
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel

İmalat sanayi üretim tesislerinin aşırı yağış ve sele maruz kalması ürünlerin zarar görmesine ve tesislerde hasar oluşmasına sebep olabilir. Şiddetli sel baskınları, üretim tesisinde bulunan ürünlere, yüksek bütçeli imalat makinalarına ve malzemelere zarar vererek üretimi sekteye uğratabilir. Bu tür afetlerin ardından oluşan yüksek onarım maliyetleri, firmaları ekonomik olarak etkilemektedir. Yapılan bir araştırma sonucunda, Asya kıtasında yer alan sanayi sektörünün yaklaşık %19-24'ünün sel riskine karşı yüksek oranda savunmasız olduğu görülmüştür (UNEP, 2023).

Yarı iletken üretim endüstrisi diğer sanayilere oranla daha pahalı ve suya duyarlı ekipman üretimi yapmakta oldukları için firmalarca sel riskleri daha büyük önem arz etmektedir. Oluşacak hasarların ekonomik olarak firmaları etkiliyor olması sebebiyle 2011 yılında yaşanan Tayland sel felaketi ardından bir yarı iletken üretim tesisi, kurtarma ve yeniden inşa için gerekli olan maliyetleri karşılamamak için hasar alan mevcut üretim tesislerinden birisini kalıcı olarak kapatma kararı almıştır (Moody's, 2021).

Bölgede 1 günde düşen maksimum yağış miktarı incenlendiğinde ortalama 51 mm olup; ortalama en yüksek yağmurun düştüğü istasyon 57 mm ile Tekirdağ'dır. 1 gün içerisinde en fazla yağış 1997 yılında 140 mm ile Tekirdağ'a düşmüştür. Marmara bölgesinde 20 mm'den fazla yağışın düştüğü gün sayısında aşırı yağış ve sel riski odağında incelemeye alınmış olup; ortalama 7 gündür. Yılda ortalama en fazla 20mm den fazla yağışın yaşandığı bölge Kocaeli olup; ortalama yılda 9 gündür. Bursa'da 2010 yılındaki 19 günde 20mm den fazla yağış düşmüştür. Bölgedeki yağış indislerine ait sonuçlar Şekil 2.7'de verilmiştir.

CMIP6 projesinde kullanılan tüm modellerin SSP senaryolarından SSP3-7.0 senaryolarına ait ortalama yağmur sonuçlarının kullanılarak bölge için üretilen uzun dönemli yağış değişimi grafiği Şekil 2.8'de verilmiştir. Yapılan trend analizine göre yıllık toplam yağış miktarının bölgede düşüşte olduğu belirlenmiştir. Ortalama yıllık yağış miktarında yaklaşık 80 mm'lik bir kaybın yaşanacağı tahmin edilmektedir. Gözlem verileri ile tahmin verileri karşılaştırıldığında, düşen yağış miktarının son yıllarda tahminlerin altında seyrettiği görülmektedir. Gelecek dönemler için beklenen bu azalışın, öngörülenden daha fazla olabileceği tahmin edilmektedir.

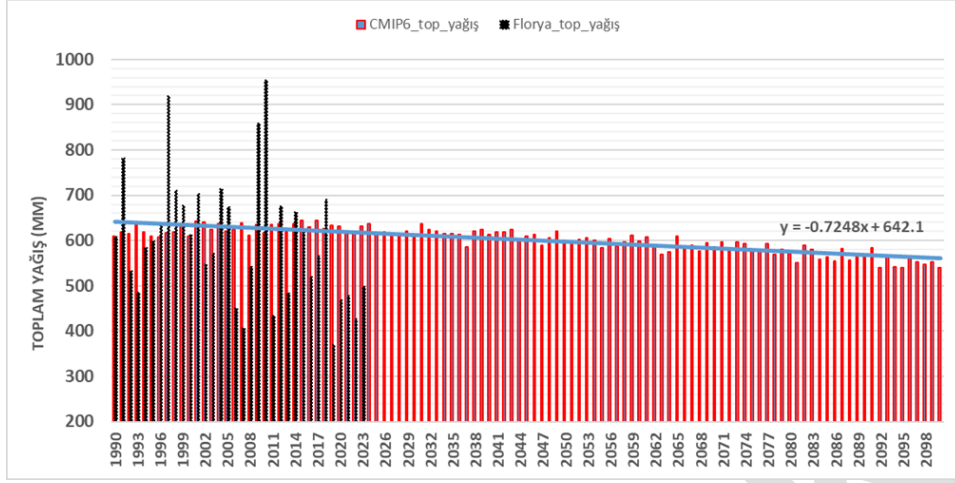


Şekil 2.7: Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 23 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 2.8: İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 toplam yağış verileri (1990-2100)

2.1.4 Orman Yangını

İklim değişikliği sonucunda küresel olarak artışta olan sıcaklıklar orman yangınlarının sıklığını arttırmaktadır. Orman yangınlarına karşı savunmasız olan endüstriyel bölgelerde bulunan üretim tesisleri için ortada ciddi bir risk bulunmaktadır. Yaşanan bir orman yangını sonucunda imalat sanayinde üretimin durması, geçici olarak yolların kapanması, ekipmanların hatta tesisin büyük hasarlar alması ve tedarik zincirinde yaşanabilecek olan aksamalar söz konusudur. Yaşanan bu olumsuzluklar, üretim süreçlerinin etkilenmesine, piyasalarda arz-talep dengesinin bozulmasına ve fiyat artışlarına sebep olabilmektedir. Özellikle hammadde olarak ağaç kullanılan orman ve kağıt endüstrileri ile meyve-sebze üretimi yapan tarım sektörleri için orman yangınları daha da ciddi bir meseledir. Ayrıca orman yangınları neticesinde bölgenin hidrolojisinin ciddi oranda etkilenmesi söz konusudur. Yanan zeminin hidrofobik özelliğe bürünüp alanın su geçirmez hale gelmesi ve sel riskinin artması da muhtemel bir durumdur (UNEP, 2023).

2021 yılında ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yaşanan orman yangınları 80'den fazla sektörü etkilemiştir. Yaşanan yangınlar sadece üretim tesislerini değil aynı zamanda temel ulaşım yollarının kapanmasıyla tedarik zincirlerinde gecikmeye ve üretim süreçlerinde olumsuz durumlara sebep olmuştur. Yaşanan bu olumsuzluklar yaklaşık olarak 637 milyon ABD doları zarara ve 42,7 milyar dolar ekonomik aksamaya sebep olmuştur (Garman, 2019).

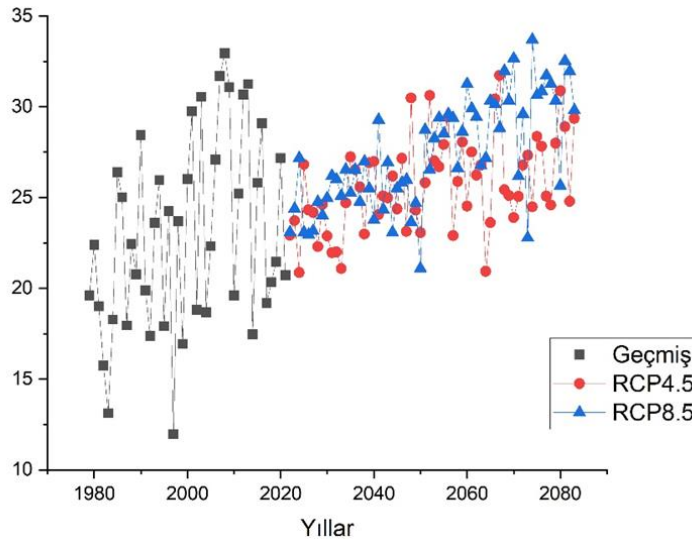
Yangın Hava İndeksi (FWI), ormancılık, yerel planlama ve afet risk yönetiminde kullanılan, kuraklık tehlikesi kategorisine ait bir göstergedir. Yüksek endeks değerleri, orman yangını riskinin arttığını gösterir. Kanada Ormancılık Servisi tarafından geliştirilen bu indeks, sıcaklık, yağış, bağıl nem ve rüzgar hızı gibi hava değişkenlerini kullanarak yangın tutuşma ve yayılma koşullarını tahmin etmekte olup şu şekilde sınıflandırılmaktadır: çok düşük: <5.2, düşük: 5.2 - 11.2, orta: 11.2 - 21.3, yüksek: 21.3 - 38.0, çok yüksek: 38.0 - 50, aşırı: >=50.0.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 24 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Marmara bölgesinde yaşanması olası bir orman yangını riskine yönelik veriler, Copernicus İklim Değişikliği Servisi (C3S) tarafından, C3S İklim Veri Deposu'ndaki (CDS) reanaliz verilerine dayanarak derlenmiş ve Şekil 2.9'da verilmiştir. Gözlenen veriler, ERA5 reanalizine dayanan ve sürekli güncellenen bir veri setinden alınmıştır. Copernicus Acil Durum Yönetim Servisi (CEMS), bu verileri Küresel ECMWF Yangın Tahmin modeli (GEFF) ve Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi (EFFIS) için kullanmaktadır. Simüle edilen veriler, EURO-CORDEX deneyinden alınan 5 model simülasyonuna dayanmaktadır. Bu simülasyonlar günlük çözünürlükte, $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ mekansal çözünürlükte olup, CMIP projesi kapsamında çalıştırılan RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının ortalamalarını içermektedir. Tahmin sonuçları incelendiğinde bölgedeki orman yangını riski mevcut durumun üstünde olacağı ve bu riskin yıllar içerisinde de artacağı beklenmektedir.



Şekil 2.9: Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi

2.2. Geçiş Riskleri

İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında yapılan, kuruluşların sera gazı emisyonlarını azaltmak ve yenilenebilir enerjiye geçiş yapmak için sanayilerde değişim hızını yöneterek uyum sağlaması adına uygulanan faaliyetler geçiş riskleri olarak adlandırılmaktadır. Uygulanması gereken politikalar, yasal düzenlemeler, teknolojik yenilikler ve pazar değişimleri gibi pek çok eylem bu riskleri şekillendirmektedir. Sanayi sektörleri yüksek emisyonlu faaliyet barındırdığı için karbon salınımını azaltmak oldukça zorlayıcı olabilmektedir. Hızla ilerleyen net sıfır emisyon hedefleri, imalat sanayiinde bulunan firmalar için önemli politika ve teknolojik zorlukları gündeme getirecektir.

Geçiş risklerinin ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri, tüm paydaşlar için her yönden incelenip dikkatle değerlendirilmelidir. İş gücü, finansman kaynakları ve yerel halk gibi unsurlar, sürdürülebilir bir geçişin başarısı için kritik faktörlerdir (UNEP, 2023) (EPA, 2025).



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 25 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

2.2.1 Politika ve Yasal Riskler

Politika ve yasal riskler, uyum sağlama gerekliliğinin aciliyetiyle öne çıkmaktadır.. Politika eylemleri genellikle sınırlayıcı ve uyum teşvik edici olmak üzere iki ayrı kategori altında değerlendirilmektedir. Sınırlayıcı politikalar, iklim değişikliğine sebep olan olumsuz eylemleri kısıtlamayı hedeflerken; uyum teşvik edici politika eylemleri, iklim değişikliğine karşı uyum sürecini desteklemeyi amaçlamaktadır. Özellikle su verimliliği, atık yönetimi ve gıda güvenliği ile ilgili mevzuatların takibi, ulusal ve uluslararası düzenlemelere hızlı uyum sağlanması ve denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi bu alandaki temel öncelikler arasında yer almaktadır. Avrupa Birliği mevzuatlarına uyum ve karbon ayak izi raporlaması gibi yükümlülükler sektörü doğrudan etkilemektedir.

2.2.1.1 Uluslararası Mevzuat Kaynaklı Riskler

Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal), Paris İklim Anlaşmasının gerektirdiği yeşil dönüşüm sürecini desteklemek amacıyla oluşturulan kapsamlı bir politika paketidir. Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar kıtayı iklim nötr hale getirme hedefini temel alan bu mutabakat, , adil geçiş ilkesine dayalı olarak iklim değişikliğiyle mücadelede ekonomik ve sosyal dönüşümü içermektedir.

Şubat 2023 tarihinde sunulan Yeşil Mutabakat Sanayi Planı (The Green Deal Industrial Plan) ise, yeşil teknolojilerin üretimini arttırmayı, temiz enerji pazarına yönelik yatırımları teşvik etmeyi, sıfır emisyon hedefi doğrultusunda sanayilerde rekabetçiliğin sağlanmasına yönelik politikaların artırılması ve iklim nötrlüğüne geçişi hızlandırmayı amaçlamaktadır. Bu amaçlara ulaşabilmek için oluşturulan plan dört temel başlıkta yapılandırılmıştır.

1. Öngörülebilir, uyumlu ve basitleştirilmiş bir idari çerçeve oluşturulması (Örneğin;.net sıfır üretim hedefini destekleyecek uygun düzenleyici ortamların hızla oluşturulması)
2. Finansmana hızlı erişim (Örneğin;yeşil dönüşüm yatırımlarının artması ile birlikte, yeterli ve sürdürülebilir finansman kaynaklarına erişimin kolaylaştırılması)
3. Becerilerin geliştirilmesi (Örneğin;iş gücünün temiz teknolojiler ve yeşil geçişin gerektirdiği becerilerle donatılması)
4. Dayanıklı tedarik zincirleri için açık ve adil ticaret (Örneğin;Güvenilir tedarik mekanizmalarının sağlanarak uluslararası rekabetin adil şekilde yürütülmesinin güvence altına alınması) (EC, 2025; TB, 2025)

Fit-for-55 (55'e uyum)

Temmuz 2021 tarihinde, Yeşil Mutabakatın "Sera gazı emisyonlarında 2030 yılına kadar asgari %55 azaltım sağlanması" hedefine yönelik "Fit-for-55" (55'e uygun) adlı revizyon paketi açıklanmıştır. Bu paket, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, hafif araçlara yönelik yeni emisyon performans standartları, arazi kullanımı kaynaklı sera gazı emisyonları, alternatif enerji altyapıları, emisyon azaltımında çaba paylaşımı, Emisyon Ticaret Sistemi gibi çeşitli alanlarda düzenlemeler içermektedir (DB, 2024).

AB Konseyi, 25 Nisan 2023 tarihinde '55'e Uyum' paketi kapsamında yer alan aşağıdaki temel mevzuatları kabul etmiştir:

- AB ETS Direktifi'nin revizyonu,
- Denizcilik Alanında Sera Gazı Emisyonları İzleme Raporlama ve Doğrulanmasına İlişkin AB Tüzüğü,





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 26 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- AB ETS havacılık kurallarını revize eden AB Direktifi
- Sosyal İklim Fonu kurulmasına ilişkin AB Tüzüğü
- Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nı kuran AB Tüzüğü (EC , 2025; DB, 2024)

Paketin içerisinde bulunan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), dünyada ilk kez uygulamaya konulacak olup, uluslararası ticareti etkilemesi beklenen önemli unsurlardan biri olarak sayılmaktadır.

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (Carbon Border Adjustment Mechanism-CBAM), Mayıs 2023 tarihinde AB Resmi Gazetesi'nde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu mekanizma, küresel ölçekte karbon kaçağını azaltmak amacıyla, AB'ye ithal edilen belirli malların üretiminde ortaya çıkan yerleşik karbon emisyonlarının bedelinin ödendiğini teyit eden bir sistemdir. SKDM ilk aşamada çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre ve elektrik sektörlerine yönelik ürünlerin tabi olduğu karbon bedelini eşitlemeyi hedeflemektedir (DB, 2024)

2.2.1.2 Ulusal Mevzuat Kaynaklı Riskler

Türkiye, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı en hassas bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'yi iklim değişikliğinden doğrudan etkilenecek olan bir ülke haline getirmektedir. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde ciddi adımlar atmaktadır.

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-BMİDÇS (2004)

1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılmış olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), insan kaynaklı çeşitli faaliyetlerin neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası düzeyde atılmış önemli bir adımdır. Sözleşmeye taraf 196 ülke ve Avrupa Birliği (AB) bulunmaktadır (İDB_a, 2025).

Sözleşme, taraf olan ülkelerin sera gazı emisyonlarının azaltılmasını, ekosistemin iklim değişikliğine uyum sağlamasını, sera gazı yutaklarının (ormanlar, okyanuslar) korunmasını ve insan kaynaklı etkilerin sınırlandırılmasını hedeflemektedir. Ayrıca eşitlik ilkesi ve farklılaştırılmış sorumluluklar çerçevesinde, araştırma ve teknoloji alanlarında iş birliği yapılmasına yönelik planlar içermektedir (İDB_a, 2025).

Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS'ye 189. taraf olarak katılmıştır. BMİDÇS ayrıca Kyoto Protokolü (2020 yılına kadar) ve Paris Anlaşması (2020 yılından sonra) olmak üzere iki uygulama aracına sahiptir.

Kyoto Protokolü (2009)

BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı'nda (COP3) kabul edilen Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında atılacak adımları belirlemek ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin yükünü taraflar arasında adış şekilde paylaşmak amacıyla hazırlanmıştır. BMİDÇS ile Kyoto Protokolü arasındaki temel fark, Kyoto Protokolü'nün yasal olarak bağlayıcı taahhütler içermesidir. Protokole göre EK- B ülkelerinin; 2008-2012 yıllarını kapsayan birinci taahhüt döneminde sera gazı emisyonlarını 1990 seviyesinin en az %5 altına düşürmesi, 2013-2020 yıllarını kapsayan ikinci taahhüt döneminde ise en az %18 oranında azaltılması





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 27 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

hedeflenmiştir. Protokol, sayısallaştırılmış emisyon azaltım hedefleri belirleyen ilk uluslararası anlaşma olma özelliği taşımaktadır. 2005 yılında yürürlüğe giren protokole Türkiye, Ağustos 2009 tarihinde taraf olmuştur. Protokolün 2020 yılında sona ermesi ve yükümlülüklerin taraf ülkelerce tam olarak yerine getirilmemesi sebebiyle, iklim değişikliğiyle mücadelede yeni bir çerçeve sunmak üzere Paris Anlaşması kabul edilmiştir (ETKB, 2025).

Paris Anlaşması (2016)

2015 yılında Paris'te düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansında (COP21) kabul edilen Paris Anlaşması, ilk kez 2020 sonrası dönem için küresel ölçekte tüm ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmayı ve iklim değişikliği tehlikesine karşı direnç kapasitelerini güçlendirilmeyi taahhüt ettiği bir anlaşmadır.. Paris Anlaşması'nın BMİDÇS'ye kıyasla en belirgin farkı, taraf olan tüm paydaş ülkelerin katkılarına dayanan bir sistemi baz alarak oluşturulmuş olmasıdır. Anlaşma, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının neden olduğu küresel ısınmayı, sanayi devrimi öncesi döneme kıyasla 2°C'nin altında tutmayı ve 1.5°C ile sınırlamayı uzun vadeli hedef olarak belirlemiştir. Anlaşma kapsamında ulusal katkılar, azaltım, uyum, kayıp/zarar, finansman, teknoloji geliştirme ve transferi, kapasite geliştirme, şeffaflık ve durum değerlendirmesi konularına ilişkin uygulama usulleri belirlenmek üzere bir çerçeve oluşturmuştur. Anlaşma'nın Kyoto Protokolünden farklı olarak en önemli sayılan özelliği hem gelişmiş ve hem de gelişmekte olan ülkelerin Ulusal Katkı Beyanı (Nationally Determined Contribution – NDC) yoluyla sürece katılmalarıdır. Bu beyanlar, taraf ülkelerin kendi ulusal koşullarına göre belirlediği, bağlayıcılığı olmayan ve gönüllülük esasına dayanan hedeflerden oluşmakta ve anlaşmaya aşağıdan yukarı (bottom-up) bir yaklaşım kazandırmaktadır. Taraf ülkelerin her beş yılda bir yeni veya güncellenmiş NDC'lerini sunmaları gerekmektedir (İDB_b, 2025).

Türkiye 2016 yılında Paris Anlaşması'nı imzalamış olup, 7 Ekim 2021 tarihinde meclis onayından geçirmiştir. 26.Taraflar Konferansı'nda (COP 26) Paris Anlaşması'na ek olarak kabul edilen Glasgow İklim Mutabakatı kapsamında Türkiye, birinci revize Ulusal Katkı Beyanı'nı (NDC) Nisan 2023 tarihinde sunmuştur. 2012 yılının referans yılı olarak kabul edildiği bu bildirimde, Türkiye 2030 yılına kadar referans senaryoda belirttiği %21'lik azaltım hedefini %41'e yükselterek yaklaşık 500 milyon ton emisyon azaltımı yapacağını açıklamıştır (DB, 2025).

Türkiye'nin 2030 yılı için sany sektörüne yönelik ana azaltım politikaları şu şekildedir:

- Endüstriyel tesislerde biyoyakıt, atıktan türetilmiş yakıt (RDF), alternatif yakıt ve hammaddelerin kullanımını artırmak,
- Endüstriyel ürünlerin karbon ayak izlerini azaltılmak ve sanayi sektöründe yenilenebilir enerji kullanımı ile kaynak ve enerji verimliliğini arttırmak,
- Sürdürülebilir ve doğal soğutma teknolojilerinin yanı sıra yenilikçi finansman çözümleri ve enerji verimliliği daha yüksek soğutma gazlarını kapsayan Soğutma Ulusal Eylem Planı hazırlamak (hazırlanıyor),
- Ülkenin ekonomisi açısından kritik önem taşıyan ve karbon emisyonu yüksek olan demir-çelik, alüminyum, çimento, kimyasal, plastik ve gübre sektörlerine yönelik Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası çalışmaları yapmak,
- Temiz ve yeşil endüstriyel üretimin göstergesi olarak, "Mevcut En İyi Teknikleri" kullanan endüstriyel tesislerin belgelendirilmesine öncelik vererek "Sanayide Yeşil Dönüşüm"ü desteklemek (İDB, 2024)

Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Stratejisi

Türkiye, Paris Anlaşması'na taraflar olmasının ardından Ulusal Katkı Beyanı (NDC), İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı ve 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi çalışmalarına başlamıştır. 2053 Uzun Dönemli İklim Stratejisi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın koordinasyonunda hazırlanmıştır. Dünyada yaşanması beklenen köklü değişim ve dönüşüm sürecine paralel olarak hazırlanan bu strateji, sadece iklim değişikliği azaltım ve uyum sektörlerine yönelik yol haritası sunmakla kalmayıp, teknoloji, adil dönüşüm iklim finansmanı ve kapasite geliştirme gibi alakalı sektörel planları da kapsamaktadır. Stratejide, azaltım bölümünde 7 sektörde 35 plan yer alırken, uyum bölümünde 11 sektör için 38 plan bulunmaktadır. Oplamda, 18 sektör ve 4 yatay kesen alanı kapsayan strateji, 89 farklı plan ve politika içermektedir.

2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Sanayi Sektörü Stratejileri

Sera gazı emisyonlarının azaltılması hedefinde, fosil yakıtların yenilenebilir temiz enerjiler ile dönüşümü kritik bir rol oynamaktadır. Düşük karbonlu enerjiye geçişle enerji sektöründe kullanılmakta olan bazı kritik minarallere olan talep artacak ve bu minarellerin sürdürülebilirliği iletedariki önemli bir konu haline gelecektir. Belirlenen stratejiler ile Türkiye'nin 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine ulaşması hedeflenmektedir. Sanayi sektörü için belirlenen stratejiler aşağıda belirtilmiştir:

- Enerji Verimliliği Potansiyelinin En Üst Seviyede Değerlendirilmesi
- Sanayide Yenilenebilir Enerji Kullanımının Artırılması
- Ürün Bazında Karbon Ayak İzinin Düşürülmesi
- Hidrojen Teknolojilerinin Kullanımı
- Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (KYKD)
- Sürdürülebilirlik Raporlamalarının Yaygınlaştırılması
- Ozon Tabakasını İncelten Maddeler ile Florlu Sera Gazları'nın Azaltımı (İDB_c, 2025)

2.2.2 Teknolojik Riskler

Sanayi sektöründe karbon yoğun süreçlerin optimize edilmesi, enerji verimliliği yüksek sistemlere geçiş ve düşük emisyonlu üretim tekniklerinin geliştirilmesi, kritik bir dönüşüm alanı olarak görülmektedir. Ancak bu teknolojik dönüşüm; yüksek yatırım gereksinimi, mevcut altyapıyla uyumsuzluk ve uygulamadaki belirsizlikler nedeniyle çeşitli riskler barındırmaktadır. Özellikle daha düşük karbonlu alternatiflerin yaygınlaştırılması sürecinde işletmelerin rekabet gücünde geçici kayıplar yaşanabilmekte, yeni teknolojilere geç adaptasyon ise sektörel kırılganlık yaratabilmektedir. Bu nedenle teknolojik dönüşüm, fırsatların yanı sıra ciddi bir geçiş riski de içermektedir (OECD, 2025).

2.2.3 Pazar Riskleri

Pazar riskleri, sanayi sektörü için en yüksek olasılık ve aciliyet düzeyine sahip risk gruplarından biridir. İklim değişikliğinin neden olduğu üretim kayıpları, hammadde maliyetlerindeki artış ve sürdürülebilirlik kriterlerine göre değişen tüketici talepleri, firmaların piyasa konumlarını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca yeşil tedarik zinciri standartları ve düşük karbon ayak izine sahip ürünlere yönelik talep giderek artarken, bu taleplere cevap



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 29 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

veremeyen işletmeler pazardan dışlanma riskiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Dolayısıyla firmaların tedarik planlamalarını yeniden yapılandırmaları, kaynak verimliliğine dayalı stratejiler geliştirmeleri ve sürdürülebilir ürün geliştirme kapasitelerini artırmaları kritik önem taşımaktadır.

2.2.4 İtibar Riskleri

İtibar riskleri, sanayi sektöründe firmaların uzun vadeli rekabet gücünü ve piyasa konumunu doğrudan etkileyen kritik bir risk grubu olarak öne çıkmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele ve uyum konusunda yetersiz kalan ya da çevresel etkilerini şeffaf biçimde yönetemeyen işletmeler, tüketiciler, yatırımcılar ve düzenleyici kurumlar nezdinde güven kaybı yaşayabilmektedir. Sürdürülebilirlik kriterlerinin giderek daha görünür hale geldiği küresel pazarlarda, bu durum marka değerinin azalmasına ve yeni pazarlara erişimin kısıtlanmasına yol açabilir. Bu nedenle sanayi işletmelerinin çevresel performanslarını izleme, raporlama ve şeffaf iletişim süreçlerini güçlendirmeleri, itibar risklerini azaltmak açısından kritik görülmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 30 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





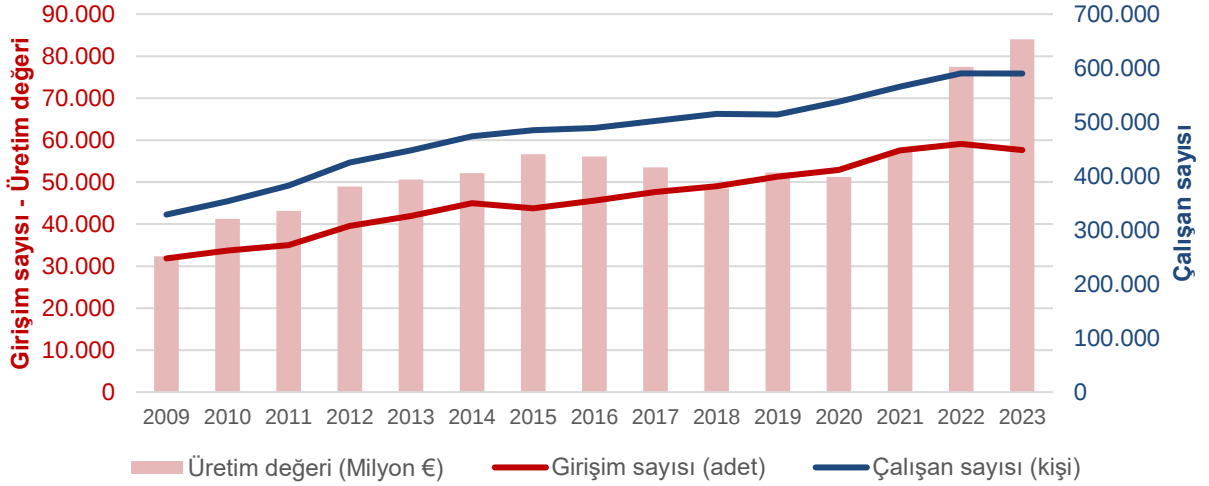
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 31 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

3. TÜRKİYE’DE GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU

Türkiye imalat sanayiinin temel bileşenlerinden biri olan gıda ürünleri imalatı, 2024 yılı itibarıyla toplam ürün satış değerlerinin %14,9’unu oluşturarak sektörün ekonomik ağırlığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2025). TÜİK tarafından yayınlanan 2009-2023 yılları arasını kapsayan ‘Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)’ incelendiğinde, gıda ürünleri ve içeceklerin imalatı açısından girişim sayısı, istihdam ve üretim değeri olarak artış yönlü bir eğilim olduğu görülmektedir (Şekil 3.1). Örneğin, gıda ürünleri imalatında girişim sayısı 2009 yılında yaklaşık 32 bin iken 2023’te yaklaşık 58 bin seviyesine yükselmiş, çalışan sayısı aynı dönemde 330 bin kişiden 590 bin kişiye çıkmıştır. 2009–2023 yılları arasında gıda ürünleri sanayinin toplam üretim değeri döviz bazında yaklaşık 2,5 katlık bir artış kaydetmiştir. Alt sektörler değerlendirildiğinde girişimlerin yaklaşık olarak %70’inin “10.70 Fırın ve unlu mamüller imalatı” alt sektöründe faaliyet gösterdiği, bu alt sektörün toplam üretim değeri içindeki payının ise %13 seviyesinde kaldığı görülmektedir. Girişim başına üretim değeri incelendiğinde, en yüksek değer ‘10.20 Balık, kabuklu deniz hayvanları ve yumuşakçaların işlenmesi ve saklanması’ alt sektöründe gerçekleştiği; bu alt sektörü sırasıyla ‘10.90 Hazır hayvan yemleri imalatı’ ve ‘10.10 Etin işlenmesi ve saklanması ile et ürünlerinin imalatı’ sektörlerinin izlediği dikkat çekmektedir. İçeceklerin imalatı açısından ise girişim sayısındaki değişim görece daha sınırlı kalmasına rağmen, üretim değeri 2009-2023 arasında yaklaşık 1,8 katlık bir artış gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Genel itibarıyla tüm alt sektörlerde yaşanan artışın özellikle iç pazarda artan talep ve ihracat olanaklarının etkisini yansıttığı ve sektörde verimlilik ve katma değer giderek önem kazandığını göstermektedir. Ancak dönemsel dalgalanmalar, ekonomik konjonktür ve dış ticaret koşullarına bağlı olarak sektörel kırılganlıkların da mevcut olduğunu ortaya koymaktadır.

10. Gıda ürünlerinin imalatı

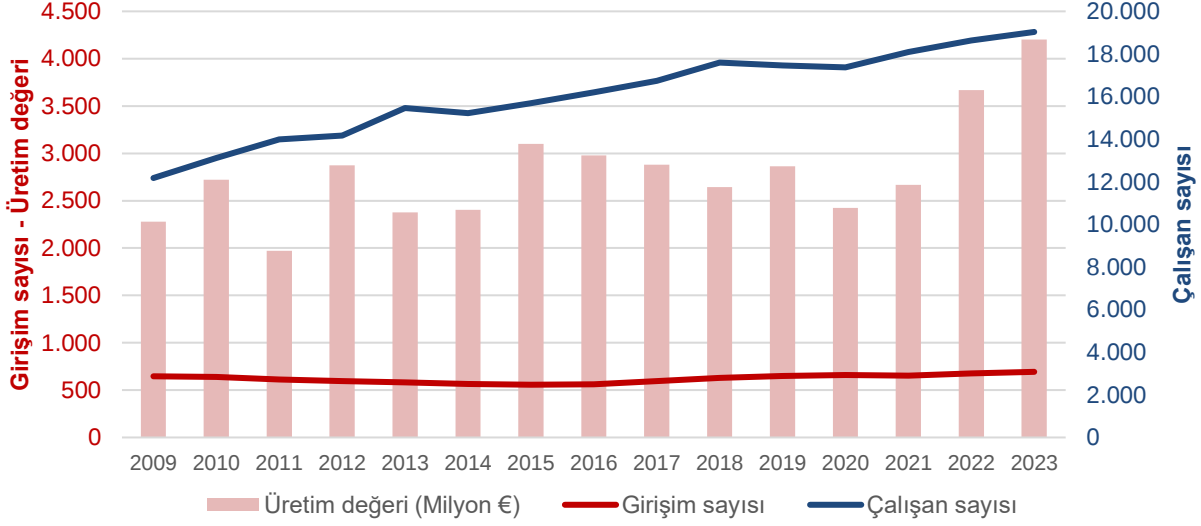




Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 32 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

11. İçeceklerin imalatı



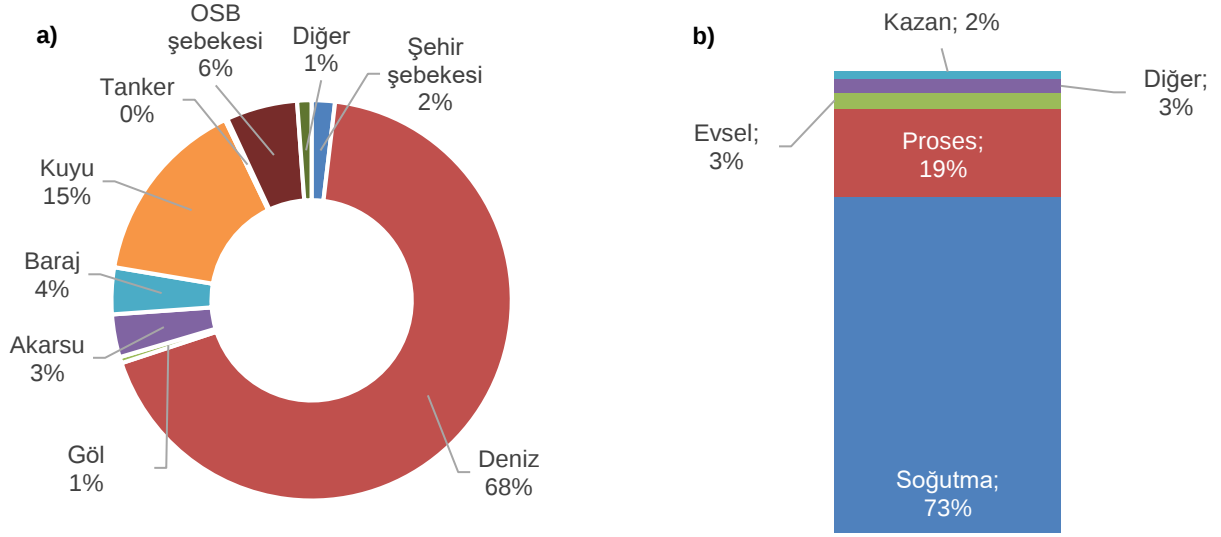
Not: 2011, 2013 ve 2014 yıllarında gizlenmiş sektör verileri bulunduğu için üretim değeri gerçekleşmeyi yansıtmamaktadır.

Şekil 3.1: Gıda ürünleri ve içeceklerin imalatı sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)

İmalat sanayi açısından su kullanım istatistikleri incelendiğinde 2022 yılında çekilen toplam 3.065.013 bin m³ suyun, %68'inin deniz suyundan, %15'inin kuyu suyundan ve %8'inin şebekeden temin edildiği görülmektedir (Şekil 3.2a). Tüketim alanları açısından bakıldığında ise takviye soğutma suyu tüketiminin %73 seviyesinde olduğu, bunu %19 pay ile proses suyu tüketiminin takip ettiği görülmektedir (Şekil 3.2b). İmalat sanayiinde toplam su tüketiminin yıllar içindeki değişimine bakıldığında ise üretim kapasitesindeki artış ile birlikte 2022 yılında 2000 yılına kıyasla 2 kat daha fazla su tüketildiği, ancak alt kısıtlımlarda 2000 yılında tüketimin yaklaşık olarak yarısının soğutma suyu olarak, %36'sının ise proses suyu olarak gerçekleştiği görülmektedir (TÜİK, 2023). Yıllar içinde soğutma suyu tüketiminin toplam içindeki payının artışı hem enerji yoğun süreçlere bağlı sektörlerin büyümesi hem de soğutma ihtiyacının artışı ile ilişkilendirilmektedir.



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



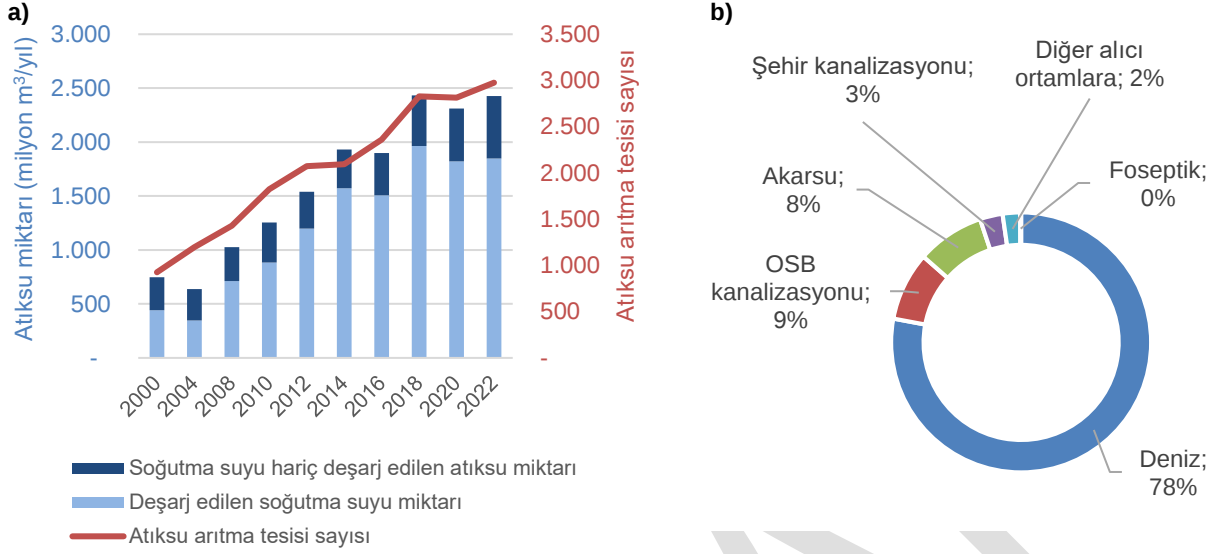
Şekil 3.2: İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)

İmalat sanayi geneli için 2000-2022 yılları aralığında toplam deşarj edilen atıksu miktarı 3 katın üzerinde artış göstermiştir. Alıcı ortamlara göre dağılıma bakıldığında yaklaşık %80 oranında denize, %9 oranında OSB kanalizasyon sistemine ve %8 oranında akarsuya deşarj gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu durum üretim hacmindeki büyümeye ve su kullanım yoğunluğuna paralel olarak çevresel baskıların da önemli ölçüde arttığını göstermekle birlikte, arıtma tesisleri kapasitesindeki artış ve teknoloji gelişiminin alıcı ortamlar üzerindeki ekolojik baskıları hafifletme yönünde önemli bir adım olduğu değerlendirilmektedir. Atıksu arıtma tesisleri açısından 2000 yılında sırasıyla toplam 378, 526 ve 22 adet olan fiziksel/kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma tesislerinin günümüzde 1.583, 1.262 ve 131'e yükseldiği görülmektedir. 2000 yılında arıtılan toplam atıksuyun %99'u fiziksel/kimyasal ve biyolojik arıtma proseslerinden geçirilirken, 2022 yılında membran teknolojileri uygulamalarını kullanan ileri arıtma sistemlerinin devreye alındığı tesis sayısı ve kapasitesinin artması ile birlikte bu oran %88'e gerilemiştir. Bu durum özellikle daha hassas alıcı ortamlar için daha yüksek standartlı su kalitesi kriterlerinin hedeflendiğini ve suyun geri kazanımına yönelik uygulamaların yaygınlaştığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2023).



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 34 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



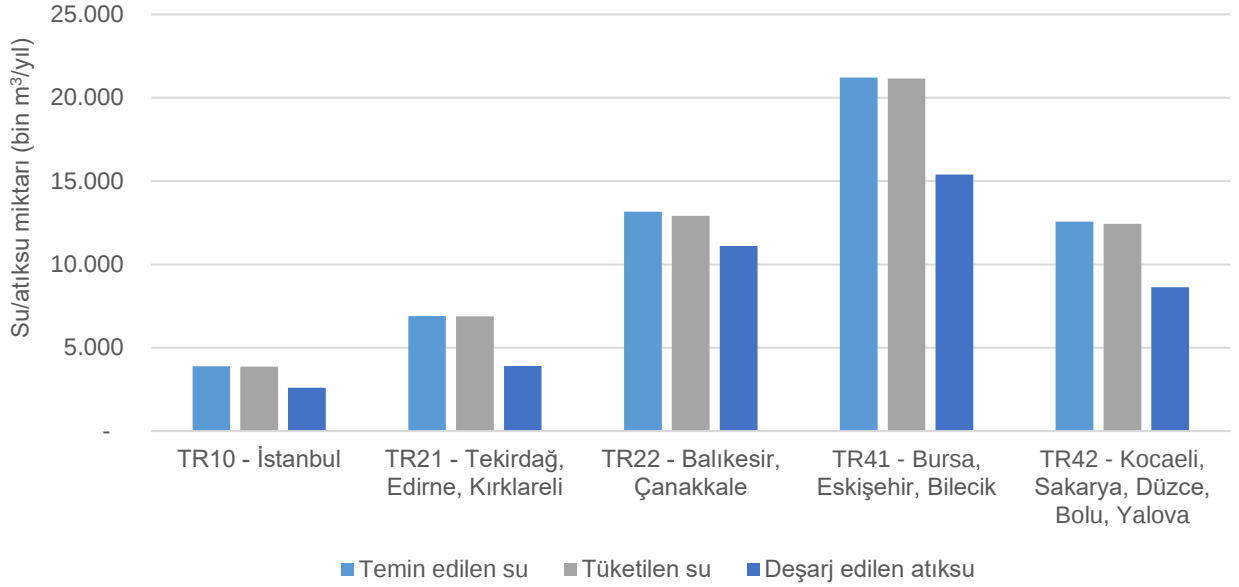
Şekil 3.3: İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)

Proje kapsamında gıda ürünleri üretimi açısından Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren tesisler için TÜİK tarafınca oluşturulmuş su ve atıksu istatistikleri üzerinde de bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede İBBS-II (İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması) bölgeleri bazında en yüksek su tüketiminin %37 pay ile Bursa, Eskişehir ve Bilecik illerini kapsayan TR41 bölgesinde gerçekleştiği değerlendirilmiştir. Bu bölgeyi sırasıyla %23 ve %22 paylar ile TR22 (Balıkesir, Çanakkale) ve TR42 (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova) bölgeleri takip etmiştir. Bu dağılım, söz konusu bölgelerde yoğunlaşan süt ve süt ürünleri, et işleme, içecek imalatı ve konserve gibi su tüketimi açısından yoğun alt sektörlerin varlığı ile uyumlu görülmektedir. Özellikle Bursa ve Balıkesir illerinde süt ve et işleme tesislerinin; Bursa ve Çanakkale'de konserve ve meyve-sebze işleme tesislerinin; Kocaeli ve Sakarya'da ise içecek sanayinin yoğunlaştığı bilinmekte, bu bölgelerde su tüketiminin yüksek olması, sadece tesis yoğunluğu ile değil, aynı zamanda üretim profillerinin su yoğunluğu ile de açıklanabilmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 35 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



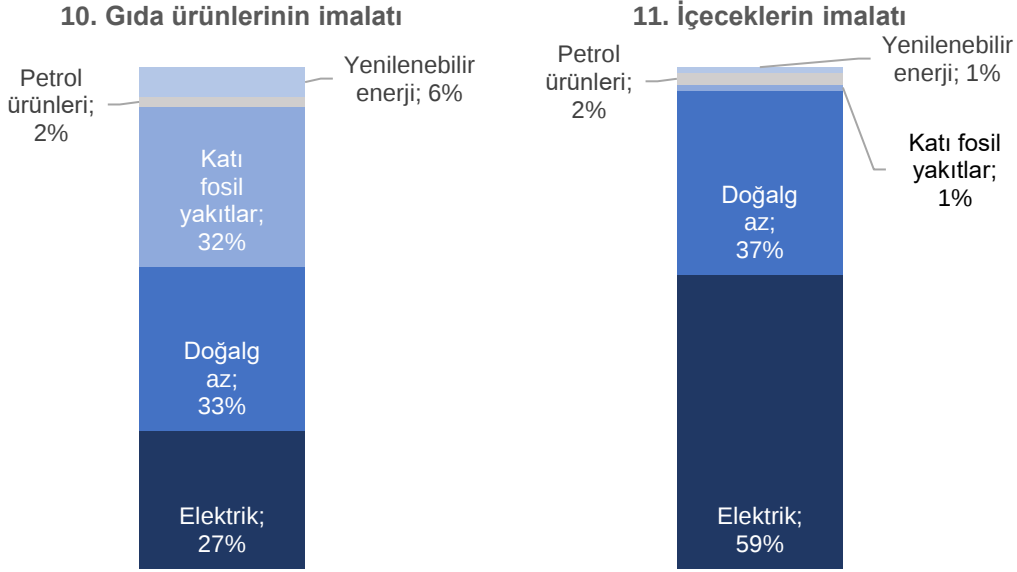
Not: Bu veriler, proje kapsamında "TÜİK İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti" kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 3.4: Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından su ve atıksu istatistikleri

2023 yılında gıda ve içecek ürünleri üretiminde yaklaşık 166 bin TJ düzeyinde enerji tüketilmiş olup, bu miktar imalat sanayi toplam tüketiminin yaklaşık %10'una karşılık gelmektedir. Gıda ürünleri imalatında enerji girdilerinin dağılımına bakıldığında, en yüksek payın %33 ile doğalgaza ait olduğu; bunu %27 ile elektrik ve %23 ile linyit tüketiminin izlediği görülmektedir. İçecek ürünleri imalatında ise toplam 5.347 TJ seviyesindeki enerji tüketimi, ağırlıklı olarak %59 elektrik ve %37 doğalgaz kullanımı ile şekillenmektedir. Bu tablo, gıda ürünleri imalatında fosil yakıtlara (özellikle doğalgaz ve linyit) olan bağımlılığın yüksek olduğunu, buna karşın içecek imalatının elektrik ağırlıklı bir enerji profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, gıda sanayiinde yenilenebilir enerji entegrasyonu ve enerji verimliliği uygulamalarının, özellikle doğalgaz ve linyit kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması açısından kritik öneme sahip olduğu değerlendirilmektedir (TÜİK, 2024).



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



Şekil 3.5: Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024)

Gıda ve içecek ürünleri üretim sektörünün özellikle yoğun su tüketimi ve tarıma dayalı hammaddelere olan bağımlılığı sebebiyle iklim değişikliğine uyum kapasitesi açısından önemli riskler barındırdığı değerlendirilmektedir. Mevcut itibarıyla sektörün uyum sağlama kapasitesi oldukça heterojen bir yapıya sahiptir ve özellikle tesis ölçeğine göre büyük farklılıklar göstermektedir. Büyük ve orta ölçekli tesisler, enerji yönetimi sistemleri, atıksu arıtma yatırımları, soğuk zincir uygulamaları ve uluslararası kalite standartlarına uyum sayesinde daha yüksek uyum sağlama kapasiteleri ile öne çıkmaktadır. Bu tesislerin bir kısmında proses optimizasyonu, enerji verimliliği uygulamaları ve geri kazanım çözümleri halihazırda uygulanmakta, bu da iklim risklerine karşı nispeten güçlü bir teknik kapasite sunmaktadır.

Buna karşın, küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için uyum kapasitesinin sınırlı olabileceği değerlendirilmektedir. Bu işletmelerde finansman, teknik bilgi, personel eğitimi ve yatırım olanakları kısıtlı olmakla birlikte, özellikle su geri kazanımı, ileri atıksu arıtımı veya enerji dönüşümünü gerektiren yatırımların yüksek maliyetleri nedeniyle hayata geçirilmesi önünde engeller bulunmaktadır. Sektörün uyum kapasitesini sınırlandıran bir diğer unsur ise bölgesel altyapı riskleridir. Özellikle Marmara Bölgesi'nde su kaynaklarının kısıtlı olması ve kalite sorunları ile altyapıdaki yetersizlikler, tesislerin operasyonel sürekliliğini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, tesislerin şehirlerin su yönetimi politikalarıyla daha güçlü bir entegrasyon içinde olması gerektiği değerlendirilmektedir. Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından iklim değişikliği kaynaklı tarımsal ürün arzındaki dalgalanmalar (kuraklık, aşırı yağış, sıcak dalgaları) ve lojistik altyapıdaki aksaklıklar nedeniyle tedarik zinciri kırılganlıkları da giderek daha belirgin hale gelmektedir.

Son olarak, veri ve izleme eksikliği diğer sektörlerde olduğu gibi gıda ürünleri üretimi açısından da önemli bir kapasite boşluğu oluşturmaktadır. Su ve enerji tüketimi gibi temel göstergelerin proses/ekipman bazında düzenli, ayrıntılı ve erişilebilir şekilde raporlanamaması, planlama ve önceliklendirme çalışmalarında belirsizlik



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 37 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

yaratmaktadır. Dolayısıyla, uyum kapasitesinin güçlendirilmesi için tesis bazında dijital veri yönetimine yönelik teknik kapasite geliştirme faaliyetlerinin hayata geçirilmesi kritik görünmektedir.

TASLAK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 38 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 39 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje kapsamında belirlenen 3 sektör özelinde öncelikli alt sektörlerin değerlendirilmesi amacıyla hem İSO'nun Kapasite Raporları Veritabanı'ndan elde edilen tüketim seviyeleri bilgileri değerlendirilmiş, hem de temiz üretim uygulamaları potansiyeli ve iklim riskleri çerçevesinde proje ekibinin mevcut tecrübeleri ve literatür bilgileri göz önüne alınmıştır. Projenin temel hedefi, geliştirilen iklim değişikliği risk değerlendirme metodolojisinin farklı sektörlerde uygulanabilirliğini göstermek olduğundan, iklim değişikliği risklerinin daha yoğun hissedilebileceği alt sektörlerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda, 4 haneli NACE kodlarına göre 10 öncelikli alt sektör temiz üretim denetimi için, ek olarak 80 öncelikli alt sektör ise iklim değişikliği risk analizleri için belirlenmiştir. Gıda ürünleri üretimi özelinde önceliklendirilen 40 alt sektör Tablo 4.1'de verilmektedir.

Tablo 4.1: Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler

ISO Meslek Komitesi	Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)
Hayvansal Gıda Ürünleri Sanayii	01.47: Kümes hayvanları yetiştiriciliği
	01.49: Diğer hayvan yetiştiriciliği
	03.21: Deniz ürünleri yetiştiriciliği
	10.11: Etin işlenmesi ve saklanması
	10.12: Kümes hayvanları etlerinin işlenmesi ve saklanması
	10.13: Et ve kümes hayvanları etlerinden üretilen ürünlerin imalatı
	10.20: Balık, kabuklu deniz hayvanları ve yumuşakçaların işlenmesi ve saklanması
	10.41: Sıvı ve katı yağ imalatı
	10.51: Süthane işletmeciliği ve peynir imalatı
	10.31: Patatesin işlenmesi ve saklanması
Bitkisel Gıda Ürünleri Sanayii	10.32: Sebze ve meyve suyu imalatı
	10.39: Başka yerde sınıflandırılmamış meyve ve sebzelerin işlenmesi ve saklanması
	10.41: Sıvı ve katı yağ imalatı
	10.42: Margarin ve benzeri yenilebilir katı yağların imalatı
	10.62: Nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı
	10.83: Kahve ve çayın işlenmesi
	10.84: Baharat, sos, sirke ve diğer çeşni maddelerinin imalatı
	12.00: Tütün ürünleri imalatı
	10.52: Dondurma imalatı
	10.62: Nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı
Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler Sanayii	10.72: Peksimet ve bisküvi imalatı; dayanıklı pastane ürünleri ve dayanıklı kek imalatı
	10.81: Şeker imalatı
	10.82: Kakao, çikolata ve şekerleme imalatı
	11.01: Alkollü içeceklerin damıtılması, arıtılması ve harmanlanması
	11.02: Üzümden şarap imalatı
	11.03: Elma şarabı ve diğer meyve şaraplarının imalatı

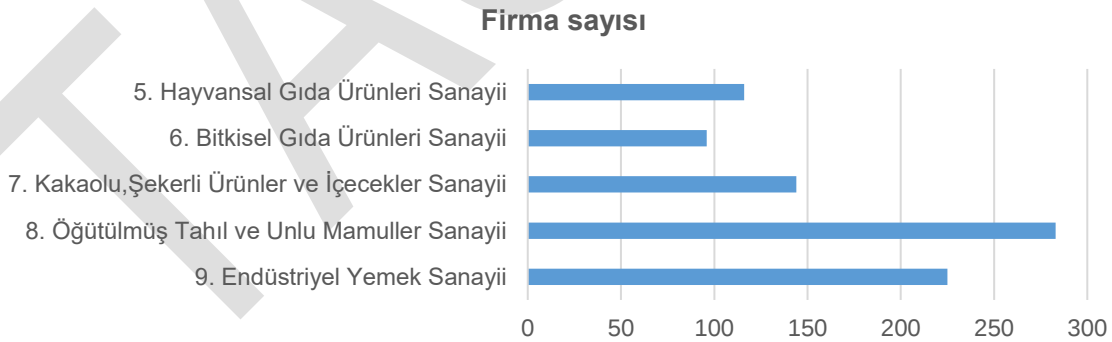


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 40 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

ISO Meslek Komitesi	Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)
Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamuller Sanayii	11.04: Diğer damıtılmamış mayalı içeceklerin imalatı
	11.05: Bira imalatı
	11.06: Malt imalatı
	11.07: Alkolsüz içeceklerin imalatı; maden sularının ve diğer şişelenmiş suların üretimi
	10.61: Öğütülmüş hububat ve sebze ürünleri imalatı
	10.62: Nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı
	10.71: Ekmek, taze pastane ürünleri ve taze kek imalatı
	10.72: Peksimet ve bisküvi imalatı; dayanıklı pastane ürünleri ve dayanıklı kek imalatı
	10.73: Makarna, şehriye, kuskus ve benzeri unlu mamullerin imalatı
Endüstriyel Yemek Sanayii	10.85: Hazır yemeklerin imalatı
	10.86: Homojenize gıda müstahzarları ve diyetetik gıda imalatı
	10.89: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer gıda maddelerinin imalatı
	10.91: Çiftlik hayvanları için hazır yem imalatı
	10.92: Ev hayvanları için hazır gıda imalatı

Bu alt sektörler özelinde ISO veri tabanından elde edilen bazı istatistikler bu bölümde aktarılmıştır. Gıda ürünleri sanayinde önceliklendirilen ve ISO üyesi olan yaklaşık 865 firma ve 58.300 personel bulunmakta olup (Şekil 4.1), kayıtlı firmaların %33'ünün Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamüller Sanayii komitesi altında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Personel sayıları açısından da benzer şekilde yoğunluğun %28 pay ile Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamüller Sanayii komitesinde olduğu, bunu %26'sar pay ile Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler Sanayii ve Endüstriyel Yemek Sanayii komitelerinin takip ettiği görülmektedir. Bu firmalar için kapasite raporlarında yer verilen toplam enerji tüketimi seviyesi 71,5 milyon TEP seviyesindedir. Enerji tüketimi açısından en öne çıkan alt sektörler, Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler ve Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamuller Sanayii sektörleri olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu veri tabanlarında su ve hammadde tüketimine dair veriler mevcut olmakla birlikte, bazı alt sektörlerde raporlama eksiklikleri nedeniyle verilerde süreklilik sağlanamadığından bu bilgiler analiz kapsamına alınmamıştır.

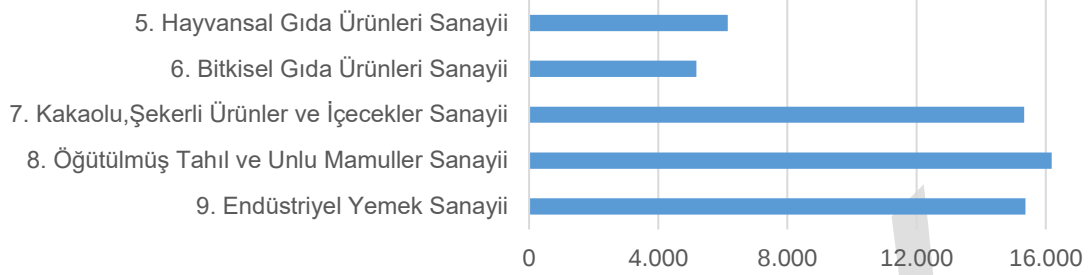




Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 41 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Personel sayısı



Şekil 4.1: Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı

Söz konusu alt sektörlerde iklim değişikliği risk değerlendirmesi çalışmasının yürütüleceği tesislerin belirlenebilmesi amacıyla ilki 23 Mart 2023 tarihinde olmak üzere ilgili alt sektörlerde ISO üyesi firma temsilcilerine 7 farklı duyuru ile davet iletilmiştir. Gönüllülük esaslı olarak yürütülecek bu çalışma kapsamında gıda ürünleri üretimi sektöründen 14 tesis başvuruda bulunmuş olup, alt sektörlerin çeşitliliğine dikkat edilerek bunlardan 13 tanesinde iklim değişikliği risk değerlendirme odaklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.2). Ek olarak bu tesislerden 5 tanesinde temiz üretim etütleri gerçekleştirilerek iklim değişikliği kaynaklı risklerin önlenmesi ile ilişkili olarak kaynak verimliliği potansiyelleri ortaya konmuştur.

Tablo 4.2: Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları

Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)	Tesis sayısı
10.11.01: Sığır, koyun, keçi vb. hayvanların kesimi ve kesim sırasındaki etin işlenmesi (mezbahacılık) (taze, soğutulmuş veya dondurulmuş olarak saklanması dahil)	1
10.13.01: Et ve kümes hayvanları etlerinden üretilen pişmemiş köfte vb. ürünlerin imalatı	1
10.39.01: Sebze ve meyve konservesi imalatı (salça, domates püresi dahil, patatesten olanlar hariç)	1
10.39.06: Leblebi imalatı ile kavrulmuş çekirdek, yarfıstığı vb. üretimi (sert kabuklular hariç)	1
10.39.90: Başka yerde sınıflandırılmamış meyve ve sebzelerin başka yöntemlerle işlenmesi ve saklanması (kesilmiş ve paketlenmiş olanlar dahil)	1
10.51.03: Süt tozu, peynir özü (kazein), süt şekeri (laktöz) ve peynir altı suyu (kesilmiş sütün suyu) imalatı (katı veya toz halde süt, krema dahil)	1
10.72.01: Peksimet, bisküvi, gofret, dondurma külahı, kağıt helva vb. ürünlerin imalatı (çikolata kaplı olanlar dahil)	2
10.82.01: Çikolata ve kakao içeren şekerlemelerin imalatı (beyaz çikolata ve sürülerek yenilebilen kakaolu ürünler hariç)	1
10.82.04: Lokum, pişmaniye, helva, karamel, koz helva, fondan, beyaz çikolata vb. imalatı (tahin helvası dahil)	1
10.82.07: Kakao tozu, kakao ezmesi/hamuru ve kakao yağı imalatı	1
10.84.03: Sos ve çeşnilerin imalatı (soya sosu, ketçap, mayonez, hardal sosu, çemen, mango çeşni vb.) (baharat, sirke ve salça hariç)	1
10.89.06: Başka yerde sınıflandırılmamış çeşitli gıda ürünleri imalatı (çabuk bozulan hazır gıdalar, peynir fondüleri, şeker şurupları vb. dahil)	1



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

4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi

İklim değişikliği risk değerlendirmesi, seçilen sektörlerde iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini anlamak ve bu etkilerle başa çıkmak için aksiyon alınması gereken alanları değerlendirmek amacıyla kullanılan bir yaklaşımdır. İklim değişikliği risk değerlendirmesi, seçilen sektörlerde iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini anlamak ve bu etkilerle başa çıkmak için aksiyon alınması gereken alanları değerlendirmek amacıyla kullanılan bir yaklaşımdır. İklim değişikliği ile ilgili olarak sanayi sektörleri için değerlendirilebilecek risk kategorileri fiziksel ve geçiş riskleri olarak iki ana grupta değerlendirilmektedir. Fiziksel riskler, iklim değişikliğinin ortaya koyduğu sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı yağış ve sel, deniz seviyesi yükselmesi gibi çeşitli tehlikeler sonucu tesis altyapısının zarar görmesi, doğal kaynakların azalması sebebiyle hammadde temininde güçlükler ve, tedarik zincirinde aksamalar yaşanması gibi riskleri tanımlamaktadır. Geçiş risklerine verilebilecek örnekler arasında ise politika değişimi nedeniyle kaynakların kullanımına sınırlama getirilmesi, iklim riski analizi gerçekleştirilmeyen projelere daha az güvenle yatırım yapılması ve verimsiz süreçlere dayalı ürünlere daha az talep olması gibi finansman ve piyasa riskleri ve toplumun ihtiyaçlarının dikkate alınmaması nedeniyle oluşabilecek itibar riskleri yer almaktadır. Proje kapsamında hazırlanan metodoloji ile tesis özelindeki fiziksel risklerin detaylı bir şekilde ortaya konması hedeflenmiş olup, sektör özelinde geçiş riskleri ise sektör temsilcilerinin katılım sağladığı çalıştaylar, ikili görüşmeler ve literatür taraması doğrultusunda ortaya konmuştur.

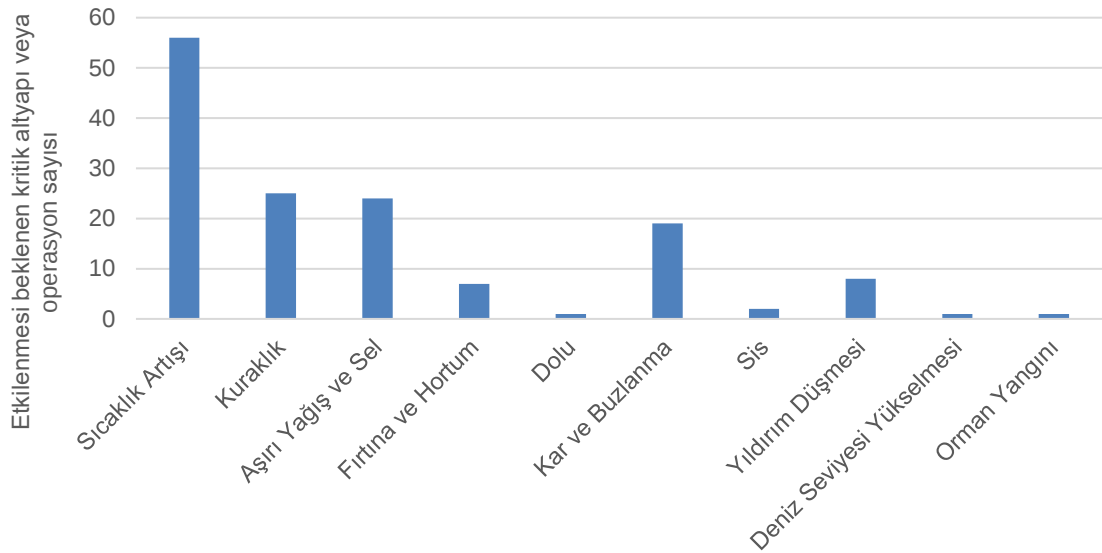
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliği risk değerlendirmesinin, tehlike (hazard), maruziyet (exposure) ve kırılganlık (vulnerability) arasındaki etkileşimi dikkate alan üç boyutlu bir çerçevede yapılmasını önermektedir. IPCC, tehlikeyi “can kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, ayrıca mülk, altyapı, geçim kaynakları, hizmet sağlama ve ekosistemlerde hasar ve kayıplara neden olabilecek doğal veya insan kaynaklı bir fiziksel olay veya eğilimin olası oluşumu” olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle, iklimle ilgili bir olay (örn; aşırı hava olayları) veya iklim değişkenleri üzerindeki bir eğilim (örn; ortalama sıcaklıklardaki artış) iklim tehlikesi olarak sınıflandırılabilir. Risk değerlendirmesinin ikinci bileşeni olan maruziyet, IPCC tarafından “insanların varlığı; geçim kaynakları; türler veya ekosistemler; çevresel işlevler, hizmetler ve kaynaklar; altyapı veya olumsuz etkilenebilecek yer ve ortamlardaki ekonomik, sosyal, çevresel veya kültürel varlıklar” olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, risk altındaki unsurlar (örn; vatandaşlar, altyapı, varlıklar) maruziyet değerlendirmesi için tanımlanabilirken, maruz kalma derecesi ve süresinin değiştirilmesi riskin artmasına veya azalmasına neden olabilir (örn; kıyı bölgelerdeki nüfus yoğunluğu). IPCC tarafından “olumsuz etkilene eğilimi veya yatkınlığı” olarak tanımlanan ve risk değerlendirmesinin son bileşeni olan kırılganlık, zararlar karşısındaki duyarlılık ve başa çıkma-uyum sağlama kapasitesinin mevcut olmaması gibi çeşitli kavram ve unsurları kapsar. Kırılganlık iki farklı özelliği bünyesinde barındırır; fiziksel, sosyal ve ekonomik faktörlere (örn.; yaş dağılımı, altyapı projeleri için kullanılan malzemelerin türü) bağlı duyarlılık (sensitivity) ve vatandaşların ve kuruluşların iklim değişikliği ile ilgili etkilerle başa çıkma ve bunlara uyum sağlama becerisine bağlı kapasite (adaptive capacity (örn; erken uyarı sistemlerinin mevcudiyeti, yerel bilgi)) (IPCC, 2020).

Bu çerçevede projede fiziksel risklerin değerlendirilebilmesi amacıyla TÜBİTAK MAM ekibi tarafından geliştirilen excel tabanlı risk değerlendirme aracı kullanılarak tesis özelinde iklim değişikliği etki, etkilenebilirlik ve risk analizlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Söz konusu analizler çerçevesinde tesislerde iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi beklenen altyapı ve operasyonların belirlenmesi sonrasında her bir kritik altyapı ve operasyon için kırılganlık ve maruziyet seviyeleri tesis yetkilileri ile istişare edilerek

detaylandırılmıştır. Değerlendirme esnasında oluşabilecek etkilerin kapsamı ve etki seviyesi, daha önce tesiste yaşanmış hadiseler ve riskin azaltılması amacıyla tesiste alınmış veya alınması planlanan önlemlere yönelik veriler toplanmıştır. Excel tabanlı risk değerlendirme aracı vasıtasıyla toplanan veriler 5X5 ölçekli matrisler kullanılarak analiz edilmiştir.

4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları

Çalışmaya dahil edilen 13 tesis özelinde oluşturulmuş olan iklim değişikliği risk değerlendirme tabloları dikkate alınarak parametreler bazında gıda ürünleri üretimi özelinde öne çıkan konular değerlendirilmiştir. Bu tesisler için toplam 144 adet kritik altyapı veya operasyon tanımlanmış olup, bunların yaklaşık %40'ı sıcaklık artışı tehlikesi ile ilişkilendirilmiştir. Kuraklık, aşırı yağış ve sel ile kar ve buzlanma tehlikeleri ise sektör için öne çıkan diğer risk gruplarını oluşturmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı

Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılganlık seviyelerine Tablo 4.3'te yer verilmiştir. Genel itibarıyla en fazla kritik altyapı veya operasyonun belirlendiği sıcaklık artışı için kırılganlığın orta-yüksek seviyede değerlendirildiği görülmektedir. Bu çerçevede sıcaklık artışı için öne çıkan etki alanları Tablo 4.4'te verilmiş olup, sıcaklık artışının tüm kritik altyapı ve operasyonlarda performans kaybı, verim düşüşü, kalite bozulması ve tedarik zinciri aksaklıkları gibi etkiler yaratabileceği görülmektedir. Özellikle tarımsal hammadde temini, enerji ve soğutma altyapısı ile soğuk zincir lojistiği, yüksek duyarlılık seviyeleri ve geçmiş dönemde yaşanmış örneklerle öne çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda artan sıcak hava dalgalarına karşın hammaddelerin bozulmasını önlemek ve üretim esnasında ortam sıcaklık ve nemini düzenlemek amacıyla iklimlendirilmiş alanların genişletilmesi, soğutma sistemleri ve soğuk hava depoları kapasitesinin artırılması gibi aksiyonların alınmaya başlandığı görülmüştür.

Tablo 4.3: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılganlık seviyeleri

İklim Tehlikesi	Duyarlılık					Uyum Sağlama Kapasitesi					Kırılganlık				
	1- Etkisi Çok Düşük	2- Etkisi Düşük	3- Etkisi Orta	4- Etkisi Yüksek	5- Etkisi Çok Yüksek	1- Kapasite Çok Düşük	2- Kapasite Düşük	3- Kapasite Orta	4- Kapasite Yüksek	5- Kapasite Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sıcaklık Artışı	3	13	16	15	9	2	10	24	17	3	0	10	28	14	4
Kuraklık	1	1	2	15	6	2	8	4	9	2	1	1	7	14	2
Aşırı Yağış ve Sel	3	3	3	11	4	0	10	9	3	2	0	5	7	8	4
Fırtına ve Hortum	0	2	0	4	1	0	1	4	2	0	0	0	4	2	1
Dolu	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Kar ve Buzlanma	0	4	2	12	1	0	1	7	11	0	0	3	11	5	0
Sis	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Yıldırım Düşmesi	1	0	5	1	1	1	0	3	4	0	0	1	4	3	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Orman Yangını	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 45 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Tablo 4.4: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Çalışanlar (üretim, dış ortam, ısı işlemleri)	Sağlık problemleri, performans kaybı, işin aksaması	Özellikle ısı işlemlerin olduğu bölgelerde ve dış ortamda çalışanlarda verim kaybı ve sağlık riskleri artabiliyor.	Bazı tesislerde sıcak hava dalgalarında personel şikayetlerinin artması veya verim kayıpları gözlenmiş.
Soğuk hava depoları ve soğutma sistemleri	Soğutma kapasitesinin yetersiz kalması, ürün kaybı, enerji tüketimi artışı	Yüksek sıcaklıklarda soğuk hava depoları ve soğutma sistemlerinin kapasiteleri yetersiz kalabiliyor, buna bağlı olarak ürün kalitesinde bozulma riski var.	Bazı durumlarda kapasitenin yetersiz olmasına bağlı olarak arızalar görülmüş.
Ham madde temini (tarımsal ürünler – domates, fındık, yağ, süt vb.)	Hasat tarihlerinde kaymalar, verim ve kalite kaybı, arz azalması	Tarımsal hammaddeler sıcaklığa ve yağış rejimine çok duyarlı; iklim değişikliği hasat sürelerini kısaltabiliyor, zararlı popülasyonlarını artırabiliyor.	Çeşitli bölgelerde geçmiş sezonlarda hasat dönemi kaymaları ve verim düşüşleri yaşanmış.
İthal hammaddeler (kakao, palm yağı vb.)	Üretim düşüşü, fiyat artışı, tedarik zincirinde aksamalar	Tropik bölgelerde iklim ve ormansızlaşma kaynaklı sorunlar tedarik güvenliğini tehdit ediyor.	Pandemi ve iklim koşulları nedeniyle tedarik aksaklıkları yaşanmış.
Üretim süreçleri (pişirme, fermentasyon, kurutma, kaplama vb.)	Kalite kaybı, proseslerde verim düşüşü, arıza riski	Özellikle sıcaklığa duyarlı proseslerde (kakao, çikolata, fermentasyon, kurutma) ürün stabilitesi bozulabiliyor.	Bazı dönemlerde kapasite azaltılması veya arızalar görülmüş.
Atıksu arıtma tesisleri	Mikroorganizma verim kaybı, buharlaşma, koku artışı	Biyolojik arıtma süreçleri sıcaklığa duyarlı; yüksek sıcaklıkta performans düşebiliyor, koku şikayetleri artabiliyor.	Bazı dönemlerde verim kayıpları yaşanmış.
Tedarik zinciri & lojistik (karayolu, denizyolu, soğuk zincir)	Soğuk zincirin bozulması, nakliye aksamaları, yol yüzeylerinde bozulmalar	Karayolu ve soğuk zincir lojistiği sıcaklıktan etkilenebiliyor; bozulabilir ürünlerde risk artıyor.	Yer yer lojistik kaynaklı aksaklıklar yaşanmış.
Enerji ve soğutma altyapısı (chiller, kompresör, soğutma kuleleri)	Kapasite yetersizliği, enerji sarfıyatı artışı, arızalar	Aşırı sıcaklık dönemlerinde soğutma sistemleri aşırı yükleniyor, üretim kesintileri yaşanabiliyor.	Sıcak hava dalgalarında arıza ve kapasite kayıpları raporlanmış.
Yangın riski (fabrika geneli, çatı, bacalar)	Yangın çıkma olasılığı	Yüksek sıcaklık ve proses kaynaklı riskler yangın tehlikesini artırıyor.	Geçmişte küçük çaplı tutuşmalar olmuş.

Öne çıkan bir diğer tehlike kuraklık olarak belirlenmiş olup (Tablo 4.5), kuraklığın kritik altyapı ve operasyonlarda su temininde aksaklıklar, üretim süreçlerinde kesintiler, maliyet artışları ve ham madde tedarikinde zorluklar gibi etkiler yaratabileceği görülmektedir. Özellikle tarımsal hammaddelerin temini, su kaynaklarına bağımlı üretim süreçleri, soğutma ve enerji altyapıları yüksek duyarlılık seviyeleri ve geçmiş dönemde yaşanmış örneklerle öne çıkmaktadır. Tarımsal üretimde sulama ihtiyacının artması, ürünlerin tarlada kuruması veya rekolte kayıplarının oluşması, mera alanlarında kuraklık kaynaklı yaşanan daralmaya bağlı olarak hayvansal üretime bağlı et, süt gibi ürünlerde kalite ve verim kayıplarının oluşması gibi örnekler paylaşılrken, tesislerde mevcut kuyularda seviyelerin düşmesi, pompaj maliyetlerinin artması, şebeke



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 46 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

suyunda debinin yeterli olmadığı dönemlerde 1 hafta ve üzeri sürelerle tanker ile su temini gerçekleştirilmesi gibi hadiselerin yaşandığı görülmüştür. Son yıllarda kurak dönemlerde artan su stresi ve hammadde arzındaki dalgalanmalara karşın alternatif su kaynaklarının devreye alınması, su verimliliğini artırmaya yönelik teknolojilerin uygulanması ve hammadde tedarik zincirinde çeşitlendirmeye gidilmesi gibi uyum eylemlerinin önem kazandığı görülmektedir.

Tablo 4.5: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kuraklık

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Su temini / su kaynakları	Su tedarikinde kısıtlamalar, üretim aksaklıkları ve maliyet artışı	Su, üretim ve temizlik süreçlerinde kritik girdi olarak kullanılır. Kuraklık, su sıkıntısı ve üretim kesintilerine yol açabilir.	Son yıllarda bazı bölgelerde su sıkıntıları yaşanmıştır.
Soğutma sistemleri / kuleleri	Üretimde aksamalar ve maliyet artışı	Soğutma prosesleri büyük ölçüde suya bağımlıdır, kuraklık uzun dönemli sıkıntı yaratabilir	Bazı yıllarda sınırlı su temini sorunu yaşanmıştır.
Kazanlar / enerji sistemleri	Su kısıtlılığı nedeniyle üretim ve enerji maliyetlerinde artış	Su, kazan ve ısıtma proseslerinde kritik rol oynar; eksik su üretim kesintisine yol açabilir	Zaman zaman su temini yetersizliği yaşanmıştır.
Üretim süreci (tarımsal ürün ve su kullanımı)	Hammadde ve su tedarikindeki sıkıntılar nedeniyle üretimin durması	Üretim süreçleri su ve tarımsal ürünlere bağımlıdır; kuraklık her iki girdiyi de etkileyebilir.	Geçmişte kapasite azaltılması ve üretim kesintileri yaşanmıştır.
Hammadde temini (şeker, buğday, kahve, et, süt vb.)	Küresel iklim etkileri nedeniyle bölgesel verim kaybı ve üretimde düşüş, tarla ve bahçelerde ürünlerin kuruması ve rekolte kayıpları	Üretim sürecinde ana girdi olarak kullanılan hammaddeler açısından kuraklık üretim kapasitesini düşürebilir.	Rekolteye bağlı fiyat değişimleri her yıl gözlemlenmektedir.

Aşırı yağış ve sel, tesisin birçok kritik altyapı ve operasyonunu etkileyebilecek düzeyde risk oluşturmaktadır. Özellikle atıksu arıtma tesisleri, üretim alanları, depo ve lojistik süreçleri ile hammadde temininde yüksek duyarlılık seviyeleri dikkat çekmektedir. Su baskınları ve altyapı zararları, üretim süreçlerinde kesintilere, ürün ve hammadde kayıplarına, çevresel zararlara ve cezai yaptırımlara yol açabilmektedir. Tarımsal hammaddeler (domates, fındık vb.) ve ithal girdiler (kakao, palm yağı) aşırı yağış ve fırtına kaynaklı lojistik aksamalar nedeniyle ciddi verim ve tedarik kayıplarıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Lojistikte karayolu ve denizyolu taşımacılığında gecikmeler, maliyet artışları ve kalite kayıpları söz konusu olurken, elektrik temininde yaşanacak kesintiler üretim ve depolama süreçlerini aksatabilmektedir. Geçmişte sel, aşırı yağış veya fırtına nedeniyle yaşanan örnekler, bu risklerin potansiyel etkilerini ortaya koymakta; bu nedenle altyapının güçlendirilmesi, su yönetiminin iyileştirilmesi ve tedarik zinciri çeşitlendirmesi gibi uyum önlemleri kritik önem taşımaktadır.

Nispeten daha az kritik altyapı ve operasyonun tanımlandığı kar ve buzlanma tehlikesi, tesisler özellikle tedarik zinciri, lojistik ve hammadde temini süreçlerinde yüksek düzeyde risk yaratmaktadır. Karayolu ve denizyolu taşımacılığının aksaması, başta domates, kakao ve fındık olmak üzere birçok tarımsal hammadde tedariğinde kesintilere yol açabilmekte, bu durum üretim kapasitesinde kayıplar, ekonomik zararlar ve fabrika duruşları ile sonuçlanabilmektedir. Ambalaj malzemeleri ve yurtdışı lojistik süreçler de benzer şekilde olumsuz

etkilenmektedir. Çalışanların işe ulaşımındaki aksamalar, vardiya düzenlerinin bozulması, iş kazaları ve sağlık sorunları gibi insan kaynağı riskleri de öne çıkmaktadır. Ayrıca yıldırım düşmesi, UPS sistemleri, elektrik altyapısı ve tehlikeli atık depolama alanı için yangın ve ekipman arızaları gibi orta ila yüksek düzeyde etkiler doğurabilmektedir. Deniz seviyesi yükselmesi uzun vadede kakao lojistiğini tehdit ederken, orman yangınları da özellikle tesis çevresindeki lojistik operasyonlar için risk oluşturmaktadır. Geçmişte yaşanan kar, don ve yıldırım kaynaklı kesintiler, bu risklerin gerçekleşme ihtimalini doğrular nitelikte olup, üretim ve tedarik sürekliliği açısından kritik uyum önlemleri gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Uyum önlemleri açısından iklim tehlikeleri bazında toplanan veriler sıcaklık artışı ve kuraklık tehlikeleri için sırasıyla Tablo 4.6 ve Tablo 4.7’de bunlar dışında nispeten daha az önceliklendirilen tehlikeler için ise Tablo 4.8’de yer verilmiştir.

Tablo 4.6: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Sıcaklık artışı

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Çalışanlar (üretim, dış ortam, ısı işlemleri)	Sağlık birimleri, periyodik sağlık taramaları, klima/iklimlendirme sistemleri, gölgelik ve dinlenme alanları, vardiya düzenlemeleri	Isı stresi yönetimi eğitimleri, mola sürelerinin iyileştirilmesi, iş kıyafetlerinin uygunlaştırılması, iklimlendirme altyapısının güçlendirilmesi
Soğuk hava depoları ve soğutma sistemleri	Periyodik bakım, yedek ekipman kullanımı, bazı alanlarda chiller yenilemesi, stok döngülerinin kısa tutulması	Kapasite artırımı, yeni soğutma teknolojilerinin kurulumu, enerji verimli ve kapalı sistemlerin yaygınlaştırılması
Hammadde tedariki (tarımsal ürünler, ithal hammaddeler)	Sözleşmeli tarım uygulamaları, stok yönetimi, sürdürülebilir tarım projeleri, alternatif tedarikçiler, sertifikalı üretim	İklim dirençli çeşitlerin geliştirilmesi, çiftçi eğitim programları, erken uyarı sistemleri, sürdürülebilir tarım sertifikasyonlarının artırılması
Üretim süreçleri (pişirim, fermentasyon, kurutma, kaplama vb.)	Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, ürün formülasyonu değişiklikleri, kontrollü hava akışı, UPS/jeneratör sistemleri	Enerji verimli iklimlendirme yatırımları, alternatif proses teknolojileri, su ve enerji verimliliği artırıcı modernizasyon
Atıksu arıtma tesisleri	Havalandırma sistemleri, düzenli koku ölçümleri, ek blower sistemleri, mikroorganizma dengesinin izlenmesi	Su geri kazanım sistemlerinin optimizasyonu, ileri iklimlendirme çözümleri, koku giderim teknolojilerinin güçlendirilmesi
Tedarik zinciri & lojistik (karayolu, denizyolu, soğuk zincir)	Stoklu çalışma, alternatif tedarikçiler ve ulaşım rotaları, soğutmalı taşıma araçları, izolasyon yöntemleri	Soğuk zincir altyapısının geliştirilmesi, risk senaryolarına dayalı lojistik planlamalar, kapasite artırımı (ör. depolama alanları)
Enerji ve soğutma altyapısı (chiller, kompresör, soğutma kuleleri)	Jeneratör yedekleri, paratoner, düzenli bakım, kapasite karşılayan mevcut altyapı	Enerji verimli ve yüksek kapasiteli yeni sistemler, yenilenebilir enerji yatırımları (GES vb.), yangın dayanıklılığının artırılması
Yangın riski (fabrika geneli, çatı, bacalar)	Otomatik yangın söndürme Sistemleri kullanımı, düzenli bakım ve kontroller	Yangına dayanıklı malzeme kullanımı, erken uyarı ve algılama sistemlerinin güçlendirilmesi, afet senaryolarına dayalı tatbikatlar

Tablo 4.7: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Kuraklık

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
----------------------------	-----------------------	-------------------------



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 48 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Su temini / su kaynakları	Su depolama sistemleri, geri kazanım ve arıtma tesisleri ile kısa süreli su temini sağlanıyor	Alternatif su kaynakları oluşturma (yağmur suyu toplama, mobil tank, ek kuyular), su tasarrufu, kritik süreçlerde öncelikli kullanım
Soğutma sistemleri / kuleleri	Atıksu geri kazanımı ve kısmi depolama ile soğutma sistemleri çalıştırılıyor	Soğutma suyu kullanımının optimize edilmesi, geri kazanım kapasitesinin artırılması, ek depolama veya alternatif su kaynakları
Kazanlar / enerji sistemleri	Mevcut depolama ve su temini ile enerji sistemleri sınırlı şekilde çalışıyor	Atıksu geri kazanımı, depolama kapasitesinin artırılması ve kritik süreçlerde enerji-su entegrasyonu
Üretim prosesi (tarımsal ürün ve su kullanımı)	Sürdürülebilir üretim uygulamaları, su tasarrufu ve geri kazanım sistemleri uygulanıyor	Proseslerde su kullanımının azaltılması, geri kazanımın artırılması, kritik üretim süreçleri için öncelikli su temini
Hammadde tedariği (tarımsal ürünler, ithal hammaddeler)	Alternatif tedarikçiler, sürdürülebilir tarım ve hammadde çeşitlendirmesi uygulanıyor	Tedarikçi çeşitliliğinin artırılması, Ar-Ge ile ikame hammaddeler geliştirilmesi, sürdürülebilir üretim zincirlerinin güçlendirilmesi

Tablo 4.8: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Diğer tehlikeler

Kritik altyapı / operasyon	Tehlike	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Atıksu arıtma tesisi	Aşırı yağış ve sel	Mevcut kapasite artırılmış ve pik debilere dayanıklı tasarım mevcut	Mevcut kapasitenin iklim projeksiyonlarına göre artırılması, aşırı yağışlarda alternatif yönlendirme planları
Tedarik zinciri ve lojistik	Kar ve buzlanma, fırtına ve hortum, sis	Alternatif ulaşım seçenekleri, stoklu çalışma ve güvenlik önlemleri uygulanıyor	Aşırı doğa olaylarına karşı tedarik ve sevkiyat planlarının güçlendirilmesi, alternatif depo ve rotaların belirlenmesi
Hammadde tedariği (tarımsal ürünler, ithal hammaddeler)	Kar ve buzlanma, fırtına ve hortum, sis, aşırı yağış ve sel, deniz seviyesi yükselmesi	Alternatif tedarikçiler, stoklu çalışma, sigorta ve sürdürülebilir tarım uygulamaları	Tedarikçi çeşitliliğinin artırılması, depolama koşullarının iklim risklerine göre iyileştirilmesi, stok planlaması
Tesis içi lojistik / ürün lojistiği (karayolu, denizyolu)	Kar ve buzlanma, fırtına ve hortum, sis, aşırı yağış ve sel	Alternatif rotalar ve ulaşım seçenekleri, güvenlik kontrolleri ve önceden planlama	Ek alternatif rotaların belirlenmesi, iklim riskine göre iş sürekliliği planlarının uygulanması
Üretim tesisleri	Aşırı yağış ve sel, yıldırım düşmesi	Periyodik bakım, paratoner, jeneratör ve acil durum planları mevcut	Akıllı bina sistemleri, yıldırıma karşı koruma ve elektrik kesintisine hazırlık önlemlerinin yaygınlaştırılması
Çalışanlar (üretim ve depo alanları ve lojistik)	Kar ve buzlanma, aşırı yağış ve sel, yıldırım düşmesi	Evden çalışma ve esnek saatler, acil durum tatbikatları, kış önlemleri	Ulaşım alternatiflerinin artırılması, drenaj ve güvenli alanların güçlendirilmesi, çalışan güvenliği için iklim odaklı önlemler
Depo alanları	Aşırı yağış ve sel	Rafli depo sistemleri, yedekli pompalar, stoklu çalışma	Depo zemin ve yapı iyileştirmeleri, drenaj sistemlerinin güçlendirilmesi, iklimlendirme ve nem kontrol sistemlerinin optimize edilmesi
Elektrik temini / UPS sistemi	Yıldırım düşmesi, fırtına ve hortum	UPS ve jeneratörler ile sınırlı yedekleme mevcut	Jeneratör kapasitesinin artırılması, yenilenebilir enerji yatırımları, kritik ekipmanların yedeklenmesi
Laboratuvar hizmetleri (dış)	Kar ve buzlanma	Alternatif firmalar ile çalışılması	Alternatif hizmet sağlayıcılar ile iş sürekliliği planları



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 49 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Lojistik operasyonlar	Orman yangını	Orman yangını riskine karşı acil durum planları	Yangın risk yönetiminin güçlendirilmesi, kritik malzeme ve operasyonların korunması
-----------------------	---------------	---	---

Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyelerine Tablo 4.9'da yer verilmiştir. Kritik altyapı ve operasyonlar bazında incelendiğinde sıcaklık artışı tehlikesi açısından soğuk hava depoları ve hammadde/yarı mamul depo alanları maruziyetin en yüksek olacağı altyapılar olarak değerlendirilmiş olup, hammaddelerin sıcaklık değişimine yüksek duyarlılık gösterdiği alt sektörler bulunmaktadır. Benzer şekilde soğutma sistemleri, chiller ve kompresör grupları da sektörde üretim devamlılığı açısından kritik olduğundan, maruziyet ve etki seviyeleri yüksek olarak değerlendirilmektedir. Sıcaklık artışının çalışan sağlığı üzerindeki etkileri açısından çalışanların çoğu iç ortamda çalıştığından maruziyetlerinin düşük-orta seviyede olduğu, ancak yükleme/indirme operasyonlarında görev alan ve dış sahalarda çalışan personel için maruziyetin orta-yüksek seviyede olduğu söylenebilir.

Hammadde tedariki sıcaklık artışına karşı sektör genelinde yüksek maruziyet göstermekte; tedarik kesintileri sonucu üretimin durması söz konusu olduğundan etkisi yüksek ve bazı durumlarda çok yüksek olarak değerlendirilmektedir. Atıksu arıtma tesisleri ve tedarik zinciri & lojistik operasyonları, sektörde orta-yüksek seviyede maruziyet ve etki taşımakta olup üretim ve kalite güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Enerji temini ve elektrik altyapısı ile yangın riski düşük-orta seviyede maruziyet ile sınıflandırılmakta, olası etkileri ise orta düzeydedir. Genel itibarıyla sektör genelinde sıcaklık artışına karşı en hassas alanlar hammadde depolama, soğutma sistemleri ve kritik hammadde tedariki olarak öne çıkmakta; diğer operasyonlar ise orta seviyede etki ve maruziyet riski taşımaktadır.

Sektörde ikinci önemli iklim tehlikesi olarak değerlendirilmiş kuraklık tehlikesi açısından en yüksek maruziyetin su temini ve kalitesi ile ilişkili alanlarda olduğu görülmektedir. Su; hammadde besleme, yıkama, temizlik, soğutma ve üretim süreçlerinde temel girdi konumunda olduğundan, herhangi bir kesinti veya kalite bozulması doğrudan üretimin devamlılığını tehdit etmektedir. Özellikle soğutma kuleleri ve kazanlar, ana proseslerin sürdürülebilirliği açısından kritik altyapılar olup, kuraklık nedeniyle suyun temin edilememesi durumunda üretimin tamamen durması söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle maruziyet ve etki seviyeleri çok yüksek olarak değerlendirilmektedir.

Hammadde tedariki sektör genelinde kuraklığa yüksek duyarlılık göstermektedir. Ülkemizde İç Anadolu Bölgesi gibi su stresi yüksek bölgelerden sağlanan hammaddelerde kuraklık nedeniyle arz kısıtları yaşanması durumunda üretim sektöre uğrayabilmekte, bu da yüksek ve bazı durumlarda çok yüksek etki seviyelerine yol açmaktadır. Kahve ve kakao gibi ithal hammadde girdileri için ise alternatif tedarikçi seçenekleri bulunduğu maruziyet ve etkinin görece daha düşük olabileceği değerlendirilmektedir.

Üretim süreçleri doğrudan su teminine bağlı olmakla birlikte, mevcut koşullarda kriz yaşanmaması nedeniyle maruziyet genellikle düşük-orta seviyede değerlendirilmektedir. Ancak uzun süreli kuraklık koşullarında üretim süreçlerinin aksaması ihtimali bulunmaktadır.

Genel olarak, sektör için kuraklık riskleri en kritik şekilde su temini, soğutma kuleleri, kazanlar ve suya bağımlı hammaddeler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu altyapı ve girdiler kuraklık karşısında yüksek kırılganlık sergileyerek üretim sürekliliğini tehdit etmektedir. Diğer operasyonlar ise genellikle orta seviyede maruziyet ve etkiye sahiptir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 50 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Tüm bileşenlerin dikkate alındığı risk bileşeni açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, gıda ürünleri üretimi açısından risklerin yoğunlaştığı alanlar hammadde temini, su temini ve kalitesi, soğutma sistemleri, soğuk hava depoları, lojistik operasyonlar ve çalışanların sıcaklık artışına maruziyeti olarak öne çıkmaktadır.

Hammadde temini, özellikle kakao, fındık, buğday, şeker, yağ ve et gibi ürünlerde kritik seviyede kırılganlık göstermektedir. Bu noktada fındık, buğday, şeker, et gibi iç pazardan temin edilen hammaddelerin yanı sıra kakao, kahve gibi ithal hammaddeler açısından da ilgili bölgelerde sıcaklık artışı ile aşırı yağış ve sel risklerinin çok yüksek seviyede etki yaratabileceği değerlendirilmiştir. Bazı hammadde grupları özelinde sadece sıcaklık artışı ve kuraklık tehlikeleri değil; dolu yağışının meyve bahçelerini etkilemesi gibi riskler de dolaylı olarak gıda ürünleri üretimi üzerinde riskler oluşturmakta ve uzun vadede arz güvenliğini tehdit etmektedir.

Su temini ve su kalitesi, hem doğrudan üretim süreçleri, hem de soğutma kuleleri ve kazanlar gibi kritik altyapılar açısından yüksek risk oluşabilecek bir alan olarak tanımlanmıştır. Mevcut durumda kuraklık kaynaklı riskler yüksek seviyede iken, gelecekte bu riskin devam etmesi ve hatta artması beklenmektedir. Bu durum, bölgesel olarak üretim kapasitesini ve sürekliliğini doğrudan etkileyebilecek bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Soğutma sistemleri (soğutma kuleleri, chiller üniteleri, kompresörler, soğutma grupları) ve soğuk hava depoları sektörde ürün güvenliği ve kalite sürekliliği için kritik öneme sahiptir. Sıcaklık artışı, bu altyapıların hem enerji tüketimini artırmakta, hem de işlevselliğini zorlamaktadır. Özellikle chiller üniteleri ve soğutma grupları için risk seviyeleri “çok yüksek” olarak öngörülmüştür.

Gıda ürünleri üretimi açısından lojistik operasyonlar, iklim tehlikelerine karşı yüksek kırılganlık sergilemektedir. Kar ve buzlanma, fırtına/hortum ve aşırı yağış/sel gibi olaylar, ürün ve hammadde sevkiyatını aksatmakta, özellikle yurtdışı tedarik zincirlerinde kesintilere yol açabilmektedir. İthal edilen hammaddelerin lojistiğinde deniz seviyesi yükselmesi ve fırtına riski de kritik seviyelere ulaşmıştır. Çalışanlar ise özellikle pişirme ve kavurma gibi ısı operasyonlarda ve dış ortam yükleme alanlarında sıcaklık artışına bağlı olarak yüksek risk altındadır.

Sonuç olarak, gıda ürünleri üretimi açısından en yoğun risk taşıyan alanlar;

- Hammadde tedariki,
- Su temini ve suya bağımlı altyapılar,
- Soğutma sistemleri ve soğuk hava depoları,
- Lojistik operasyonlar (özellikle karayolu ve denizyolu taşımacılığı),
- Çalışanların sıcaklık artışına maruziyeti

olarak sıralanmaktadır. Bu alanlar, iklim değişikliğine karşı kırılganlığın en yüksek olduğu noktaları temsil etmekte ve uyum önlemlerinin öncelikli olarak bu başlıklara odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4.9: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri

İklim Tehlikesi	Maruziyet					Etki					Risk				
	1- Çok Düşük Maruziyet	2- Düşük Maruziyet	3- Orta Maruziyet	4- Yüksek Maruziyet	5- Çok Yüksek Maruziyet	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sıcaklık Artışı	9	17	8	13	9	0	9	21	22	4	0	0	30	26	0
Kuraklık	2	3	2	4	14	1	1	3	10	10	0	1	4	20	0
Aşırı Yağış ve Sel	1	5	5	11	2	0	2	10	10	2	0	0	12	12	0
Fırtına ve Hortum	0	0	1	3	3	0	0	1	4	2	0	0	5	2	0
Dolu	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Kar ve Buzlanma	1	3	6	5	4	0	3	5	10	1	0	0	8	11	0
Sis	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0
Yıldırım Düşmesi	1	2	1	1	3	0	1	2	5	0	0	0	1	7	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Orman Yangını	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 52 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 53 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

5. GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ

Bu bölümde gıda ürünleri üretimi sektöründe faaliyet gösteren tesisler açısından değerlendirmeye alınabilecek iklim değişikliği riskleri hakkında bilgi verilmiştir. Tüm alanlarda olduğu gibi sanayi sektörleri açısından da iklim değişikliğinin olası etkilerini azaltmak öncelikli bir konu olup, bu çerçevede hem işletmeler ölçeğinde yerelde hem de ulusal ölçekte iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara uyum sağlamak için mevcut planların gözden geçirilmesi ve değiştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin etkileri hem alt sektörler bazında hem de tesislerin büyüklüğü ölçüsünde farklılık göstermekte olup, özellikle altyapı ve operasyonların ne ölçüde uyum sağlaması gerektiği, maruz kalınan riskin türüne ve seviyesine bağlı olarak değerlendirilmektedir (West, J.M., Brereton, D., 2013). Sanayi sektörlerinin karşı karşıya kaldığı iklim değişikliği kaynaklı riskler fiziksel riskler ve geçiş riskleri olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmekte olup, proje kapsamında özellikle fiziksel risklerin tesis bazında değerlendirilmesine ilişkin bir metodoloji ortaya konulmuştur. Öte yandan sektör genelini ilgilendiren geçiş riskleri ise sektör ilgilileri ile çeşitli platformlarda (saha çalışmaları, çalıştaylar, sektörel danışma komiteleri vb.) gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde ortaya konulmuştur. Geçiş ve fiziksel riskler altında ele alınabilecek bazı konular Tablo 5.1'de verilmektedir.

Tablo 5.1: Geçiş ve fiziksel riskler

Risk	Etki
Geçiş Riskleri	
Politika ve düzenleme riskleri	Karbon vergisi, emisyon ticaret sistemi, enerji verimliliği standartları gibi yeni düzenlemeler nedeniyle üretim maliyetlerinin artması
Teknolojik riskler	Yeni düşük karbon teknolojilerinin geliştirilmesiyle mevcut teknolojilerin ve/veya ürünlerin atıl kalması
Piyasa riskleri	Talep değişimleri, hammadde maliyetleri ve yenilenebilir enerjiye yönelim nedeniyle oluşan pazar kayıpları
İtibar riskleri	Sürdürülebilirlik hedeflerini karşılayamama veya çevre dostu uygulamalara geç kalma nedeniyle ortaya çıkan itibar kayıpları
Finansal riskler	Yatırımcıların iklim risklerini dikkate alarak sermaye akışlarını sürdürülebilir projelere yönlendirmesi
Fiziksel Riskler	
Aşırı yağış ve sel	Aşırı yağış ve sellerin daha sık ve şiddetli hale gelmesi ile üretim tesislerinde hasar meydana gelmesi, tedarik zincirlerinde aksamaların oluşması
Kuraklık	Kuraklık nedeniyle su tüketiminin yüksek olduğu üretim süreçlerinin olumsuz etkilenmesi
Sıcaklık artışı	Daha yüksek ortalama sıcaklıklar nedeniyle çalışan verimliliğinin düşmesi, endüstriyel soğutma süreçlerinin zorlaşması, iklimlendirme maliyetlerinin artması
Orman yangınları	Orman yangınları nedeniyle üretim tesislerinde hasar oluşması, ormanlardan temin edilen hammaddelerin kesintiye uğraması
Fırtına ve hortum	Enerji nakil hatları, depolar ve üretim tesisleri gibi kritik altyapıların zarar görmesi
Deniz seviyesi yükselmesi	Kıyı bölgelerindeki sanayi tesislerini su baskını riskiyle karşı karşıya kalması, liman operasyonlarında aksamaların yaşanması



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 54 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

5.1. Geçiş Riskleri

Geçiş riskleri, düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş sürecinde ortaya çıkan finansal ve operasyonel riskler olarak değerlendirilmekte olup, bu riskler, politika ve düzenleme araçlarındaki değişiklikler, piyasa dinamikleri, teknolojik dönüşüm ihtiyacı ve toplumsal beklentiler gibi farklı odaklar altında sınıflandırılabilir. Bu riskler, şirketlerin karbon vergileri, emisyon azaltım hedefleri veya sürdürülebilir üretim teknolojilerine yatırım gibi stratejik kararlar almasını gerektirmekte olup, etkileri daha çok finansal ve operasyonel seviyededir. İnsan kaynaklı değişimlerden doğan bu risklere uyum kapasitesinin artırılması için tesislerin uzun vadeli uyum planları oluşturması gerekmektedir (UNEP, 2023; ESRB, 2024). Gıda ürünleri üretimi sektörü açısından öne çıkan geçiş riskleri kısaca aşağıda listelenmiştir.

5.1.1 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği

14 Ocak 2025 tarihli ve 32782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ve 1 Aralık 2025 tarihi itibarıyla yürürlüğe girecek olan Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği ile sanayi tesislerinin çevresel performanslarının artırılması hedeflenmektedir. Yönetmelik çerçevesinde kapsama giren yaklaşık 6.000 sanayi tesisi için Sanayide Yeşil Dönüşüm (SYD) belgesi düzenlenerek, tesisin çevresel performansı ile orantılı olarak teşvik, hibe ve kredi benzeri finansal mekanizmalara başvurabilmesi sağlanacaktır. Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarih itibarıyla faaliyette olan tesislerden 31 Aralık 2028’e kadar en az F seviyesinde ve 31 Aralık 2030’a kadar ise en az D seviyesinde SYD belgesi almaları beklenmektedir. Çevresel performans seviyesinin belirlenmesi amacıyla kullanılacak olan Mevcut En İyi Teknikler (MET) ve MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-İES) değerleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca belirlenecek olup, gıda ürünleri üretimine ilişkin değerlendirmeler temel olarak Diğer Üretim Faaliyetlerinde Mevcut En İyi Teknikler Tebliği çerçevesinde ortaya konmuştur (ÇŞİDB_a, 2025).

5.1.2 AB Atık Çerçeve Direktifi

Atıkların çevresel etkilerinin azaltılması, döngüsel ekonominin teşvik edilmesi ve kaynak verimliliğinin artırılması amacıyla 2023 yılında revize edilen AB Atık Çerçeve Direktifi kapsamında özellikle gıda ambalaj atıklarının izlenebilirliği ve üretici sorumluluklarına ilişkin hükümler güçlendirilmiştir. Bu bağlamda, gıda ve içecek üretim sektörlerinde faaliyet gösteren firmaların, ambalajların yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu atıkları azaltmaları, atıkların geri kazanımını kolaylaştıracak şekilde ekotasarım ilkelerine göre üretim yapmaları ve atıkların izlenebilirliğini sağlayacak sistemler kurmaları beklenmektedir. Mevzuat kapsamında, üreticiler için genişletilmiş üretici sorumluluğu (GÜS) sistemleri öngörülmekte olup, bu düzenleme ile üreticiler, piyasaya sürdükleri ambalaj atıklarının yönetimi ve geri dönüşümünden mali ve operasyonel olarak sorumlu tutulacaklardır. AB ile ihracat bağlantısı bulunan firmaların, ölçekleri doğrultusunda atık kayıt sistemleri, ürün etiketleme, geri dönüşüm oranları raporlaması ve ürün bazlı izlenebilirlik mekanizmaları gibi gerekliliklere uyum sağlamaları beklenmektedir. Bu yükümlülükler doğrultusunda, üreticilerin kullandıkları ambalaj malzemelerinin çevresel etkilerini azaltmaları ve geri dönüşüm oranlarını arttırmaları hedeflenmektedir (FDF, 2025). Yine 2025 yılında revize edilen AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü ile AB pazarına ihraç edilecek tüm ambalaj malzemelerinin 2030 itibarıyla %100 geri dönüştürülebilir olması; ambalajlarda geri dönüştürülebilir içerik kullanımının artırılması ve ambalaj üretiminde birincil hammadde kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır.



Bu çerçevede, AB içinde uygulanmaya başlanan dijital ürün pasaportu uygulamaları ve atık bilgi platformları gibi dijital çözümler, önümüzdeki dönemde dış pazarlara erişim açısından önem kazanacaktır (TB_b, 2025). Öte yandan 2022 yılında yürürlüğe giren Gıda ile Temas Eden Geri Dönüştürülmüş Plastik Materyallere İlişkin Komisyon Tüzüğü çerçevesinde geri dönüşüm teknolojilerine ilişkin kurallar belirlenmiş olup, ambalaj malzemelerinde geri dönüştürülmüş plastik kullanan üreticilerin malzemenin kaynağını ve geri dönüşüm sürecini belgemesi gerekecektir (TB_e, 2025).

5.1.3 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı

Ormansızlaşma ve orman bozulumunun önlenmesi amacıyla 9 Haziran 2023 tarihinde yayımlanan Ormansızlaşmanın Önlenmesi Tüzüğü (EU Deforestation-Free Regulation-EUDR) kapsamında ormansızlaşmaya sebep olan soya, sığır eti, palm yağı, ahşap/ağaç ürünleri, kakao, kauçuk, kahve ve bunlardan elde edilen belirli ürünleri üretimde girdi olarak kullanan çikolata, mobilya, lastik, deri gibi ürünlerin AB pazarına girişinde ormansızlaşmaya/orman bozulumuna yol açmadığına ve insan ve işçi haklarına uygun üretildiğine yönelik beyan zorunlu hale getirilmiştir. Büyük işletmeler için 30 Aralık 2025, küçük ve mikro işletmeler için 30 Haziran 2026 itibarıyla başlatılacak olan uygulama döneminde, AB pazarına arz edilecek veya AB'den ihraç edilecek mevzuat kapsamı ürünlerin, ormansızlaşmaya sebep olmaması, ilgili ülkenin ulusal mevzuatına uygun üretilmiş olması ve beraberinde özen yükümlülüğü beyanı taşıması gerekmektedir. Tamamen geri dönüştürülmüş hammadde kullanılarak üretilen ürünler mevzuat kapsamına dahil olmamakla birlikte mevzuatın Ek-1 listesinde yer alan ürünlerin üretimde belirli bir miktarda birincil hammadde olarak kullanılması durumunda söz konusu birincil hammadde için özen yükümlülüğü ortaya çıkacaktır (TB_a, 2025). Gıda ve içecek üretim sektörleri açısından kakao, kahve, çikolata ve sığır eti gibi ürünleri üreten alt sektörler doğrudan düzenleme kapsamına girmektedir.

5.1.4 AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması

AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile bir yandan yeşil dönüşümün yaratacağı maliyet karşısında Avrupa'nın rekabetçiliğinin korunmasını, diğer taraftan küresel düzeyde iklim değişikliği ile mücadele çabasının artırılmasını hedeflemektedir. SKDM çerçevesinde 2026 itibarıyla ilk aşamada demir-çelik, çimento, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen sektörlerinde mali yükümlülükler devreye girecek olup, kapsamın orta vadede farklı sektörleri dahil edecek şekilde genişletilebileceği öngörülmektedir. Gıda ürünleri üretimi sektörü açısından dolaylı etkiler değerlendirildiğinde, üretim süreçlerinde yaygın olarak kullanılan enerji yoğun hammadde ve girdilerin (örneğin ambalaj malzemeleri, plastikler, kimyasallar ve lojistik hizmetleri vb.) nedeniyle girdi maliyetlerinde artış yaşanması, AB'ye ihracat yapan firmaların doğrudan kapsama girmeseler bile ürünlerinin karbon ayak izini ölçmek, raporlamak ve doğrulamak zorunda kalması, tesislerde düşük karbonlu üretim süreçleri yönünde dönüşüm gerekliliği oluşması söz konusu olabilir (TB_d, 2025).

5.1.5 AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi

2024 yılında kabul edilen Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi (Corporate Sustainability Due Diligence Directive - CSDDD) ile tedarik zinciri boyunca çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Direktif kapsamında çocuk işçiliği, zorla çalıştırma, işçi sağlığı ve güvenliği ihlalleri,

ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, çevre kirliliği ve Paris Anlaşması'na uyumlu bir iklim geçiş planının oluşturulması konuları ele alınmaktadır. Gıda ürünleri üretimi sektörü açısından AB merkezli müşterilere üretim yapan firmaların raporlama yükümlülükleri çerçevesinde daha şeffaf, izlenebilir ve sürdürülebilir üretim süreçleri oluşturması gerekecektir. AB net cirosu 2028 yılı itibariyle 900 milyon Euro üzeri, 2029 itibariyle ise 450 milyon Euro üzeri olan firmalar kapsama dahil edilecek olup, küçük ve orta ölçekli şirketler (KOBİ) doğrudan mevzuat kapsamında değerlendirilmemekle birlikte kapsama dahil edilen büyük şirketlerin tedarikçisi veya alt sağlayıcısı olarak mevzuat hükümlerinden etkilenecektir (TB_e, 2025).

5.2. Fiziksel Riskler

Fiziksel riskler ise, iklim değişikliğinin doğrudan veya dolaylı olarak sanayi tesisleri, tedarik zincirleri ve iş gücü üzerindeki etkilerinden kaynaklanmakta olup, iklim değişikliği ile ilişkilendirilen aşırı hava olayları (akut) veya uzun vadeli olaylar (kronik) nedeniyle oluşabilmektedir. Akut iklim tehlikeleri arasında aşırı yağış ve sel, fırtına veya orman yangınları gibi olaylar yer alırken, uzun vadeli iklim tehlikeleri arasında sıcaklık artışı, kuraklık ve deniz seviyesindeki yükselmesi bulunmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan çevresel etkiler sonucu oluşan fiziksel risklerin yönetimi, altyapının güçlendirilmesi, acil durum planlaması ve sigorta çözümleri gibi önlemleri gerektirmektedir. Geçiş ve fiziksel risklerin ayrı kategorilerde ele alınması, sanayi sektörlerinin kapsamlı bir risk yönetimi ve uyum stratejisi geliştirmesine yardımcı olmaktadır (UNEP, 2023; ESRB, 2024). İklim değişikliği kaynaklı fiziksel riskler, özellikle tarımsal hammadde temini (örneğin buğday, mısır, şeker pancarı gibi temel girdiler) ve su ile enerji yoğun üretim süreçlerine sahip gıda üretim tesisleri için ciddi tedarik ve operasyonel sorunlar yaratabilecek niteliktedir. Gıda ürünleri üretimi sektörünü etkileyebilecek başlıca fiziksel riskler aşağıda özetlenmiştir.

5.2.1 Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük

Sıcaklık artışı, kuraklık, dolu ve don hadiseleri ve aşırı hava olayları gibi iklim tehlikeleri, buğday, mısır, şeker pancarı gibi tarımsal hammaddelerin temininde sürekliliği tehdit etmektedir. Özellikle tarımsal üretime dayalı hammaddelerde verim düşüşü ve kalite sorunları, tedarik zincirlerinde aksamalara, maliyet artışına ve üretim planlamasında belirsizliklere yol açabilir. Hammadde verimliliğinin düşmesinin yanı sıra ürün kalitesinde bozulmalar ve hastalık ile zararlı risklerinde artış görülebilmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, dönemsel olarak yaşanan aşırı hava olayları nedeniyle tesise hammadde temininde güçlüklerin yaşandığı ya da bölgesel olarak verimin ve kalitenin düşmesi sebebiyle tesiste operasyonel problemlerin yaşandığı örnekler ortaya konmuştur.

5.2.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar

Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi hava olayları deniz ve kara taşımacılığını aksatarak, hem ithal hammadde ve yardımcı malzemelerin hem de nihai gıda ürünlerinin lojistik süreçlerini yavaşlatabilmektedir. Bu durum, özellikle taze ve hızlı tüketim gerektiren gıda ürünlerinde teslimat gecikmelerine, müşteri memnuniyetinde azalmaya, sipariş iptallerine ve ihracat kayıplarına yol açabilmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, tesislerin stok kapasitesini artırması, alternatif ulaşım modlarını değerlendirmesi ve sevkiyat sigortası uygulamaları ile riskin azaltılabileceği; ancak bu önlemlerin işletme maliyetlerini

yükseltebileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca, sıcaklık ve nem gibi çevresel koşullara duyarlı bazı gıda hammaddeleri ve ürünlerinde, uygun taşıma ve depolama koşullarının sağlanamaması durumunda kalite kaybı ve maddi zararlar yaşandığı bildirilmiştir.

5.2.3 Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler

Aşırı yağış ve sel riski nedeniyle üretim tesislerinin altyapısı ile makine parkı, hammadde ve mamul ürün depo alanlarının zarar görmesi söz konusu olabilir. Bu durum, üretim duruşlarına, sipariş teslimatlarında gecikmelere ve sigorta maliyetlerinde artışa yol açabilmektedir. Özellikle düşük kotta, dere yataklarına veya su baskınına açık bölgelere yakın konumlanmış tesisler daha yüksek risk altındadır. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, bazı tesislerde açık veya yetersiz korunaklı alanlarda depolanan ambalaj malzemeleri, kuru gıda hammaddeleri ve diğer suya duyarlı ürünlerin aşırı yağış sonrası zarar gördüğü, bu durumun üretimin kısa süreli durmasına ve ürün kayıplarına yol açtığı örnekler tespit edilmiştir.

5.2.4 Su Temininde Güçlük

Kuraklık, özellikle su yoğun üretim süreçleri olan gıda sektöründe, su temininde zorluklara neden olabilmektedir. Su kaynaklarının azalması, üretim verimliliğini düşürebilmekte ve suya erişimin ciddi şekilde kısıtlandığı durumlarda üretim durma noktasına gelebilmektedir. Ayrıca kuraklık nedeniyle yer altı ve yüzey sularının debisinin düşmesi su kalitesini olumsuz etkileyebilir; tuzluluk, sertlik, ağır metal ve kirletici konsantrasyonlarında artış yaşanabilmektedir. Bu durum, özellikle suyun kritik olduğu işleme ve paketleme aşamalarında kalite sorunlarına yol açabilmektedir. Atıksu geri kazanımı ve su verimliliği uygulamalarıyla risklerin azaltılması mümkün olmakla birlikte, bu tür yatırımlar genellikle su maliyetlerinin üretim bütçesindeki payına ve ilgili proseste hijyen koşulları açısından kullanılabilirliğine göre değerlendirilmektedir. Proje kapsamında yapılan çalışmalarda, bazı tesislerin şebeke veya yer altı suyu temininde yaşanan sıkıntılar nedeniyle tankerle su temini gibi geçici çözümler kullandığı ve bunun işletme maliyetlerini artırdığı tespit edilmiştir.

5.2.5 İklimlendirme İhtiyacının Artması

Artan sıcaklıklar nedeniyle gıda üretim tesislerinde işçi sağlığını ve ürün kalitesini koruyabilmek amacıyla iklimlendirme ve soğutma sistemlerine duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu durum enerji tüketimini ve işletme maliyetlerini yükseltirken, sera gazı emisyonlarının da artmasına yol açabilmektedir. Özellikle kapalı alanlarda iklimlendirme olmayan bölgelerde çalışma koşulları zorlaşmakta, ayrıca soğuk zincirin kritik olduğu ürünlerin sevkiyat ve depolama süreçlerinde sıcaklık dalgalanmalarına bağlı ürün/hammadde kayıpları yaşanabilmektedir. Yüksek sıcaklıklar ekipmanlarda daha sık bakım-onarım ihtiyacı doğurmakta, ani duruşlar ve sıcaklık kaynaklı stres nedeniyle ürün kalitesinde dalgalanmalar ve kayıplar artabilmektedir. Ayrıca, biyolojik proseslerin kullanıldığı atıksu arıtma tesislerinde sıcaklık artışı soğutma ihtiyacını artırmakta ve proses verimliliğinde dalgalanmalara sebep olmaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 58 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Proje kapsamında hazırlanması hedeflenen Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin yer aldığı yarım gün süren 3 sektörel çalıştay düzenlenmesi planlanmıştır. Bu çerçevede gıda ürünleri üretimi odağında organize edilen çalıştay 29 Mayıs 2025 tarihinde 09:30-12:30 saatleri arasında İstanbul Sanayi Odası Odakule binasında 34 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalıştay programı Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2: Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı

Saat	Gündem maddesi
09:30 – 10:00	Proje bilgilendirme sunumu ISO & TÜBİTAK MAM
10:00 – 12:30	Yuvarlak masa toplantıları Sektörel iklim değişikliği riskleri üzerine gerçekleştirilecek yuvarlak masa toplantısında katılımcıların sektör tecrübeleri ve görüşleri üzerinden sözlü katkıları alınarak, gıda ürünleri üretim sektörlerinin karşı karşıya kalacağı geçiş ve fiziksel riskler ve bu riskler özelinde alınabilecek önlemler değerlendirilecektir.
12.30	Kapanış

Çalıştay programı kapsamında ilk olarak katılımcıların kendilerini tanıtmaları ve çalıştaya dair beklentilerini kısaca aktarmaları ile başlatılmıştır. Sonrasında proje kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlere ilişkin ISO ve TÜBİTAK MAM proje ekiplerini tarafından sunumlar gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ise katılımcılar iki gruba ayrılarak yuvarlak masa oturumları başlatılmıştır.

Yuvarlak masa oturumunun ilk kısmında katılımcılara dağıtılan tablolarda yer verilen risklere ilişkin bilgilendirme yapılarak, katılımcıların riskler üzerindeki görüş ve değerlendirmeleri alınmıştır. Bu çerçevede katılımcıların aşağıdaki 5 adet soruyu 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) aralığında puanlamaları istenmiştir.

1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?
2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?
3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?
4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?
5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?

Puanlamalar yapılırken listedeki maddeler özelinde katılımcıların sektör tecrübeleri ve görüşleri üzerinden sözlü katkıları alınmıştır.

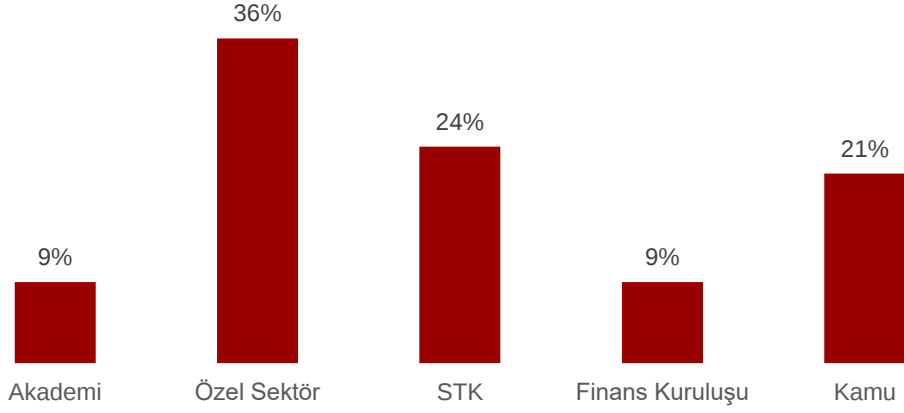
Yuvarlak masa oturumunun ikinci kısmında ise bir önceki kısımda konuşulan riskler özelinde alınabilecek önlemlerin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla katılımcıların sözlü olarak belirttiği öneriler tartışılarak, tahta üzerinde not alınmıştır. Her bir önlem önerisi için görüşler aşağıda belirtilen yönlendirme soruları vasıtasıyla yürütülmüştür.

1. Bu riski azaltmak için özel sektör hangi önlemleri alabilir?
2. Kamu politikaları bu riski nasıl yönetebilir?
3. Finans sektörü bu konuda hangi teşvik veya finansman modellerini geliştirmelidir?
4. Ar-Ge ve inovasyon çalışmaları nasıl katkı sağlayabilir?
5. Bu önerilerin gerçekleşmesi açısından olası zorluklar ve fırsatlar nelerdir?



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 60 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 5.1: Çalışmaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%)



Şekil 5.2: Çalıştay fotoğrafları

Çalıştay kapsamında düzenlenen yuvarlak masa oturumları için katılımcılar iki ayrı gruba ayrılmış olup, iki farklı oturumda elde edilen sonuçlar her masa özelinde aşağıda sıra ile değerlendirilmiştir.

Yuvarlak masa oturumunun ilk kısmında katılımcılara dağıtılan tablolarda yer verilen iklim değişikliği risklerine yönelik değerlendirme yapması hedeflenmiştir. Bu çerçevede, birinci grup tarafından iletilen değerlendirmeler şu şekildedir:

- Özellikle tarımsal üretim açısından uluslararası mevzuatlara uyum sürecinde çalışmaların yeterli olduğu ancak saha uygulamasında sıkıntıların yaşandığı ifade edilmiştir. Örnek olarak yeni yayımlanan “Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği” gibi düzenlemeler sektör açısından önemli geçiş riskleri arasında sınıflandırılmış olup, mevzuatların uygulanabilirliğinde yaşanan zorlukların, çiftçilerin bilgi eksikliği, pazarlama kaygısı ve verimlilik baskısı nedeniyle alternatif üretim yöntemlerine geçişte isteksizlik gibi unsurlarla birleştiği değerlendirilmektedir. Bu etkilerin özellikle küçük aile işletmelerinde daha yoğun yaşandığı, saha uygulamalarında rehberlik ve eğitim ihtiyacının arttığı belirtilmiştir. Özellikle pestisit mevzuatı yaptırımlarının artması nedeniyle çiftçilerin alternatif biyolojik yöntemlere geçişte desteklenmesi gerektiği vurgulanmış, bu kapsamda iyi tarım uygulamaları ile sözleşmeli tarımın yaygınlaştırılmasının çiftçilerin mevzuata uyumunu kolaylaştırabileceği ifade edilmiştir. Bu çerçevede “Birincil üretimde mevzuatların sahada uygulanmasındaki zorluklar” başlıklı geçiş riski olarak tabloya eklenmiştir.
- Tarımla uğraşan nüfusun azalması, üretim kapasitesinde düşüş, bilgi aktarımının kesintiye uğraması ve iklim uyumlu üretim için gereken uygulamaların benimsenmesinde yetersizlik gibi çok boyutlu fiziksel ve sosyo-ekonomik etkiler doğurabilecek bir risk olarak değerlendirilmiştir. Özellikle Anadolu’da genç nüfusun tarımdan uzaklaşması, mevcut üreticilerin büyük oranda orta yaş ve üzeri bireylerden oluşması, sektörde %90’a yakın oranda küçük aile işletmelerinin varlığıyla birleştiğinde, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu bağlamda kırsal alanlarda genç girişimcilerin ve kadınların desteklenmesi, sahada uygulamalı çiftçilik eğitimleri gibi uzun vadeli programların yaygınlaştırılması önem kazanmaktadır. Bu nedenle “Tarımla uğraşan nüfusun azalması” başlıklı fiziksel risk olarak tabloya dahil edilmiştir.
- Tarım ve Orman Bakanlığı uhdesinde yürütülen çalışmalar ile gıda üretimi alanında kuraklığın etkilerinin bölgesel olarak analiz edildiği ve haritalama çalışmalarıyla planlamalar yapıldığı (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü - Kuraklık Yönetim Planları) ifade edilmiştir. Kuraklığın, ürün deseni seçiminde ve suya bağımlı üretim yapılarında dönüşüm ihtiyacını beraberinde getirdiği, bunun da altyapı ve bilgi eksiklikleri nedeniyle uyum sürecinde risk oluşturduğu değerlendirilmiştir.
- Yeni pestisit mevzuatlarının yaptırımlarının artması nedeniyle çiftçilerin alternatif biyolojik yöntemlere geçişte desteklenmesi gerektiği vurgulanmış, bu kapsamda iyi tarım uygulamaları ile sözleşmeli tarımın yaygınlaştırılmasının çiftçilerin mevzuata uyumunu kolaylaştırabileceği ifade edilmiştir.
- Sürdürülebilir ambalaj kullanımı ile ilgili olarak ihracat yapan firmaların farklı ülke regülasyonlarına uyumda zorluk yaşadığı belirtilmiş, özellikle geri dönüştürülmüş malzemelerin kalitesi nedeniyle kullanımında kısıtlamalar olduğu vurgulanmıştır. Bu durum sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada sektöre yönelik teknik ve mali destek ihtiyacını ortaya koymaktadır.
- Enerji ve soğutma ihtiyacının, özellikle süt ve süt ürünleri gibi ürün gruplarında hayati olduğu, bu nedenle gıda sektöründe de yenilenebilir enerji yatırımlarının ve verimli soğutma teknolojilerinin desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 62 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Bahsedilen risklerin tabloya ilave edilmesi sonrasında katılımcıların tabloda yer verilen 5 adet soruya her risk maddesi için ayrı ayrı olmak üzere 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) aralığında puan vermeleri istenmiştir. Bu çerçevede tüm katılımcıların iletmiş olduğu puanların ortalamasına Tablo 5.3'de yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre üretimde kullanılan doğal hammaddelerin temininde iklim değişikliği kaynaklı kesintiler ile kuraklık nedeniyle su temininde yaşanabilecek güçlükler, gıda ürünleri üretimi açısından öne çıkan fiziksel riskler olarak belirlenmiştir. Geçiş riskleri kapsamında ise düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş zorunluluğu ve çevresel sürdürülebilirlik odaklı tarımsal girdilere geçiş gerekliliği, dönüşüm ihtiyacı ve bu dönüşümün beraberinde getirdiği yatırım yükü nedeniyle dikkat çeken konular arasında yer almıştır. Bu riskler, sektörün üretim yöntemlerini, tedarik zincirini ve teknolojik altyapısını yeniden yapılandırmasını gerektiren dönüşüm alanları olarak öne çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, karbon ve su ayak izi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği ve karbon fiyatlandırma mekanizmalarına uyum sağlama gerekliliği gibi ulusal ve uluslararası düzenlemelere yönelik riskler de sektör açısından önemli geçiş riskleri arasında yer almıştır. Sektörün en hazırlıksız olduğu alanlar arasında kuraklık tehlikesi ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na uyum gerekliliği öne çıkarken; gerçekleşme olasılığı en yüksek olarak değerlendirilen riskler, iklim kaynaklı hammadde tedarikinde yaşanabilecek kesintiler ile karbon ve su ayak izi raporlamalarının zorunlu hale gelmesidir. Bu risklerin etkili şekilde yönetilebilmesi için sektörün iş yapış şekillerinde yapısal değişiklikler yapılması ve bu değişimi destekleyecek acil uyum önlemlerinin hayata geçirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Tablo 5.3: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
1. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na uyum sağlama gerekliliği (G)	2,8	1,8	2,7	2,8	2,5	3,5
2. Karbon fiyatlandırmaya (karbon vergisi, emisyon ticaret sistemi) yönelik kurulacak ulusal sisteme uyum sağlama gerekliliği (G)	2,7	1,8	2,8	3,1	2,5	3,9
3. Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	2,9	2,2	2,8	3,3	2,5	4,5
4. AB Atık Çerçeve Direktifi - Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,1	2,1	3,2	3,3	2,9	5,6
5. AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,1	1,8	3,0	3,2	3,0	5,1
6. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlülüklerinin zorunlu hale gelmesi (G)	3,0	2,3	3,2	3,2	3,2	5,8
7. Sektörde kullanılan kimyasallara kısıtlamalar getirilmesi (G)	3,9	2,5	3,6	3,8	3,7	8,5
8. Tüketici beklentilerinin ve satınalma niyetlerinin çevre ve sürdürülebilirlik odaklı değişimi (G)	3,3	2,7	2,8	2,6	2,5	4,8
9. Yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu (G)	2,8	1,9	2,5	2,7	2,5	3,5
10. Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim kriterlerine uyum sağlamayan tesislerin yatırımcılar nezdinde riskli görülmesi (G)	3,2	1,7	2,6	2,9	2,8	4,3
11. Kurumsal sürdürülebilirlik raporlamaları kapsamında yükümlülüklerin artması nedeniyle pazar kaybı yaşanması (G)	2,4	2,4	2,5	3,0	3,0	4,3
12. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	3,4	2,7	3,3	3,4	3,0	6,7

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	2,8	2,2	2,4	2,8	2,2	3,4
14. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	2,8	2,5	2,3	3,0	2,4	4,0
15. Çevresel sürdürülebilirlik odaklı tarımsal girdilere (örn; gübre, pestisit) geçiş zorunluluğu (G)	3,4	2,2	3,3	3,2	3,3	6,4
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle üretimde kullanılan doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,2	2,5	4,0	4,0	4,2	9,8
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	3,7	2,7	3,6	3,3	3,6	7,8
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	3,6	2,5	3,1	3,3	3,5	7,0
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,6	2,4	4,4	4,0	4,6	11,0
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	3,5	2,3	3,3	3,2	3,3	6,6
21. Birincil üretimde mevzuatların sahada uygulanmasındaki zorluklar (G)	3,7	2,6	3,4	3,5	3,5	7,7
22. Tarımla uğraşan nüfusun azalması (G)	4,3	2,7	4,0	3,6	3,8	9,4

Notlar:

* Tabloda iklim değişikliği ile ilişkilendirilen geçiş riskleri (politika ve yasal riskler, teknolojik dönüşüm, piyasa, itibar) "G" ile fiziksel riskler ise "F" ile gösterilmiştir.

** Katılımcılar tarafından puanlama 1: Çok düşük - 5: Çok yüksek (2. soruda 1: Hazırlık çok yetersiz - 5: Hazırlık çok yeterli) aralığında gerçekleştirilmiştir.

*** Genel değerlendirme için tüm kriterlerden alınan toplam ortalama puandan, en ideal durumu ifade eden 9 puan çıkarılmıştır.

İlk yuvarlak masa oturumunda, ikinci grup tarafından iletilen değerlendirmeler şu şekildedir:

- Katılımcılar, doğal yaşam döngüsünün iklim tehlikeleriyle giderek daha fazla bozulduğunu ve bu durumun biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğini tehdit ettiğini ifade etmiştir. Özellikle kene gibi canlıların taşıdığı virüslerin sığırlar aracılığıyla yayılması, hem hayvan sağlığını hem de genel ekosistem sağlığını tehlikeye sokmaktadır. Bu durum, hayvansal üretimin güvenliğini ve halk sağlığını da dolaylı olarak etkilemektedir. Bu nedenle, doğal yaşam döngüsünün korunması gerektiği vurgulanmış ve hastalık kontrolüne yönelik daha kapsamlı önlemlerin alınmasının önemine dikkat çekmiştir. Bu doğrultuda, “Biyoçeşitliliğin iklim tehlikeleri nedeniyle sürdürülebilirliğinin tehlikeye girmesi” şeklinde bir risk tanımının tabloya eklenmesine karar verilmiştir.
- İklim değişikliğiyle birlikte artan sıcaklık, kuraklık ve düzensiz yağış gibi çevresel stres faktörlerinin, toprak ekosisteminde yer alan yararlı mikroorganizmalar ve canlıların yaşamını olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Katılımcılar, bu canlıların tarımda verimlilik ve doğal denge açısından kritik rol oynadığını; ancak çevresel koşullar nedeniyle bu popülasyonların korunmasında ciddi zorluklar yaşandığını aktarmıştır. Bu durumun doğrudan ürün kalitesini ve gıda güvenliğini de tehdit ettiği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, “İklim tehlikeleri nedeniyle toprakta yaşayan yararlı canlıların popülasyonunun korunamaması” maddesinin tabloya eklenmesi gerektiği değerlendirilmiştir.
- Denetim mekanizmalarında önemli eksikliklerin bulunduğu; mevcut denetim süreçlerinin büyük ölçüde gönüllülük esasına dayandığı ve bunun da sistematik, kapsamlı bir kontrol mekanizmasının kurulmasını zorlaştırdığını vurgulanmış olup, “Yasal mevzuatlar kapsamında denetim boşlukları” maddesi tabloya eklenmiştir.
- Sektörde çok büyük miktarlarda gıda atığı olduğu ve bunların bertaraf edilmesinin önemli bir husus olduğu belirtilmiştir. Katılımcılar, gıda atıklarının hayvan yemi olarak değerlendirilmesinde önemli bir potansiyel olduğunu ancak mevzuat ve uygulamadaki boşluklar nedeniyle bu fırsatın tam olarak değerlendirilemediğini ifade etmektedir. Örneğin, büyük firmalar bu konuda girişimler yapmakta olsa da, marka itibarı kaygısıyla atıklarını değerlendirmek yerine maliyeti yüksek olan imha yöntemini tercih etmektedir.
- Zirai atıkların yönetiminde belediyelerin diğer atıklardan ayrı toplama konusunda yetersiz kaldığı, bu durumun atık yönetiminin etkinliğini düşürdüğü vurgulanmıştır. Uluslararası standartlara rağmen, ulusal mevzuatlarda bu konuda önemli eksiklikler bulunduğu belirtilmiştir.
- Yasal düzenlemeler ve kurumlar arasındaki koordinasyon eksikliği ve uyumsuzlukların, firmaların operasyonlarını önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir. Bakanlık tarafından yayınlanan yönetmeliklerin belediyeler tarafından uygulanması ve yorumlanması sürecinde ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Bu durum, firmaların yasal yükümlülüklerini yerine getirmelerini zorlaştırmakta ve iş süreçlerinde belirsizliklere yol açmaktadır. Kurumlar ve belediyeler arasındaki iletişim eksikliği ve farklı uygulama yaklaşımları, düzenlemelerin etkin bir şekilde hayata geçirilmesini engellemektedir. Uygulamada görülen bu kurumlar arası uyumsuzluklar, hem özel sektörün hem de kamu kurumlarının verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu sebeplerle, eğitim ve bilinçlendirmenin önemi vurgulanmış olup, “Gıda/tarım atıklarının yönetilmesine yönelik yasal mevzuatların uygulanmasında taraflar arasında yaşanan karışıklıklar” şeklinde bir geçiş riskinin tabloya eklenmesine karar verilmiştir.
- Ölçülebilirlik ve izlenebilirlik konusunda önemli zorluklar yaşandığını belirtmiştir. İl Tarım Müdürlükleri tarafından yürütülen denetim, kontrol ve belgelendirme süreçlerinde kullanılan ölçüm yöntemleri ve



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

araçlarının güncel ihtiyaçları karşılamakta zorlandığı, bu durumun verilerin güvenilirliğini ve karşılaştırılabilirliğini olumsuz etkilediği ifade edilmiştir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün %25 oranında kayıp ve kaçak hedefi bulunduğu ve bu hedefin gerçekleştirilmesi için sistematik çalışmalar yürütüldüğü belirtilmiştir. Ancak çevresel izleme altyapısında önemli eksikliklerin bulunduğu, bu durumun verimli bir kontrol mekanizmasının kurulmasını zorlaştırdığı vurgulanmıştır. Konulan hedeflerin takibinin mevcut izleme sistemleriyle mümkün olmayacağı ifade edilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda "Çevresel izleme altyapısının yetersizliğinin uygulamada yaratacağı zorluklar" şeklinde bir geçiş riski tanımlanması faydalı görülmüştür.

- Havzalar için hazırlanan taşkın planlarının, bölgedeki tüm sanat yapılarını ve altyapı sistemlerini içerdikleri ve olası risklere karşı koruyucu önlemleri detaylı şekilde tanımladıkları belirtilmiştir.

Bahsedilen risklerin tabloya ilave edilmesi sonrasında katılımcıların tabloda yer verilen 5 adet soruya her risk maddesi için ayrı ayrı olmak üzere 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) aralığında puan vermeleri istenmiştir. Bu çerçevede tüm katılımcıların iletmiş olduğu puanların ortalamasına Tablo 5.4'de yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre sektörün en yüksek düzeyde etkileyebilecek riskler arasında sıcaklık artışı, kuraklık ve orman yangınları gibi iklim kaynaklı tehlikelerin üretimde kullanılan hammaddelerin kalitesi ve tedarikine yönelik olası etkileri öne çıkmaktadır. Bu risk yüksek gerçekleşme olasılığı ve sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği dikkate alındığında, fiziksel riskler kategorisinde en kritik alanlardan biri olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde kuraklık nedeniyle üretimde su temininde yaşanabilecek güçlükler de sektörün karşı karşıya olduğu öncelikli fiziksel risklerden biri olarak dikkate alınmaktadır. Geçiş riskleri kapsamında, düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş zorunluluğu, Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na (SKDM) uyum sağlama gerekliliği ve karbon ile su ayak izi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi, hem etki düzeyi hem de sektörde iş yapış biçimini değiştirme gerekliliği açısından öne çıkan başlıca risk alanları arasında yer almaktadır. Bu risklerin yönetilmesi, sektörde dönüşüm odaklı yatırımların hızlandırılmasını ve teknolojik kapasitenin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik odaklı tüketici beklentilerindeki değişim ve yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu da sektörün stratejik planlama süreçlerinde dikkate alması gereken önemli geçiş riskleri olarak öne çıkmıştır. Bu alanlarda sektörel hazırlık düzeyinin düşük olması, bu risklerin etkisini daha da artırmaktadır. Yasal düzenlemelere uyum konusunda ise, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği, AB Atık Çerçeve Direktifi ve Ambalaj Atıkları Tüzüğü gibi alanlara uyum sağlama zorunluluğu, sektörün mevcut uygulamalarını gözden geçirmesini gerektiren önemli geçiş riskleri arasında yer almaktadır. Bu düzenlemeler, sadece çevresel uyumu değil aynı zamanda dış pazarlara erişim kapasitesini de etkileyebilecek nitelikte görülmektedir. Öte yandan, sektörün en hazırlıksız olduğu risklerin başında endüstri 4.0 ve yapay zekâ tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu, çevresel sürdürülebilirlik odaklı tarımsal girdilere geçiş ve biyobazlı ya da geri dönüştürülmüş hammaddelerin kullanımına yönelik dönüşüm ihtiyacı gelmektedir. Bu alanlarda düşük hazırlık düzeyi ve yüksek dönüşüm gereksinimi, sektör paydaşlarının dikkatini çeken kritik noktalar olmuştur. Genel olarak bakıldığında, sektörün karşı karşıya olduğu hem fiziksel hem de geçiş risklerinin yönetilebilmesi için kapsamlı bir dönüşüm sürecine ihtiyaç duyulduğu ve bu sürecin, mevzuata uyumdan altyapı yatırımlarına, finansman erişiminden tedarik zinciri yönetimine kadar çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınması gerektiği değerlendirilmiştir.

Tablo 5.4: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
1. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na uyum sağlama gerekliliği (G)	3,8	2,2	3,8	4,4	4,0	9,2
2. Karbon fiyatlandırmaya (karbon vergisi, emisyon ticaret sistemi) yönelik kurulacak ulusal sisteme uyum sağlama gerekliliği (G)	3,6	2,3	3,1	3,4	2,8	6,2
3. Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,4	2,3	3,2	3,4	3,3	6,6
4. AB Atık Çerçeve Direktifi - Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,4	2,3	3,5	3,8	3,4	7,3
5. AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,2	2,5	3,4	3,3	3,5	6,9
6. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlülüklerinin zorunlu hale gelmesi (G)	3,9	2,5	3,9	4,1	4,0	9,4
7. Sektörde kullanılan kimyasallara kısıtlamalar getirilmesi (G)	3,6	2,5	3,8	3,7	3,4	8,0
8. Tüketici beklentilerinin ve satınalma niyetlerinin çevre ve sürdürülebilirlik odaklı değişimi (G)	3,5	3,2	3,7	3,8	3,3	8,5
9. Yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu (G)	4,1	2,7	3,8	3,9	3,8	9,4
10. Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim kriterlerine uyum sağlamayan tesislerin yatırımcılar nezdinde riskli görülmesi (G)	4,0	2,4	3,3	3,8	3,5	8,0
11. Kurumsal sürdürülebilirlik raporlamaları kapsamında yükümlülüklerin artması nedeniyle pazar kaybı yaşanması (G)	2,9	2,7	2,5	2,8	2,4	4,3
12. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	4,0	2,8	3,6	4,3	3,9	9,6

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	3,3	2,1	2,9	3,7	3,1	6,0
14. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	3,2	2,1	2,8	3,1	2,9	5,1
15. Çevresel sürdürülebilirlik odaklı tarımsal girdilere (örn; gübre, pestisit) geçiş zorunluluğu (G)	3,9	2,3	3,5	3,2	3,6	7,4
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle üretimde kullanılan doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,7	2,3	4,5	4,3	4,5	11,3
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	3,7	2,8	3,9	3,8	3,4	8,5
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	4,0	3,1	3,4	3,7	3,3	8,5
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,6	2,5	4,3	4,2	4,2	10,8
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	3,8	2,5	4,0	4,0	3,8	9,1
21. Biyoçeşitliliğin iklim tehlikeleri nedeniyle sürdürülebilirliğinin tehlikeye girmesi (F)	3,2	2,2	2,9	3,3	2,6	5,2
22. İklim tehlikeleri nedeniyle toprakta yaşayan yararlı canlıların popülasyonunun korunamaması (F)	3,4	2,1	3,1	3,4	2,6	5,7
23. Yasal mevzuatlar kapsamında denetim boşlukları (G)	4,1	2,4	4,1	3,8	3,9	9,2
24. Gıda/tarım atıklarının yönetilmesine yönelik yasal mevzuatların uygulanmasında taraflar arasında yaşanan karşıtlıklar (G)	4,3	2,3	4,3	4,4	4,6	10,8
25. Çevresel izleme altyapısının yetersizliğinin uygulamada yaratacağı zorluklar (G)	4,1	2,1	3,7	3,9	3,4	8,3



Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 69 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
---	---	---	--	--	---	-----------

Notlar:

* Tabloda iklim değişikliği ile ilişkilendirilen geçiş riskleri (politika ve yasal riskler, teknolojik dönüşüm, piyasa, itibar) "G" ile fiziksel riskler ise "F" ile gösterilmiştir.

** Katılımcılar tarafından puanlama 1: Çok düşük - 5: Çok yüksek (2. soruda 1: Hazırlık çok yetersiz - 5: Hazırlık çok yeterli) aralığında gerçekleştirilmiştir.

*** Genel değerlendirme için tüm kriterlerden alınan toplam ortalama puandan, en ideal durumu ifade eden 9 puan çıkarılmıştır.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 70 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK



6. GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ

Proje kapsamında iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılması adına tesislerde uygulanabilecek önlemlerin belirlenebilmesi adına hem saha ziyaretlerinde toplanan veriler hem de proje kapsamında gerçekleştirilen çalıştay çerçevesinde ortaya konan öneriler değerlendirilmiştir. Bu çerçevede gerçekleştirilen değerlendirmeler ilerleyen bölümlerde aktarılmaktadır.

6.1. Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri

Gıda ürünleri üretim tesislerinden elde edilen veriler, saha gözlemleri ve tesis yetkilileriyle gerçekleştirilen görüşmeler doğrultusunda, iklim değişikliğinin gıda üretim süreçleri üzerindeki olası etkileri dikkate alınarak sektör özelinde uygulanabilecek uyum stratejileri değerlendirilmiştir. Sunulan stratejiler, hem sektör genelinde geçerliliği olan ortak önlemleri hem de uygulamada karşılaşılabilecek kısıtları içermektedir. Böylelikle, enerji ve su verimliliği, altyapı iyileştirmeleri, yenilenebilir enerji kullanımı, tedarik zinciri yönetimi ve alternatif hammadde çözümleri gibi farklı alanlarda, gıda ürünleri üretiminde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve ortaya konulmuştur.

6.1.1 Enerji Verimliliğinin Arttırılması

Gıda üretim tesislerinde enerji tüketiminin azaltılması, hem enerji bağımlılığının düşürülmesi hem de sera gazı emisyonlarının azaltılması açısından kritik bir uyum önlemi olarak değerlendirilmektedir. Güncel bir çalışmada tedarik zinciri de dahil edildiğinde küresel enerji tüketiminin %30'unun gıda endüstrisinde gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Gıda üretiminin karbon ayakizi bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte, gelişmiş ülkelerde gıda endüstrisi açısından en yüksek enerji tüketiminin gıda işleme ve dağıtımında gerçekleştiği, gelişmekte olan ülkelerde ise hizmet sektörü ile ilişkili tüketimin daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir. Küresel ölçekte 2019 yılında gıda zinciri bütüncül olarak, insan kaynaklı toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %31'ini oluşturmuştur. Yalnızca gıda üretim süreçleri, küresel emisyonların %8-10'una tekabül ederken, emisyonların %19'unun taşımacılık, %14'ünün tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Tarımsal faaliyetlerin alt kırılımında ise hayvancılık ve balıkçılık %31, bitkisel üretim %27, arazi kullanımı %24 ve tedarik zinciri %18 paya sahiptir (Corigliano, O., Algieri, A., 2024). Gıda üretim tesislerinde özellikle soğutma, dondurma, kurutma, pişirme, pastörizasyon, kızartma, konserveleme ve şişeleme gibi işlemlerde yoğun elektrik ve ısı enerjisi tüketimi gerçekleşmektedir. Sektörde enerji tüketiminin azaltılması için uygulanabilecek başlıca stratejiler arasında ısı işlemlerin uygulandığı ekipmanlarda izolasyon çalışmalarının yürütülmesi, enerji verimli motor ve ekipmanların tercih edilmesi, aydınlatmada LED dönüşümlerinin yapılması, ısı ve buhar geri kazanım sistemlerinin kurulması gibi uygulamalar bulunmaktadır. Ayrıca, üretim süreçlerinde enerji tüketimini anlık izleyen SCADA sistemlerinin kurulumu ya da dijital izleme çözümleri, enerji kayıplarının tespit edilmesini ve verimliliğin artırılmasını sağlamaktadır. Soğutma sistemlerinin enerji verimli teknolojilerle değiştirilmesi ve düşük emisyonlu soğutucu akışkanların kullanılması da karbon ayak izini azaltan yöntemler arasında öne çıkmaktadır.

Gıda ürünleri üretiminde enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çabaların, çeşitli yapısal ve teknik zorluklarla karşı karşıya olduğu değerlendirilmekte olup, özellikle üretim süreçlerinin çeşitliliği ve karmaşıklığı, standart



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 72 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

enerji verimliliği çözümlerinin uygulanmasını güçleştirmektedir. Soğutma, dondurma, kurutma ve pastörizasyon gibi enerji yoğun süreçlerde verimlilik yatırımları yüksek maliyetler gerektirmekte, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için finansal engel oluşturmaktadır. Ayrıca mevcut üretim hatlarının modern enerji verimli teknolojilerle uyumlu olmaması, yenileme çalışmalarını yavaşlatmaktadır. Enerji yönetimi için gerekli olan dijital izleme ve otomasyon sistemlerinin sektörde sınırlı düzeyde kullanılıyor olması, tüketim kalıplarının doğru analiz edilmesini ve iyileştirme fırsatlarının tespitini zorlaştırmaktadır. Tüm bu nedenlerle, gıda sektöründe enerji verimliliğinin artırılması; finansman, teknolojiye erişim, kapasite geliştirme ve politika desteği gerektiren önemli bir zorluk alanı olarak öne çıkmaktadır (Corigliano, O., Algieri, A., 2024). Proje pilot çalışmalarına dahil olan tesislerden elde edilen bulgularda bu önlemlerin hayata geçirilmesi açısından en önemli kısıtın yüksek yatırım maliyetleri ve uzun geri ödeme süreleri olduğu belirtilmiş, ayrıca sektörün gelişmiş teknolojilere erişimde yaşadığı sorunlar ve tesislerin mevcut altyapısının bu dönüşümlere uygun olmaması da diğer kısıtlar arasında gösterilmiştir.

Proje kapsamında çalışılan 13 gıda ürünleri üretimi tesisinin yaklaşık olarak %80'inde enerji etüt çalışmaları yürütülmüş olup, enerji yoğun proses ve ekipmanlar tespit edilerek verimlilik potansiyeli değerlendirilmiştir.

6.1.2 Su Verimliliğinin Arttırılması

Gıda üretiminde su, üretim süreçlerinin tamamlayıcı girdilerinden biri olup, özellikle temizlik, soğutma, pişirme ve hammaddenin işlenmesi aşamalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Gıda üretim tesislerinde su verimliliğinin arttırılması, iklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık risklerine karşı kritik bir uyum önlemi olarak değerlendirilmektedir. Su verimliliğinin sağlanması için başlıca stratejiler arasında atıksu arıtma tesislerinde geri kazanım ve proseslerde yeniden kullanım, yağmur suyu hasadı sistemlerinin kurulması, temizleme proseslerinde yüksek basınçlı az su tüketen sistemlerin tercih edilmesi, hijyen standartlarıyla uyumlu kapalı devre su kullanım teknolojilerinin entegrasyonu ve dijital su izleme sistemlerinin uygulanması yer almaktadır. Ayrıca, proses bazlı su ayak izi analizleri yapılarak en fazla tüketimin gerçekleştiği alanların belirlenmesi ve optimizasyon çalışmalarına öncelik verilmesi önemli görülmektedir. Örneğin, süt ürünleri endüstrisinde sistematik bir su verimliliği yaklaşımını benimseyen işletmelerin, ilk kullanım suyunda ve atıksu miktarında genellikle %20 ile 50 oranında azaltım sağlayabildiği, bazı üretimlerde bu oranın daha da yüksek olduğu kaydedilmiştir. Süt ürünleri işleme gerçekleştirilen tesislerde su, ekipman temizliği, ürün soğutma, ısı üretimi için kazan beslemesi ve ürün saflaştırma gibi birçok süreçte kullanılmaktadır (FAO & WHO, 2023).

Bununla birlikte, suyun yeniden kullanımına yönelik uygulamalar hijyen ve gıda güvenliği standartlarıyla sınırlanabilmektedir. Özellikle süt bazlı ve et işleme tesislerinde suyun tekrar kullanımı mikrobiyolojik riskler nedeniyle mümkün olamamaktadır. Ayrıca, ileri arıtma ve kapalı devre kullanım sistemleri yüksek yatırım maliyetleri ve uzun geri ödeme süreleri gerektirdiğinden küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından finansal bir kısıt oluşturmaktadır. Proje kapsamında çalışılan tesislerden elde edilen bulgular da bu durumu desteklemekte; işletmelerin büyük bir kısmında su verimliliği için potansiyel alanlar bulunmasına rağmen en önemli kısıtların yatırım maliyetleri, mevcut altyapının uygun olmaması ve gıda güvenliği risklerine dair çekinceler olduğu görülmektedir.

Hasat sonrası su tüketimi açısından özellikle taze kesim ürünler ve dondurulmuş meyve-sebze işleme aşamalarında yüksek su tüketiminin gerçekleştiği, bu aşamalarda suyun tekrar kullanımının, patojen ve

kimyasal kalıntıların birikmesi ve çapraz bulaşma gibi riskler ortaya çıkarabileceği değerlendirilmektedir. Genel itibarıyla hasat sonrası ürünle temas eden suyun içilebilir kalitede olması önerilmekte iken, bazı durumlarda daha esnek standartlar getirilebilmektedir. Örneğin, AB'nin taze meyve ve sebzelerde birincil üretim aşamasında iyi hijyen uygulamaları yoluyla mikrobiyolojik risklerin ele alınmasına ilişkin yayınladığı kılavuzlarda, yenmeye hazır olmayan taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası soğutma ve taşıma işlemleri için, ayrıca yenmeye hazır taze ürünlerde ilk yıkama aşamasında kullanılacak su için daha esnek kriterler oluşturulmuştur. Bu noktada geri kazanım uygulamaları nedeniyle özellikle mikrobiyal bulaşmayı önlemek için etkili dezenfeksiyon yöntemlerinin uygulanması ve izlenmesi kritik öneme sahiptir. Gıda endüstrisinin birçok alt sektöründe (süt, et, deniz ürünleri, içecek vb.) suyun yeniden kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Geri kazanımda kullanılan suyun kaynak olarak proseste kullanıldıktan sonra arıtılması veya kapalı devre sistemlerde kullanılması mümkün olmakta, ancak gıda teması öncesinde mikrobiyolojik açıdan uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Uluslararası kılavuzlarda suyun güvenli şekilde yeniden kullanımını, özellikle mikrobiyolojik risklerin kontrol altına alınmasını şart koşmaktadır. Yeniden kullanılan su, temas ettiği gıdadan daha temiz olmalı, patojenlerin yayılımını engelleyecek şekilde uygun arıtma, depolama ve izleme yöntemleri uygulanmalıdır. Risk değerlendirmesi ise suyun kaynağına, işleme süreçlerine, depolama koşullarına, arıtma performansına ve ürüne daha sonra uygulanacak işlemlere (ör. pişirme) göre özel olarak belirlenmektedir (FAO&WHO, 2023).

Gıda sanayiinde suyun yeniden kullanımı kavramsal belirsizlikler, mevzuata uyum, tüketici güveni ve gıda güvenliği açısından çeşitli sorunlar yaratmaktadır. Etkin bir sistem kurmak için kaynak ve uzmanlık gerekirken, ancak çevresel, ekonomik, yasal, teknolojik ve algısal boyutlarda bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. Özellikle mikrobiyolojik risklerin değerlendirilmesi noktasında, yeniden kullanılan suyun kalitesi ve depolama şartlarının su kalitesi üzerindeki etkileri, arıtma süreçlerinin patojen giderim verimliliği üzerindeki etkiler gibi konularda araştırmanın yürütülmesi, uygulamada ise özellikle KOBİ'lere yönelik pratik kılavuzların oluşturulması önem arz etmektedir. Bu zorlukların aşılabilmesi için suyun yeniden kullanımına yönelik açık tanımlar ve standartların geliştirilmesi, arıtma teknolojilerinin performans takibine yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ve farklı ölçeklerde ve alt sektörlerde uygulanabilir kılavuzların hazırlanmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Tesislerde mikrobiyolojik risklerin daha iyi anlaşılması için uygun göstergelerin belirlenmesi, validasyon ve günlük doğrulama süreçlerini destekleyen pratik araçların oluşturulması önerilmektedir. Ayrıca, patojen dışı mikroorganizmaların etkileri, suyun gıda ile temas sonrası uygulanan işlemlerin ürün güvenliği üzerindeki sonuçları ve tüketici algısını güçlendirecek iletişim stratejileri üzerine daha fazla araştırma ve rehberlik sağlanması ile gıda ürünleri üretimi özelinde su geri kazanımına yönelik uygulamaların yaygınlaştırılabileceği değerlendirilmektedir.

6.1.3 Kaynak Verimliliğinin Arttırılması

Gıda üretim tesislerinde kaynak verimliliği, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, atık miktarının azaltılması ve karbon ayak izinin küçültülmesi açısından önemli bir uyum önlemi olarak değerlendirilmektedir. Organik atıkların biyogaz üretiminde, hayvan yemi katkısı veya kompost üretiminde kullanılması, atık yönetimini destekleyen uygulamalar arasında yer almaktadır. Ambalaj atıkları ve diğer üretim atıklarının geri dönüşüme kazandırılması, karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 74 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Bu kapsamda uygulanabilecek başlıca stratejiler, üretim atıklarının sınıflandırılması ve değerlendirilmesi, atık yönetimi sistemlerinin kurulması ve sektördeki kıyaslama çalışmalarına dayalı performans analizlerinin yapılmasıdır. Proje kapsamında çalışılan 13 gıda ürünleri üretimi tesisinin yaklaşık olarak %70'inde verimlilik veya sürdürülebilirlik birimi bulunmakta ve sektörel kıyaslama çalışmaları yürütülmektedir. Buna karşın tesislerin yaklaşık olarak %60'ında sürdürülebilirlik veya temiz üretim odaklı raporlar hazırlanmıştır.

Kaynak verimliliğine yönelik uyum önlemleri açısından başlıca kısıtlar, tüm üretim atıklarının yeniden kullanılmaya uygun olmaması ve lisanslı atık işleme tesislerine erişim imkânının sınırlı olması olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, KOBİ'ler için bu tür sistemlerin kurulumu yüksek yatırım ve işletme maliyetleri gerektirebilmektedir.

6.1.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Gıda üretim tesislerinde enerji ihtiyacının yenilenebilir kaynaklardan sağlanması, iklim değişikliğine uyum ve sera gazı azaltım hedefleri açısından kritik bir önlem olarak değerlendirilmektedir. Tesis arazisinde güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi santrallerine gerçekleştirilen yatırımlar ve organik atıkların biyogaz, aktif karbon gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminde değerlendirilmesi tesislerin karbon emisyonlarını düşürmede etkin yöntemler olarak öne çıkmaktadır. Proje kapsamında çalışılan tesislerde, bu uygulamaların hayata geçirilmesinde tesis alanı ve altyapısının (örn; GES için çatının statik dayanımı ve izolasyonu) ve bölgede mevcut enerji altyapısının yeterliliği (trafo kapasitesi) belirleyici olmaktadır. Yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasında karşılaşılan diğer zorluklar, çatı alanlarının kısıtlı olması, yerinde enerji üretiminin mümkün olmaması ve yüksek yatırım maliyetleri olarak değerlendirilmektedir. Pilot tesislerden elde edilen bulgular, bu kısıtların özellikle KOBİ'ler açısından yenilenebilir enerji kullanımını sınırladığını göstermektedir.

6.1.5 Altyapının İyileştirilmesi

Gıda üretim tesislerinde altyapının dayanıklılığı, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve üretim süreçlerinin sürekliliğini sağlamak açısından öne çıkan bir uyum önlemidir. Altyapı iyileştirme çalışmalarına örnek olarak, aşırı yağış, sel ve dolu risklerine karşı drenaj sistemlerinin güçlendirilmesi, çatı izolasyonlarının yapılması, tesis çevresindeki nehir yataklarında yaşanabilecek taşkınlara karşı bariyer sistemlerin oluşturulması ve taşkınlara karşı dere ıslah projelerinin yürütülmesi verilebilir. Aşırı yağış ve sel riski karşısında etkilenmesi beklenen bir diğer kritik altyapı olan atık su arıtma tesislerinde kapasitesinin artırılması ise hem çevresel yükü azaltmakta hem de suyun yeniden kullanımına olanak tanıyabilmektedir.

Bu kapsamda uygulanabilecek başlıca stratejiler; altyapı güçlendirme projeleri, düzenli bakım ve temizlik faaliyetleri (Örn; tesis için ve yakın çevresinde drenaj kanallarının temizliği) ve atıksu yönetim sistemlerinin modernizasyonunu içermektedir. Proje kapsamında yürütülen saha çalışmalarında, tesislerde altyapının iyileştirilmesi için planlama ve yatırımın kritik olduğunu ve mevcut altyapının çoğu zaman modernizasyon yatırımlarına uygun olmadığını ortaya konmuştur. Özellikle altyapının iyileştirilmesinde karşılaşılan başlıca kısıtlar, yüksek yatırım maliyetleri ve uzun vadeli planlama gerekliliğidir. Ayrıca, kısa vadede işletmeye ek finansal yük getirmesi ve projelerin tamamlanma süresinin uzun olması, bu alandaki uygulamaları sınırlamaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 75 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

6.1.6 İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi

Gıda üretim tesislerinde üretim alanlarının sıcaklık ve nem koşullarının stabil tutulması, hem gıda güvenliği hem de ürün kalitesi açısından kritik önlemler arasında yer almaktadır. Kapalı devre iklimlendirme sistemleri, otomatik sensörlerle sıcaklık ve nem kontrolü ile enerji verimli soğutucu gruplarının kullanımı, tesislerin iklimlendirme kapasitesinin artırılması için uygulanabilecek başlıca yöntemlerdir.

Bu kapsamda, enerji verimli iklimlendirme sistemlerine geçiş, yaz aylarında artan soğutma ihtiyacının enerji tüketimi üzerindeki etkilerini azaltmakta ve karbon emisyonlarını düşürmektedir. Ayrıca, modern iklimlendirme çözümleri, işletme maliyetlerini optimize ederek enerji kullanım verimliliğine katkı sağlamaktadır.

İklimlendirme kapasitesinin geliştirilmesinde karşılaşılan başlıca zorluklar, yüksek maliyetli soğutucu akışkanlar, sistem dönüşümlerinin yatırım gerektirmesi ve teknolojik güncellemelerin sık aralıklarla yapılması ihtiyacıdır. Proje pilot tesislerinde elde edilen bulgular, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu yatırımları gerçekleştirmekte zorlandığını göstermektedir.

6.1.7 Alternatif Hammadde Temini

İklim değişikliği nedeniyle tarımsal üretimde yaşanabilecek arz dalgalanmalarına karşı alternatif hammaddelerin geliştirilmesi önemlidir. Türkiye’de yapılan bir araştırma, seçilmiş tarımsal ürünler için iklim değişikliğinin etkileri bağlamında verimlerde 2020 yılında ortalama %2–7; 2050’de %4–12; 2080’de ise %5–20 oranında düşüş olabileceğini öngörmüştür. Bu düşüşler, özellikle buğday, arpa, mısır, ayçiçeği ve pamuk gibi yağışa bağımlı ürünlerin üretimi açısından daha belirgin olacaktır (Dellal, I., Unuvar, F.I., 2019). Dolayısıyla farklı ürün bileşimlerinin geliştirilmesi, yenilikçi proseslerin uygulanması ve ikame hammadde araştırmalarıyla işletmelerin iklim risklerine karşı dirençli olması sağlanabilir.

Alternatif hammadde teminine yönelik başlıca stratejiler arasında kritik hammaddeler için alternatif tedarikçilerin belirlenmesi, yerli üreticilerden alım yapılması, sözleşmeli çiftçi modelleri ve hammaddelerin yıllık olarak güncellenmesi bulunmaktadır. Taşımacılıkta ise denizyolu, karayolu ve intermodal çözümlerle karbon emisyonlarının düşürülmesi, rota optimizasyon projeleri ve düşük emisyonlu taşıt kullanımı lojistik riskleri azaltmaktadır.

Alternatif hammadde temininde karşılaşılan başlıca zorluklar, bazı hammaddelerin sınırlı coğrafyalarda yetişmesi nedeniyle tedarikçi çeşitliliğinin kısıtlı olması, Ar-Ge projelerinin uzun vadeli ve maliyetli olması, laboratuvar ve saha denemelerinin zaman alması ve kalite standartlarının tüm tedarikçilerde sağlanmasının güç olmasıdır. Pilot tesis bulguları, bu kısıtların özellikle iklim değişikliğine bağlı üretim risklerinin yüksek olduğu hammaddeler için önlem almayı zorlaştırdığını göstermektedir.

6.1.8 Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi

Tesislerde hali hazırda İSG riskleri kapsamında hazırlanan acil durum planlarının iklim değişikliği riskleri dikkate alınarak güncellenmesi, geleneksel riskler (yangın, kimyasal sızıntı, deprem vb.) dışında fiziksel iklim tehlikelerine ilişkin risklerin de bu planlara eklenmesi önemlidir. Bu çerçevede senaryo bazlı tatbikatlar, çalışanların eğitimi ve iletişim sistemlerinin güçlendirilmesi, iklim kaynaklı acil durumlara hazırlığı arttırabilecek önlemler arasında değerlendirilmektedir. Proje kapsamında çalışılan 13 gıda ürünleri üretimi tesisinin



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 76 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

yarısından fazlasında iklim değişikliği odaklı raporlama çalışmalarının yürütüldüğü aktarılmış, buna karşın sadece üçte birinde faaliyetler özelinde risk değerlendirme çalışmalarının yürütüldüğü belirtilmiştir. Ancak, iklim değişikliği riskleri halen çoğu işletmede yeterince dikkate alınmamaktadır.

Bu noktada öne çıkan bir uygulama olan sürdürülebilirlik raporlaması, işletmelerin çevresel, sosyal ve yönetim (ÇSY/ESG) alanlarındaki etkilerini, risklerini ve fırsatlarını paydaşlara şeffaf biçimde aktarmasını amaçlayan bir süreçtir. Sürdürülebilirlik raporlaması açısından takip edilen farklı standartlar geliştirilmiş olup, proje kapsamında tesislerin bu standartlar çerçevesinde sürdürülebilirlik raporlamaları gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu standartlar arasında en öne çıkan Global Reporting Initiative (GRI), kuruluşların sürdürülebilirlik performanslarını kapsamlı bir biçimde raporlamalarını sağlarken, özellikle paydaş odaklı bir yaklaşım benimsemektedir. GRI Sürdürülebilirlik Raporlaması Standartları, sürdürülebilirlik performansını raporlamak için geliştirilmiş ilk ve en yaygın olarak kabul gören uluslararası standartlardır. Sustainability Accounting Standards Board (SASB) ise sektör bazlı metriklere odaklanarak yatırımcıların finansal açıdan önemli sürdürülebilirlik verilerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Integrated Reporting (<IR>) çerçevesi ise finansal ve sürdürülebilirlik raporlamasını entegre ederek işletmenin uzun vadeli değer yaratma kapasitesini vurgulamaktadır.

Bu standartların farklı güçlü yönleri bulunmakla birlikte, küresel ölçekte parçalı bir raporlama yapısı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle IFRS Vakfı, raporlama çerçevelerini uyumlu hale getirmek ve yatırımcıların güvenilir, karşılaştırılabilir bilgilere erişimini sağlamak amacıyla Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu (ISSB)'nu kurmuş ve S1-S2 standartlarını geliştirmiştir. IFRS'nin bu yaklaşımı, SASB'nin finansal önemlilik kriterlerini, GRI'nin paydaş odaklı yaklaşımını ve <IR>'ın entegre raporlama perspektifini dikkate alarak bütüncül bir sistem sunmaktadır.

Ülkemizde ise 1 Ocak 2024 itibarıyla IFRS'nin S1-S2 standartları temel alınarak, Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS 1-2) yürürlüğe konulmuş, Türkiye böylece belirli ölçeklerdeki işletmeler için sürdürülebilirlik raporlamasını zorunlu hale getiren ilk ülkelerden biri olmuştur. Halka açık işletmeler için bu zorunluluk, bilançosundaki tüm varlıklarının toplam değeri (aktif toplamı) 500 milyon TL, yıllık net satış hasılatı 1 milyar TL ve çalışan sayısı 250'nin üzerinde olma ölçütlerinden en az ikisini art arda iki raporlama döneminde aşmaları durumunda geçerlidir.

6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinden 34 kişinin yer aldığı ve 29 Mayıs 2025 tarihinde gerçekleştirilen çalıştayın ikinci oturumunda bir önceki oturumda en yüksek puanı alan riskler özelinde hayata geçirilebilecek uyum önlemlerinin listelenmesi hedeflenmiştir. Bu çerçevede her iki grupta farklı riskler üzerine çalışma gerçekleştirilmiş olup, risk özelinde iletilen görüşler aşağıda sıralanmıştır.

Risk: 16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle üretimde kullanılan doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)

- Özel sektörün farkındalığının ve birbiri ile olan işbirliğinin (özellikle lojistik alanında) artırılması (Özel sektör)





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 77 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Özel sektör-çiftçi işbirliğinin artırılması (Özel sektör)
- Tedarikçilerin çeşitlendirilmesi (Özel sektör)
- Hammadde tedariğinde takip sistemlerinin kurulması ve kullanılması, özellikle gümrükten temin sürecinde gıda ürünlerinin uzun süreler beklemesi ve kaybının önüne geçilmesi (Özel sektör)
- İklim değişikliği özelinde acil durum eylem planlarının hazırlanması ve üretim planlaması yapılması (Özel sektör)
- Tesislerin soğutma sistemi altyapılarını geliştirmesi, enerji kesintisine karşı önlemlerin alınması (Özel sektör)
- Anıza ekim uygulamalarının artırılmasının teşvik edilmesi (Kamu)
- Anız yakma uygulamalarının engellenmesi için farkındalığın artırılması (Kamu)
- Bakanlık tarafından hazırlanan stratejik ürün desenleri ile ilgili suyu merkeze alan üretim planlamasının çiftçiler tarafından uygulanmasına yönelik desteklerin oluşturulması ve denetimlerin takibi (Kamu)
- İklim değişikliği kaynaklı risklerin sigortalar kapsamına dahil edilmesi (Finans)
- Alternatif hammadde denemelerinin gerçekleştirilmesi, örneğin; soya proteini yerine farklı bitkisel protein denemelerinin yapılması, protein miktarının artırılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Ar-Ge)
- Kaliteli/kuraklığa dayanıklı tohum üretimine yönelik projelerin desteklenmesi (Ar-Ge)
- Ürünlerin iklim değişikliği etkilerine dayanıklılığının artırılmasına yönelik çalışmaların desteklenmesi, örneğin; mikrobiyal ürün koruma yöntemleriyle kimyasal kullanmadan -7 ile +55°C arasında ürünü koruyan malzemelerin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Kuraklıkla mücadele çalışmalarının desteklenmesi, örneğin; damlama sulamanın gerçekleştirilemediği alanlarda (örn; eğim sebebiyle fındık bahçelerinde) toprakta su tutumunu ve suyun yavaş salınımını sağlayan toprak düzenleyici malzemelerin uygulanması (Ar-Ge)
- Bitkisel bazlı hammaddelerden mikro-alg bazlı hammadde üretimine geçiş için çalışmalar yürütülmesi (omega-3, protein) (Ar-Ge)

Risk: 19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)

- Hammadde temin alanlarının iklim değişikliği riskleri göz önüne alınarak kısa vadeli planlanması, örneğin; sözleşmeli tarım arazilerinde üretilebilecek ürünlerin türleri üzerine iklim değişikliği riskleri dikkate alınarak değerlendirme yapılması (Özel sektör)
- Tesiste tüketilen suyun verimli kullanımı ve geri kazanımına yönelik yatırımların gerçekleştirilmesi (Özel sektör)
- Tedarik zincirinde gıda kaybı ve israfına yol açmayacak bir planlama yürütülmesi (Özel sektör)
- Üretimden kalan ürünlerin (örn; meyve sebze kabukları/posaları) alternatif ürünler üretilerek değerlendirilmesi (Özel sektör)
- "Su Verimliliği Yönetmeliği" kapsamında hazırlık yapılması ve ilgili altyapının kurulması (Özel sektör)
- Yıkama amaçlı su tüketiminin azaltılmasına yönelik yeni yatırımların gerçekleştirilmesi (Özel sektör)
- Su geri kazanımının artırılması ve endüstriyel altyapıda kullanılması (Özel sektör)
- Su tüketimini azaltacak bilinçlendirme çalışmalarının yapılması (operatörlerin uygulamalı eğitimi vb.) (Özel sektör)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 78 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Tesislerde dijital izleme sistemleri kurularak su tüketimi yüksek olan proseslerin tespit edilmesi ve önlemlerin alınması (Özel sektör)
- Akademi ve özel sektör görüşlerinin de alınarak iklim değişikliği odaklı üretim alanlarının bölge şartlarına özel planlanması (Kamu)
- İleri arıtma tesisi çıkış sularının sanayi tesislerinde yeniden kullanılmasına (örn; ekipman yıkama suyu olarak) yönelik yerel yönetimlerce mekanizma oluşturulması (Kamu)
- “Su Verimliliği Yönetmeliği”nin uygulanmasının takibi ve denetiminin yapılması (Kamu)
- Yeraltı suyunun kontrolsüz kullanımının önüne geçecek denetimlerin yapılması (Kamu)
- Gıda kaybı ve israfına yönelik bilinçlendirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması (Kamu)
- Sektör odaklı finansman kaynaklarının oluşturulması ve ölçek farketmeksizin esnek finansmana erişimin kolaylaştırılması (Finans)
- Özellikle KOBİ’ler ölçeğinde ön fizibilite çalışmalarının yapılması için finansman imkanlarının (uygulama öncesi ara finansman mekanizmaları) oluşturulması (Finans)
- Sektörel bazlı sigorta çalıştırılmalarının yaygınlaştırılması (Finans)
- “Su Verimliliği Yönetmeliği”nin uygulanmasına yönelik teşviklerin artırılması, özellikle Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nca sağlanan mevcut teşviklerin KOBİ ölçeğine indirilmesi (Finans)
- Su verimli teknoloji altyapısının kurulumuna yönelik desteklerin artırılması (Finans)
- Kuraklığa dayanıklı alternatif türlerin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Daha az su ile üretim teknolojilerinin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Yıkama sistemi özelinde Ar-Ge çalışmalarının yapılması (Ar-Ge)
- Dijital izleme sistemlerinin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Topraksız tarım, dikey tarım ve kentsel tarım gibi alternatif tarım tekniklerinin geliştirilmesi, örneğin; İstanbul İl Tarım ve Orman Müdürlüğü koordinasyonunda Kağıthane İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü binasının zemin katında yürütülen çalışmalar (Ar-Ge)

Risk: 22. Tarımla uğraşan nüfusun azalması (G)

- Kamu ile işbirliği içerisinde bölgesel ölçekte tarımla uğraşan nüfusun (örn; mevsimlik işçiler, tesiste çalışan işçiler, küçük üreticiler) sosyo-ekonomik şartlarını iyileştirmeye yönelik projeler oluşturulması (Özel sektör)
- Sözleşmeli tarım odaklı çalışma süreçlerinin yaygınlaştırılması (Özel sektör)
- Tarımla uğraşan nüfusun gıda üretim tesislerinin birer çalışanı gibi görülerek entegrasyonunun sağlanmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Özel sektör)
- Tarımsal üretime yönelik teşviklerde uzmanlık şartı aranması ve teşviklere teknolojik dönüşümün dahil edilmesi (Kamu)
- Çiftçilerin çalışma şartlarının iyileştirilmesi amacıyla sosyal sigorta haklarına yönelik çalışmalar yapılması, örneğin; Bağ-Kur veya isteğe bağlı genel sağlık sigortası uygulamalarında indirim sağlanması (Kamu)
- Kooperatiflerin çalışmalarını doğru ve sürdürülebilir bir şekilde devam ettirilebilmesi için desteklenmesi (Kamu)
- Tarımsal üretim açısından küçük işletmelerin modernizasyonuna ya da ortak üretim altyapısı oluşturmaya yönelik teşvik mekanizmalarının oluşturulması (Finans)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 79 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- İyi tarım uygulamalarına yönelik çalışmaların görünürlüğünün artırılması (Ar-Ge)

Genel öneriler

- Tarımsal atıkların yönetimi mevcut bulunan yasal mevzuatların uygulanmasında kurumlar arası yaşanan karmaşanın azaltılması amacıyla koordinasyonun sağlanması
- Gıda atıklarının geri kazanımına yönelik halihazırda düşük olan seviyelerin Ar-Ge çalışmaları ve bilinçlendirme çalışmaları ile desteklenerek artırılması
- Büyük çoğunluğu tüketilebilir nitelikte olan ve sosyal sorumluluk projelerinde kullanılabilme ihtimali olmasına rağmen, prestij kaybı gibi endişelerle değerlendirilemeyen gıda atıklarının kullanımına yönelik çalışmaların başlatılması
- Hammadde planlamasında yaşanan iletişimsizlikler nedeniyle oluşan ek karbon salımı ve atık miktarını azaltmaya yönelik iletişim mekanizmaları ve takip sistemlerinin kurulması
- Gıda ürünlerinin uzun süreli gümrükte bekletilmesinin önüne geçilmesi
- Hem meteorolojik veri, hem de su kaynaklarının izlenmesine yönelik altyapıların güçlendirilmesi ve bu alanda belirlenen hedeflerin izlenebilirliğinin artırılması
- Gıda ambalajında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına yönelik mevcut yasal kısıtlamaların giderilmesi ve bu ürünlerin Avrupa'da olduğu gibi ülkemizde de kullanımının önünün açılması
- Ambalaj malzemelerinde biyobozunur ürünlerin kullanılması
- Tarımsal üretime yönelik teşvikler verilirken sosyoekonomik şartların göz önünde bulundurulması
- Çiftçiye yönelik eğitimler kapsamında başlangıç seviyesinde tarlada uygulamalı eğitimlerin düzenlenmesi
- Tarladan sofraya zincirinde, kamu politikaları nedeniyle gıda üretim tesislerine uygulanan zorunlulukların tesisler vasıtasıyla üreticilere entegre edilmesi
- Gıda israfının önlenmesi için tedarikçi ile daha yakın iletişimin kurulması (örn; zincir marketlerin doğrudan tedarikçiden temin ettikleri ürünlerde halden temin edilen ürünlere kıyasla daha az israf olması)
- Gıda israfı konusunda Tarım ve Orman Bakanlığı'nca ilk ve ortaöğretim öğrencilerine verilen eğitimlerin daha geniş kitlelere ulaşacak şekilde yaygınlaştırılması, her şey dahil organizasyonda verilen hizmetlere yönelik önlemlerin alınması
- Satışı sağlanamayan ürünlerin son tüketim tarihinde analiz edilerek alternatif ürünler halinde piyasaya kazandırılması, örneğin; et ürünlerinin analizleri yapıldıktan sonra marketlerin kasap reyonlarında satışa sunulması



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 80 / 88

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK



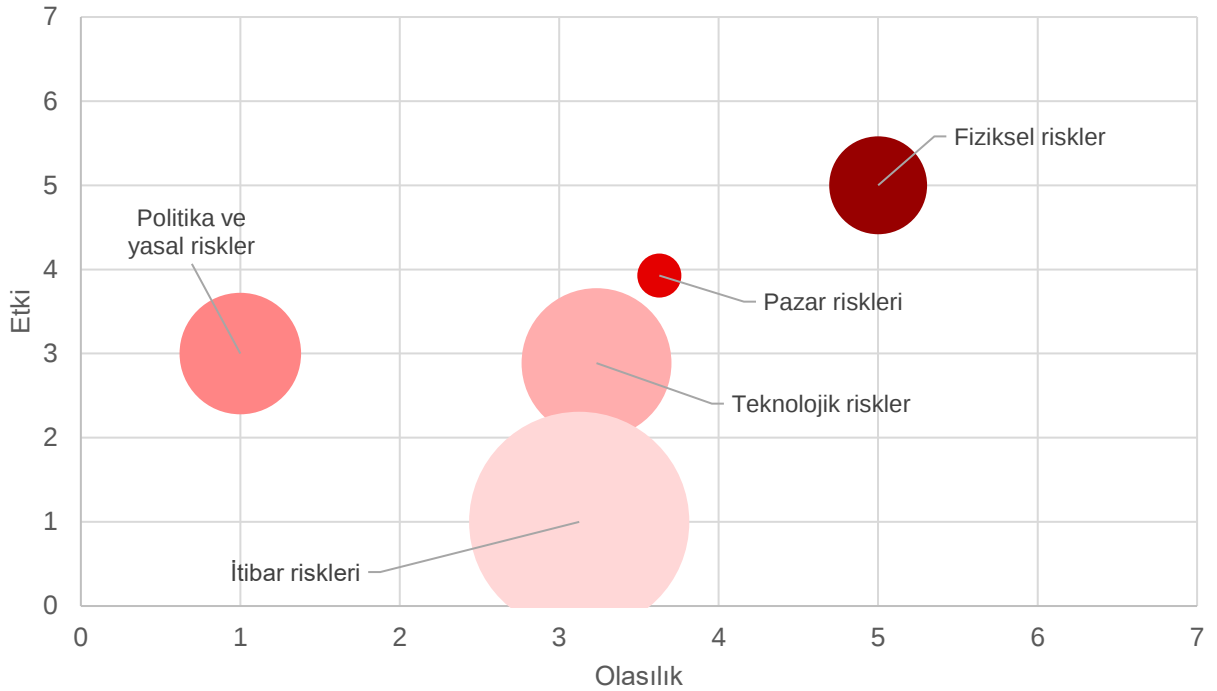


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 81 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

7. GENEL DEĞERLENDİRME

Proje kapsamında gerek düzenlenen çalıştayda gerekse sonrasında yürütülen anket çalışmasında toplanan veriler dikkate alınarak sektör temsilcileri nezdinde risklerin önem seviyesi açısından değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla ortaya konan risk ifadeleri politika ve yasal riskler, teknolojik riskler, pazar riskleri, itibar riskleri ve fiziksel riskler olmak üzere Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları ile uyumlu 5 kategori altında gruplandırılmıştır. Her grup için hesaplanan ortalama puanlar 1-5 aralığında normalize edildikten sonra sonuçlar Şekil 7.1’de yer verilen grafikte paylaşılmıştır.



Şekil 7.1: İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi

Şekil 7.1’de, farklı risk gruplarının “etki”, “olasılık”, “uyum sağlama ihtiyacı” ve “uyum sağlama aciliyeti” boyutlarında karşılaştırmalı bir analizini sunulmaktadır. Grafik üzerinde balonların konumu olasılık ve etki seviyelerini (x ve y eksenleri), büyüklüğü uyum sağlama ihtiyacını, renk tonları ise açık kırmızıdan koyu kırmızıya doğru artan şekilde uyum sağlama aciliyetini temsil etmektedir. Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde özellikle fiziksel riskler tüm boyutlar açısından en kritik risk grubu olarak ön plana çıkmaktadır.

Fiziksel riskler; yüksek etki ve yüksek olasılık değerlerinin yanı sıra, acil müdahale gereksinimiyle de dikkat çekmektedir. Sıcaklık artışı, kuraklık, sel ve diğer aşırı hava olayları nedeniyle gıda ürünlerinin üretiminde kullanılan doğal hammaddelere erişimde yaşanan zorluklar; tesislerin su temininde güçlük yaşaması; soğutma sistemlerinde yetersizlik nedeniyle üretim verimliliğinin düşmesi ve iklimsel etkilerin lojistik faaliyetleri aksatması bu alandaki temel tehditler arasında yer almaktadır. Bu nedenle sektördeki işletmelerin, iklim odaklı acil durum planları oluşturması, su ve enerji temin altyapılarını güçlendirmesi ve alternatif üretim teknolojilerine yönelmesi gerektiği değerlendirilmiştir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 82 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Teknolojik riskler, nispeten yüksek etki ve uyum sağlama ihtiyacı seviyeleriyle ön plana çıkarken, düşük aciliyet düzeyine sahip olmaları nedeniyle orta vadeli planlamalar çerçevesinde göz önünde bulundurulabilir. Özellikle dijital izleme sistemlerinin kurulması, geri kazanım altyapılarının iyileştirilmesi ve düşük su tüketimli yeni üretim sistemlerinin geliştirilmesi gibi çözümler, bu risk grubunun yönetilmesi açısından önem taşımaktadır. Ar-Ge yatırımları ve üniversite-sanayi iş birlikleri bu süreçte belirleyici olacağı vurgulanabilir.

Pazar riskleri, sektördeki en yüksek olasılık ve aciliyet düzeyine sahip risk grubu olarak değerlendirilmektedir. İklim değişikliği kaynaklı üretim kayıpları, gıda ürünlerinde maliyet artışları ve sürdürülebilirlik kriterlerine göre şekillenen tüketici talepleri, firmaların pazar pozisyonunu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle sektörde faaliyet gösteren firmaların tedarik planlamalarını yeniden yapılandırması, gıda kaybını azaltan stratejiler geliştirilmesi ve sürdürülebilir ürün geliştirme kapasitesini artırması gerektiği düşünülmektedir.

Politika ve yasal riskler, orta düzeyde etki ve uyum ihtiyacına sahip olmasına rağmen, uyum sağlama aciliyetinin yüksekliği ile dikkat çekmektedir. Özellikle su verimliliği, atık yönetimi ve gıda güvenliği ile ilgili mevzuatların takibi, ulusal ve uluslararası düzenlemelere hızlı uyum sağlama ve denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi bu alandaki temel öncelikler arasında sıralanmaktadır. Avrupa Birliği mevzuatlarına uyum, karbon ayak izi raporlama zorunluluğu gibi düzenlemelerin en yüksek puan alan politika ve yasal riskler arasında yer alarak sektörü yakından etkilediği görülmektedir.

İtibar riskleri, sektörde en düşük olasılık değerine sahip olmasına rağmen, yüksek uyum ihtiyacı ile öne çıkmaktadır. Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim çerçevesinde şeffaf raporlama sistemlerinin kurulması, sürdürülebilirlik etiketlerinin doğru şekilde kullanılması ve tüketicilere güven veren iletişim stratejilerinin geliştirilmesi, itibar risklerinin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, gıda ürünleri üretimi sektörü açısından iklim değişikliğine bağlı risklerin yalnızca fiziksel etkilerle sınırlı kalmadığı; aynı zamanda mevzuat değişiklikleri, teknolojik gereklilikler, pazar talepleri ve kurumsal itibar gibi çok boyutlu dinamikleri de beraberinde getirdiği görülmektedir. Uyum sürecinde proaktif davranan firmalar, bu riskleri yönetmekle kalmayıp aynı zamanda sürdürülebilirlik temelli dönüşüm sürecinde rekabet avantajı elde edebilecektir. Bu doğrultuda su ve enerji verimliliğini artıran yatırımlar, gıda kaybını azaltan uygulamalar, alternatif üretim modelleri ve üretici-özel sektör iş birlikleri, sektörde dirençli ve çevresel olarak sürdürülebilir üretim sistemlerinin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bu noktada ortaya konan çözüm önerileri açısından öne çıkan önlem önerileri aşağıda sıralanmıştır:

- Tedarik zinciri yönetimi açısından iklim değişikliğine bağlı tedarik risklerinin azaltılabilmesi için hammadde temininde çeşitlendirme yapılmalı, takip sistemleri geliştirilmeli, özel sektör ve çiftçiler arasında sözleşmeli üretim gibi modellerle iş birliği güçlendirilmelidir.
- Su yönetimi ve kuraklıkla mücadele kapsamında su tüketiminin izlenebilirliğinin artırılması, geri kazanım altyapılarının kurulması ve "Su Verimliliği Yönetmeliği"ne uyum sağlanmasına yönelik yatırımlar ile eğitim çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Enerji altyapısı ve tesis dayanıklılığı açısından sıcaklık artışı, enerji kesintileri ve aşırı hava olaylarına karşı üretim tesislerinde soğutma sistemleri güçlendirilmeli, iklim değişikliğine özel acil durum planları hazırlanmalıdır.

- Tarımda insan kaynağı sorununun çözümü için çiftçilere yönelik sosyal güvence mekanizmaları güçlendirilmeli, gençlerin ve kadınların sektöre katılımı desteklenmeli, kooperatifler ve küçük ölçekli üreticiler için modernizasyon teşvikleri oluşturulmalıdır.
- Ar-Ge ve teknoloji geliştirme alanında daha az su tüketen, kuraklığa dayanıklı ve iklime dirençli üretim teknikleri geliştirilmeli, alternatif hammaddelerin değerlendirilmesine ve tesislerde dijital izleme çözümlerine yönelik projeler yaygınlaştırılmalıdır.
- Yasal ve kurumsal uyum süreçlerinin etkinleştirilebilmesi için atık yönetimi, çevresel izleme ve denetim alanlarında mevzuat boşlukları giderilmeli, kurumlar arası koordinasyon güçlendirilmelidir.
- Finansmana erişim noktasında küçük ve orta ölçekli işletmelerin de faydalanabileceği esnek ve ölçek bağımsız destek mekanizmaları, su verimliliği yatırımları ve sigorta sistemlerini kapsayacak şekilde yaygınlaştırılmalıdır.
- Gıda israfı ve atıkların yönetimi alanında üretimden tüketime kadar tüm süreçlerde planlama, bilinçlendirme ve Ar-Ge çalışmaları desteklenmeli; tüketime uygun gıda atıklarının alternatif ürünler oluşturulması ve/veya sosyal sorumluluk projelerinde değerlendirilmesi için mekanizmalar oluşturulmalıdır.
- Eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması amacıyla tarlada uygulamalı eğitimler, kamuoyuna yönelik gıda israfı farkındalık kampanyaları ve tüketicilerin çevreye duyarlı ürün tercihlerine yönlendirilmesi hedeflenmelidir.

Bu çerçevede gıda ürünleri üretimi sektörünün iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, önlemin hayata geçirilmesinde kilit rol oynayabilecek paydaşlar ve önlemin tamamlanması için öngörülen vadeler (kısa: 0-1 yıl, orta: 1-3 yıl, uzun: 3-5 yıl) Tablo 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1: Gıda ürünleri üretimi sanayinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade

Önlem Önerileri	Paydaşlar	Vade
Tedarik Zinciri ve Hammadde Yönetimi		
Tedarikçi çeşitlendirmesi ve izlenebilirlik/takip sistemlerinin kurulması	Özel sektör	Kısa
Özel sektör–çiftçi işbirliğinin ve sözleşmeli tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması	Özel sektör	Orta
Acil durum eylem planlarının hazırlanması ve üretim planlamasının iklim riskleri dikkate alınarak yapılması	Özel sektör	Kısa
Alternatif hammadde (bitkisel protein, mikro-alg vb.) denemeleri ve kullanımının artırılması	Ar-Ge, Özel sektör	Orta–Uzun
Kaliteli/kuraklığa dayanıklı tohum geliştirilmesi ve ürünlerin iklim dayanıklılığının artırılması	Ar-Ge	Orta–Uzun
Alternatif lojistik rotaların belirlenmesi, rota optimizasyonu ve intermodal taşımacılık	Özel sektör	Kısa–Orta
Lojistikte karbon ayak izini azaltacak araç/teknoloji seçimi (elektrikli forklift, düşük emisyonlu motorlar)	Özel sektör	Orta
Tedarikçi çeşitlendirme ve izlenebilirlik sistemlerinin kurulması	Özel sektör	Kısa
Su Verimliliği ve Kaynak Yönetimi		
Su verimliliği yatırımları (geri kazanım, ileri arıtma, yıkama suyu azaltma, dijital izleme sistemleri)	Özel sektör	Orta
Su Verimliliği Yönetmeliği hazırlık, uygulama ve denetimi	Kamu, Özel sektör	Kısa–Orta
Yeraltı suyu kullanımının denetlenmesi ve alternatif su kaynaklarının (arıtma tesisi çıkış suları) yeniden kullanımına yönelik yasal düzenlemeler yapılması	Kamu	Orta



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 84 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

Önem Önerileri	Paydaşlar	Vade
Su verimli teknolojiler ve topraksız/dikey tarım gibi alternatif tarım tekniklerinin geliştirilmesi	Ar-Ge	Orta–Uzun
Üretimden kalan yan ürünlerin (meyve/sebze posası vb.) alternatif ürünlere dönüştürülmesi	Özel sektör	Orta
Tarımsal atık ve gıda atıklarının geri kazanımı için mekanizmaların geliştirilmesi	Özel sektör, Kamu, Ar-Ge	Orta
Düşük Karbonlu Üretim ve Temiz Teknolojiler		
İzolasyon çalışmaları, enerji verimli motor ve ekipman kullanımı, merkezi izleme sistemleri kurulumu, LED dönüşümleri, atık ısı/buhar geri kazanımı gibi uygulamaların yaygınlaştırılması	Özel sektör	Kısa–Orta
Enerji verimli soğutucu grupları, tek aşamalı sterilizasyon/pastörizasyon üniteleri kullanımı gibi verimli sistemlere dönüşüm	Özel sektör	Orta
Altyapının Güçlendirilmesi		
Soğutma sistemleri altyapısının kapasite-pik yük analizleri doğrultusunda güçlendirilmesi ve enerji kesintilerine karşı yedekleme önlemleri	Özel sektör	Orta
Aritma tesisi kapasite artırımı ve modernizasyonu	Özel sektör, Kamu	Kısa–Orta
Drenaj, çatı izolasyonu ve yüzey suyu baskınlarına karşı koruyucu altyapının gözden geçirilmesi, kritik alanlarda temizlik ve bakım faaliyetlerinin artırılması	Özel sektör	Kısa–Orta
Politika, Finansman ve İşbirliği		
İklim risklerinin sigorta kapsamına alınması ve sektör bazlı sigorta mekanizmalarının yaygınlaştırılması	Finans	Orta
Esnek finansmana erişim ve KOBİ'ler için ön fizibilite finansman mekanizmaları	Finans	Kısa–Orta
Su verimli teknoloji yatırımlarına ve küçük üretici modernizasyonuna yönelik finansal teşviklerin artırılması	Finans, Kamu	Orta
Tarımla uğraşan nüfusun sosyo-ekonomik şartlarının iyileştirilmesi (sigorta, sosyal destek, kooperatifler)	Kamu, Özel sektör	Orta
Çiftçilere uygulamalı eğitimlerin verilmesi ve iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması	Kamu, Ar-Ge	Kısa–Orta
Tarım nüfusunun gıda üretim zincirine entegrasyonu ve istihdam olanaklarının geliştirilmesi	Özel sektör, Kamu	Orta
Genel Öneriler		
Anıza ekim teşviki ve anız yakmanın engellenmesine yönelik farkındalık çalışmaları	Kamu	Kısa–Orta
Gıda kaybı ve israfının azaltılması için kamuoyu farkındalığının ve tedarikçiyle iletişimin güçlendirilmesi	Özel sektör, Kamu	Kısa–Orta
Ambalajda biyobozunur ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının artırılması için yasal engellerin kaldırılması	Kamu	Orta
Meteorolojik veri ve su kaynaklarının izlenmesine yönelik altyapıların güçlendirilmesi	Kamu, Ar-Ge	Orta
Satılmayan ürünlerin alternatif ürünlere dönüştürülerek piyasaya kazandırılması	Özel sektör	Orta



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 85 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

KAYNAKÇA

- Corigliano, O., Algieri, A. (2024). A comprehensive investigation on energy consumptions, impacts, and challenges of the food industry. *Energy Conversion and Management: X*, s. 23, 100661.
- ÇŞİDB_a. (2025). *Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği*. Resmi Gazete, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/01/20250114-1.htm> adresinden alındı
- DB. (2024). *Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)*. T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı: <https://www.ab.gov.tr/53747.html> adresinden alındı
- DB. (2025). *Paris Anlaşması*. T.C. Dışişleri Bakanlığı: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> adresinden alındı
- Dellal, I., Unuvar, F.I. (2019). Effect of Climate Change on Food Supply of Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, s. 20, No 2, 692–700.
- EC . (2025). 'Fit for 55': Council adopts key pieces of legislation delivering on 2030 climate targets. European Council (Council of the EU): <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/04/25/fit-for-55-council-adopts-key-pieces-of-legislation-delivering-on-2030-climate-targets/> adresinden alındı
- EC. (2025). *Delivering the European Green Deal*. European Commission: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en adresinden alındı
- EEA. (2024). *Water abstraction by source and economic sector in Europe*. European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/water-abstraction-by-source-and> adresinden alındı
- EEA. (2025). *Water abstraction by source and economic sector in Europe*. European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/water-abstraction-by-source-and> adresinden alındı
- EPA. (2025). *Climate Risks and Opportunities Defined*. EPA United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/climateleadership/climate-risks-and-opportunities-defined#:~:text=Transition%20risks%20are%20those%20associated,and%20transition%20to%20renewable%20energy> adresinden alındı
- Esha, Z., Damania, R., Engle, N. (2023). *Droughts and Deficits: Summary Evidence of the Global Impact on Economic Growth*. World Bank.
- ESRB. (2024). *Climate-related risks and accounting*. European Systemic Risk Board, European System of Financial Supervision.
- ETKB. (2025). *Kyoto Protokolü*. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-kyoto-protokolu> adresinden alındı
- FAO & WHO. (2023). *Safety and quality of water use and reuse in the production and processing of dairy products – Meeting report*. Rome: Microbiological Risk Assessment Series, No. 40.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 86 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- FAO. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point. Synthesis report*. Rome: <https://doi.org/10.4060/cb7654en> .
- FAO&WHO. (2023). *Safety and Quality of Water Used in Food Production and Processing – Meeting report*. Rome: Microbiological Risk Assessment Series no. 33.
- FAO-WHO. (2019). *Safety and Quality of Water Used in Food Production and Processing Meeting report*. Microbiological Risk Assessment Series no. 33.
- FDF. (2025). *Extended producer responsibility*. Food & Drink Federation: <https://www.fdf.org.uk/fdf/business-guidance-hubs/packaging/packaging-latest/extended-producer-responsibility/> adresinden alındı
- Gallo, F., Lepousez, V. (2020). *Assessing physical climate risks for financial decision makers: common methodologies, challenges and case studies*. Carbone 4. ClimINVEST project report.
- Garman, N. (2019). *How the California Wildfires Affected Supply Chains*. Thomas for Industry: <https://www.thomasnet.com/insights/how-the-california-wildfires-affected-supply-chains/> adresinden alındı
- GIZ. (2024). *Climate Expert*. Sector Project Sustainable Economic Policy - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ): <https://www.climate-expert.org/en/home> adresinden alındı
- İDB. (2024). *Türkiye Cumhuriyeti Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı*. İklim Değişikliği Başkanlığı. adresinden alındı
- İDB_a. (2025). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*. 2025 tarihinde İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33> adresinden alındı
- İDB_b. (2025). *Paris Anlaşması*. İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34> adresinden alındı
- İDB_c. (2025). *Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi*. İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/turkiyenin--8230-3143-20250210095501.pdf> adresinden alındı
- IPCC. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross Working Group discussions*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022). *The second part of the Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- IRIS. (2020). *Improve Resilience of Industry Sector*. Life project.
- Joseph, R. (2022). *Rethinking wastewater: Chennai's journey towards water security*. World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/water/rethinking-wastewater-chennais-journey-towards-water-security> adresinden alındı
- Kyllmann, C. (2023). *Low water levels in Rhine river threat to German economic recovery – analysts*. Clean Energy Wire: <https://www.cleanenergywire.org/news/low-water-levels-rhine-river-threat-german-economic-recovery-analysts> adresinden alındı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 87 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Medellín-Azuara, J., Escrivá-Bou, A., Rodríguez-Flores, J.M., Cole, S.A, Abatzoglou, J.T., Viers, J.H., Santos, N., Sumner, D.A. (2022). *Economic Impacts of the 2020-2022 Drought on California Agriculture*. Water Systems Management Lab. University of California.
- MGM. (2021). *Türkiye Kuraklık Projeksiyonları*. Ankara.
<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/kuraklikprojeksiyon.pdf> adresinden alındı
- Moody's. (2021). *Critical industries have substantial exposure to physical climate risks*. https://assets.website-files.com/5df9172583d7eec04960799a/618872a58d35f2643cbcaef2_BX9770_ESG_Critical%20industries%20have%20substantial%20exposure_7Nov2021.pdf adresinden alındı
- Motta, C., Naumann, G., Gomez, D., Formetta, G., Feyen, L. (2025). Assessing the economic impact of droughts in Europe in a changing climate: A multi-sectoral analysis at regional scale. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, s. 59, 102296.
- NBER. (2017). *TEMPERATURE EFFECTS ON PRODUCTIVITY AND FACTOR REALLOCATION*. National Bureau of Economic Research: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23991/w23991.pdf adresinden alındı
- OECD. (2025). *Fast-tracking Net Zero by Building Climate and Economic Resilience*. OECD : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/fast-tracking-net-zero-by-building-climate-and-economic-resilience_ac75431f/f2c22c96-en.pdf adresinden alındı
- O'Neill, B. M. (2022). *2022: Key Risks Across Sectors and Regions*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, New York, NY, USA. pp. 2411–2538, doi:10.1017/9781009325844.025: Cambridge University Press.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Ebi, K., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D., . . . Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change*, 169-180.
- Smithers, R.J., Gardner, A., Dworak, T. (2023). *Assessing climate change risks and vulnerabilities (climate risk assessment). A DIY Manual. Version 1*. EU Mission on Adaptation to Climate Change.
- Stacy, B. (2023). *Rebuilding economies after COVID-19: Will countries recover?* World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/rebuilding-economies-after-covid-19-will-countries-recover> adresinden alındı
- Taylor, K.E., Stouffer, R.J., Meehl, G.A. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, s. 485-498, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>.
- TB. (2025). *Yeşil Mutabakat Sanayi Planı*. T.C. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/yesil-mutabakat-sanayi-planı> adresinden alındı
- TB_a. (2025). *AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ormansizlasmanin-onlenmesi-mevzuati> adresinden alındı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 88 / 88
Güncelleştirme Sayısı: 01

- TB_b. (2025). *AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ambalaj-ve-ambalaj-atigi-mevzuati> adresinden alındı
- TB_d. (2025). *AB SKDM Bilgi Notu*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi/ab-skdm-bilgi-notu> adresinden alındı
- TB_e. (2025). *Gıda ile Temas Eden Geri Dönüştürülmüş Plastik Materyallere İlişkin Komisyon Tüzüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/gida-ile-temas-eden-geri-donusturulmus-plastik-materyallere-iliskin-komisyon-tuzugu> adresinden alındı
- TB_e. (2025). *Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/kurumsal-surdurulebilirlik-ozen-yukumlulugu> adresinden alındı
- TÜİK. (2023, 12 13). *Su ve Atıksu İstatistikleri, 2022*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atiksu-Istatistikleri-2022-49607> adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 11 1). *Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, 2023*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sanayi-Sektoru-Nihai-Enerji-Tuketim-Istatistikleri-2023> adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 12 31). *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)*. TÜİK İstatistik Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Sanayi-114> adresinden alındı
- TÜİK. (2025, Haziran 27). *Yıllık Sanayi Ürün (PRODCOM) İstatistikleri, 2024*. TÜİK Veri Portalı: [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2024-54189](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2024-54189) adresinden alındı
- UNCTAD. (2024). *Suez and Panama Canal disruptions threaten global trade and development*. UN Trade and Development: <https://unctad.org/news/suez-and-panama-canal-disruptions-threaten-global-trade-and-development> adresinden alındı
- UNEP. (2023). *Sectoral Risk Briefings: Insights for Financial Institutions - Climate Risks in the Industrial Sector*. UN Environment Programme Finance Initiative.
- Waidelich, P., Batibeniz, F., Rising, J., Kikstra, J.S., Seneviratne, S.I. (2024). Climate damage projections beyond annual temperature. *Nature Climate Change*, s. 14, 592-599.
- WEF. (2025). *The Global Risks Report 2025*. ISBN: 978-2-940631-30-8: World Economic Forum.
- West, J.M., Brereton, D. (2013). *Climate Change Adaptation in Industry and Business: A Framework for Best Practice in Financial Risk Assessment, Governance and Disclosure*. Australia National Climate Change Adaptation Research Facility (NCCARF).
- World Bank. (2010). *HEAT - Hands-on Energy Adaptation Toolkit*. Energy Sector Management Assistance Program.