



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

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE KARŞI HASSAS SANAYİ SEKTÖRLERİNİN ADAPTASYON KAPASİTESİNİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ YOLUYLA GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ

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

Şubat 2026



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH4
INDUSTRY



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK
MAM



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



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

İKLİM DEğİşİKLİğİNE KARşI HASSAS SANAYİ SEKTÖRLERİNİN ADAPTASYON KAPASİTESİNİN RİSK DEğERLENDİRMESİ YOLUYLA GELİşTİRİLMESİ PROJESİ

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

şubat 2026



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, şEHİRCİLİK VE
İKLİM DEğİşİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEğİşİKLİğİ
BAşKANLIğI



CLIMATECH4
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



Bu yayın, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır. İçeriğinden yalnızca İstanbul Sanayi Odası sorumludur.
Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıttırarak yorumlanamaz.

ISBN: 978-625-6720-22-0
İSO Yayın No: 2026/3
Sertifika No: 52731

Şubat 2026
İstanbul

İstanbul Sanayi Odası
Ekonomik Araştırmalar ve Kurumsal Finans Şubesi
Meşrutiyet Caddesi No:63
34430 Beyoğlu İstanbul
Tel: (212) 252 29 00 (pbx)
www.iso.org.tr

Grafik Tasarım ve Uygulama:
Foresight İletişim Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketi
<https://foresight.ist/>

Tüm hakları İstanbul Sanayi Odası'na aittir.
Bu yayındaki bilgiler ancak kaynak gösterilmek suretiyle kullanılabilir.

PROJE EKİBİ



TÜBİTAK MAM

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. Pembe ÖZER ERDOĞAN
Dr. Recep PARTAL
Dr. Volkan PELİTLİ
Gizem SOĞUKPINAR

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı



İSTANBUL SANAYİ ODASI

İSTANBUL SANAYİ ODASI

Burçin DEĞİRMENCİOĞLU
Erbil BÜYÜKBAY
Özge GÜVEN
Özlem ERCAN
Hüseyin TANRIVERDİ

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, kullanılmadan 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.

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	5
KISALTMALAR LİSTESİ	6
1. GİRİŞ	7
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ	10
3. TÜRKİYE'DE GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU	12
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	18
4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi	21
4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları	23
5. GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ	36
5.1. Fiziksel Riskler	38
5.1.1 Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük	38
5.1.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar	38
5.1.3 Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler	38
5.1.4 Su Temininde Güçlük	38
5.1.5 İklimlendirme İhtiyacının Artması	39
5.2. Geçiş Riskleri	39
5.2.1 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği	39
5.2.2 AB Atık Çerçeve Direktifi	39
5.2.3 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı	40
5.2.4 AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	41
5.2.5 AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi	41
5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	41
6. GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ	49
6.1. Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri	50
6.1.1 Enerji Verimliliğinin Arttırılması	50
6.1.2 Su Verimliliğinin Arttırılması	51
6.1.3 Kaynak Verimliliğinin Arttırılması	53
6.1.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	53
6.1.5 Altyapının İyileştirilmesi	53
6.1.6 İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi	53
6.1.7 Alternatif Hammadde Temini	54
6.1.8 Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi	54
6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	55
7. GENEL DEĞERLENDİRME	58
KAYNAKÇA	64

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1: Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler	19
Tablo 4.2: Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları	21
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	24
Tablo 4.4: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı	25
Tablo 4.5: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kuraklık	27
Tablo 4.6: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Sıcaklık artışı	29
Tablo 4.7: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Kuraklık	30
Tablo 4.8: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Diğer tehlikeler	31
Tablo 4.9: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri	35
Tablo 5.1: Geçiş ve fiziksel iklim riskleri	37
Tablo 5.2: Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı	41
Tablo 5.3: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları	45
Tablo 5.4: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları	48
Tablo 7.1: Gıda ürünleri üretimi sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade	61

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Gıda ürünleri ve içeceklerin imalatı sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi	13
Şekil 3.2: İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı	14
Şekil 3.3: İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b)	15
Şekil 3.4: Gıda ve içecek ürünleri üretimi açısından su ve atıksu istatistikleri	15
Şekil 3.5: Gıda ürünleri ve içecek ürünleri imalatı açısından enerji tüketimi istatistikleri	16
Şekil 4.1: Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma sayısı (a) ve personel sayısı (b)	20
Şekil 4.2: Gıda ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı	23
Şekil 5.1: Çalıştaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%)	42
Şekil 5.2: Çalıştay fotoğrafları	43
Şekil 7.1: İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi	59

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CCAGP	İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı – Climate Change Adaptation Grant Programme
CSDDD	Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi – Corporate Sustainability Due Diligence Directive
ÇŞİDB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
ÇŞY	Çevresel, Sosyal ve Yönetişim – Environmental, Social, and Governance
EUDR	AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Tüzüğü – EU Deforestation-Free Regulation
GRI	Küresel Raporlama Girişimi – Global Reporting Initiative
GÜS	Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu
IFRS	Uluslararası Finansal Raporlama Standartları – International Financial Reporting Standard
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli – Intergovernmental Panel on Climate Change
<IR>	Entegre Raporlama – Integrated Reporting
ISSB	Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu – International Sustainability Standards Board
İBBS	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması
İSO	İstanbul Sanayi Odası
KOBİ	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
MET	Mevcut En İyi Teknikler
NDC	Ulusal Katkı Beyanı – Nationally Determined Contribution
PRO	Üretici Sorumluluğu Örgütü
SASB	Sürdürülebilirlik Muhasebesi Standartları Kurulu – Sustainability Accounting Standards Board
SKDM	Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması – Carbon Border Adjustment Mechanism
SYD	Sanayide Yeşil Dönüşüm
TB	Ticaret Bakanlığı
TSRS	Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları
TÜBİTAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu – Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

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, T.C. 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 Programı’nın 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 ile orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayilerinde faaliyet gösteren 10 tesiste temiz üretim etütlerini de kapsayan detaylı iklim değişikliği 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 araştırmacıları ile finans ve kurumsal sürdürülebilirlik konusunda uzman kişiler tarafından gerçekleştirilen Mini MBA programı; her biri 3 saat süreli 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 uygulamaya 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 21-29 Mayıs 2025 tarihleri arasında fiziki olarak düzenlenmiş, çalıştaylarda toplam 90 katılımcının sektörde gerçekleştirilecek fiziksel ve geçiş risklerine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri alınmıştır. Son olarak proje sonuçlarının paydaşlara aktarımının hedeflendiği “Sanayinin İklim Uyumunun Güçlendirilmesi Konferansı” başlıklı bir konferans 29 Eylül 2025 tarihinde fiziki olarak düzenlenmiştir. 100’ün üzerinde katılımcının yer aldığı bu toplantı çerçevesinde iklim değişikliğine uyuma yönelik ülkemizden ve Avrupa’dan güncel gelişmeler paylaşılmıştır. Devamında düzenlenen panel oturumunda konuşmacılar tarafından iklim değişikliğine uyum çerçevesinde küresel düzenlemeler, teknolojiler, finansal kaynaklar ve iklim risklerinin raporlaması konularında bilgiler aktarılmıştır. Konferans sektörel deneyim

paylaşımları ve iyi uygulamalar özelinde sektör ve Ar-Ge temsilcilerinin sunumları ile tamamlanmıştır. Proje kapsamında gerçekleştirilen tüm faaliyetler projenin web sitesi (<https://www.iso.org.tr/climatech-industry-4/index.html>) üzerinden paydaşlara aktarılmıştır.

Proje çalışmaları kapsamında hazırlanan bu raporda gıda ürünleri üretimi sanayiinde oluşabilecek fiziksel ve geçiş riskleri hakkında bilgi verilmiş, proje kapsamında elde edilen bulgular değerlendirilerek, alt sektörlerde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılmasına yönelik olarak hayata geçirilebilecek uyum önlemleri öneriler halinde paylaşılmıştır.

Gıda ürünleri üretimi özelinde öne çıkan fiziksel riskler, sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı yağış ve sel gibi tehlikelerin hammadde erişimi, su temini, soğutma sistemleri ve lojistik üzerindeki olumsuz etkileri en kritik grup olarak öne çıkmaktadır. Pazar riskleri yüksek olasılık ve aciliyet seviyeleriyle sektörün rekabet koşullarını etkilerken, teknolojik riskler dijital izleme, verimli üretim sistemleri ve Ar-Ge ihtiyacı sebebiyle orta vadede önem taşımaktadır. Politika ve yasal riskler mevzuat değişikliklerine uyum gerekliliği nedeniyle aciliyeti

yüksek bir alan olarak değerlendirilmektedir; itibar riskleri ise düşük olasılığa rağmen şeffaf raporlama ve sürdürülebilirlik iletişimi ihtiyacı nedeniyle dikkat çekmektedir.

Bu riskler doğrultusunda sektöre yönelik uyum önerileri tedarik zinciri yönetimi, su verimliliği, temiz üretim teknolojileri, altyapı güçlendirme, finansman mekanizmaları ve iş birliği modellerine odaklanmıştır. Kısa ve orta vadeli önlemler arasında tedarikçi çeşitlendirmesi, sözleşmeli tarım uygulamaları, su geri kazanımı ve dijital izleme altyapılarının kurulması, enerji verimli ekipmanlara geçiş ve sel/taşkın risklerine karşı koruyucu önlemler alınması yer almaktadır. Uzun vadede ise alternatif hammaddelerin geliştirilmesi, kuraklığa dayanıklı türlerin yaygınlaştırılması, düşük karbonlu lojistik çözümlerin ve su verimli üretim teknolojilerinin geliştirilmesi öne çıkmaktadır. Çalışmada sunulan öneriler politika yapıcılar ve sektör paydaşlarına stratejik bir yol haritası sunarak; gıda ürünleri üretimi sektörünün iklim risklerine karşı dayanıklılığını artıracaktır.



2

İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNİN
İMALAT SANAYİ
ÜZERİNDEKİ
GENEL ETKİLERİ

İklim değişikliği, “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan değişiklik” olarak tanımlanmaktadır (BMİDÇS, 1992). Fosil yakıt kullanımı, sanayileşme ve artan enerji talebi, küresel ısınmanın başlıca insan kaynaklı nedenlerini oluşturmaktadır. Sanayi devrimi öncesinden bu yana hem küresel ortalama sıcaklıklar hem de atmosferdeki karbon dioksit konsantrasyonları hızlı bir artış göstermiştir. 2024 yılı itibarıyla küresel ortalama yüzey sıcaklığı sanayileşme öncesinden bu yana yaklaşık 1,28°C artmış, artış hızı ise on yılda ortalama 0,2°C seviyesine ulaşarak tarihte eş benzeri görülmemiş bir ivme kazanmıştır. Buna karşılık atmosferik karbon dioksit düzeyi ise 428,2 ppm’e ulaşarak güvenli eşik kabul edilen 350 ppm’in oldukça üzerine çıkmıştır. Bu eğilim, küresel ısınmanın uzun vadeli ve geri dönüşü zor etkiler yaratma potansiyelinin arttığını göstermektedir (NASA, 2025). Küresel ölçekte ülkeler, sera gazı emisyonlarını sınırlandırmak ve iklim değişikliği etkilerine karşı uyum kapasitelerini arttırmak için uluslararası müzakereler çerçevesinde işbirliği yapmaktadır. Bu alandaki ilk ve en önemli adım, 1992’de kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) olmuş; ardından Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi bağlayıcı mekanizmalar devreye girmiştir. Türkiye, 2004’te BMİDÇS’ye, 2009’da Kyoto Protokolü’ne taraf olmuş; 2021’de ise Paris Anlaşması’nı onaylamıştır. Ülkemiz sera gazı azaltım hedeflerini kademeli olarak güncelleyerek 2035 yılı için %41 azaltım hedefini ortaya koymuş, 2038’de emisyonların zirve yapmasını ve 2053’te net sıfır seviyesine ulaşılmasını öngören kapsamlı bir dönüşüm çerçevesi sunmuştur (ÇŞİDB_a, 2025; NDC, 2025). Küresel ölçekte ise mevcut ulusal taahhütler, Paris Anlaşması hedefleriyle uyumlu bir emisyon azaltım patikasına henüz tam olarak ulaşamamaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)’ye göre 1,5°C hedefinin korunabilmesi için emisyonların 2025’ten önce zirve yapması ve 2030’a kadar 2019 seviyelerine göre %43 azaltılması gerekmektedir (IPCC, 2022). Son yıllarda rekor sıcaklık artışları, aşırı hava olayları ve kuraklık gibi etkiler giderek daha belirgin hale gelmiş, iklim değişikliğinin günlük yaşam, ekosistemler ve ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri daha görünür olmuştur. IPCC 6. Değerlendirme Raporu, Türkiye’nin de yer aldığı Akdeniz Havzası’nı iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgelerden biri olarak tanımlamaktadır. Yarı kurak iklim

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)’ye göre 1,5°C hedefinin korunabilmesi için emisyonların 2025’ten önce zirve yapması ve 2030’a kadar 2019 seviyelerine göre %43 azaltılması gerekmektedir.

yapısı nedeniyle Türkiye’de sıcaklık artışına bağlı buharlaşmanın yükselmesi, yağışların ve toprak neminin azalması, şiddetli hava olaylarının ve bunların tetiklediği afetlerin daha sık görülmesi beklenmektedir. Bu durum tarım, ormancılık, su kaynakları, enerji, sanayi, sağlık, ulaştırma ve turizm gibi birçok kritik sektörde önemli etkiler yaratacaktır. İmalat sanayi yüksek enerji ve su ihtiyacı, hammadde bağımlılığı ve küresel tedarik zincirlerine entegrasyonu nedeniyle iklim değişikliğine karşı en kırılgan sektörlerden biridir. İmalat sanayi açısından ise özellikle suya bağımlı olan tekstil, gıda, içecek, kimya ve metal sanayi gibi alt sektörler için artan su stresinin ciddi operasyonel ve finansal baskılar oluşturması öngörülmektedir. Su kıtlığı, içme-kullanma suyu açısından sektörler arasında rekabeti artırarak üretim süreçlerinde aksamalara, maliyet artışlarına ve tedarik zinciri kırılganlıklarına yol açabilecektir. Enerji tüketimi yüksek olan sektörlerde ise sıcaklık artışının enerji talebini arttırması, aşırı hava olaylarının tesislerde altyapı hasarı riski yaratması ve hammadde tedarik zincirlerinde iklim kaynaklı kesintilerin çoğalması gibi etkiler imalat sanayiinin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını daha da arttırmaktadır (IPCC, 2021). İmalat sanayiinde 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. Fiziksel riskler üretim süreçlerinde aksamalara ve maliyet artışlarına yol açarken; geçiş riskleri sektörün rekabet gücünü koruyabilmesi için kapsamlı bir uyum ve dönüşüm gerektirmektedir.

3

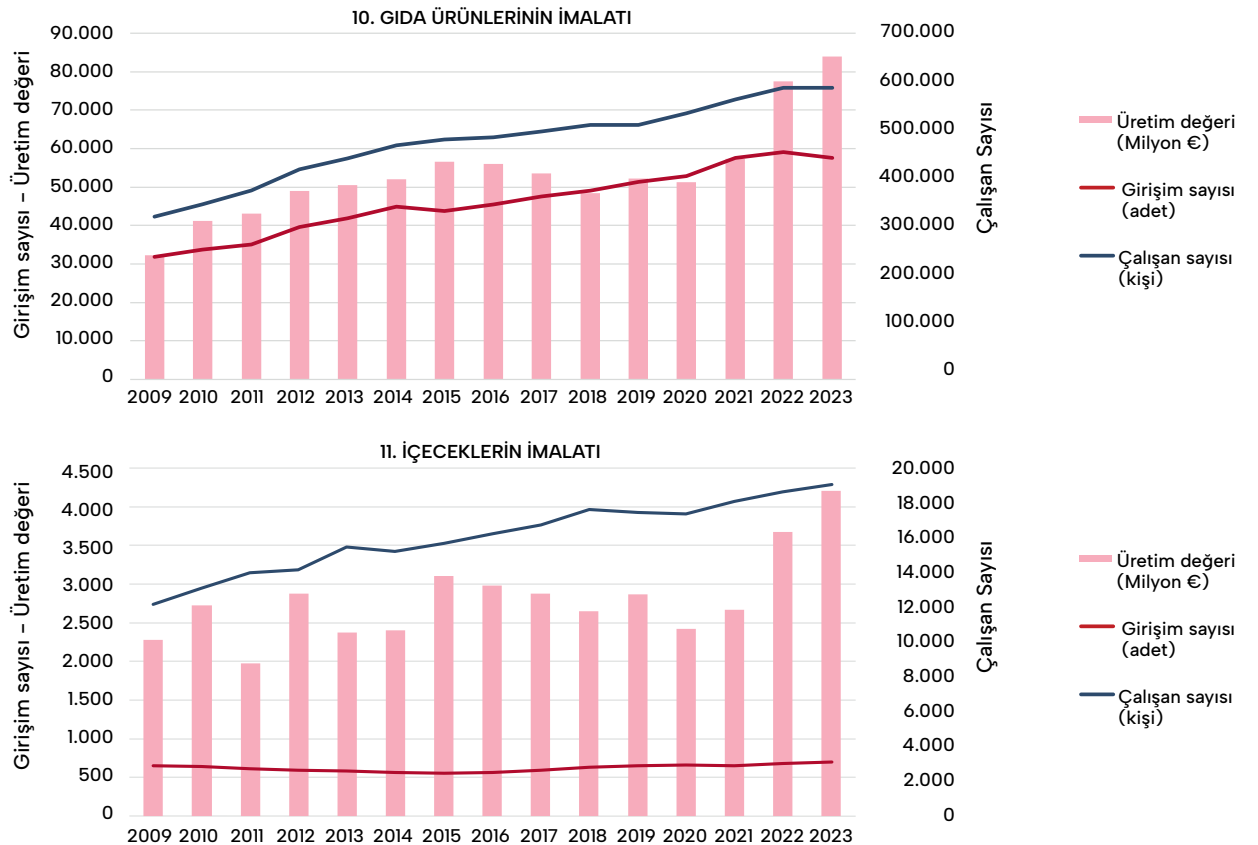
TÜRKİYE'DE
GIDA ÜRÜNLERİ
ÜRETİMİNİN
MEVCUT DURUMU

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 değerinde genel 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 sanayiinin 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 mamuller 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 değerinde 2009-2023 arasında yaklaşık 1,8 katlık bir artış gerçekleşmiştir (TÜİK_a, 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 kırılmalıkların da mevcut olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 3.1 – Gıda ve içecek ürünleri imalatı sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi

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

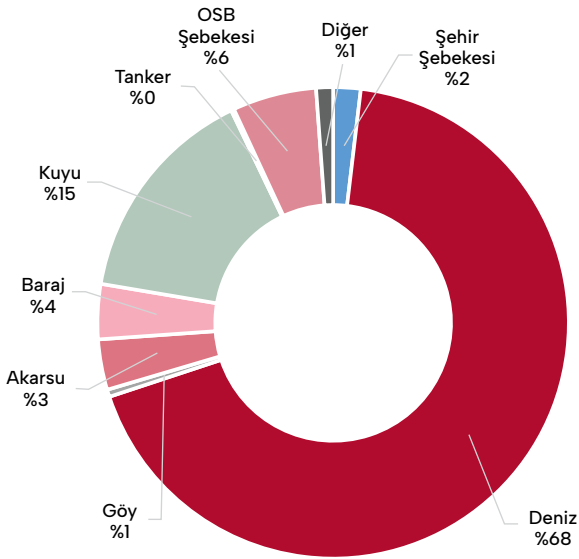


İmalat sanayi açısından su kullanım istatistikleri incelendiğinde 2022 yılında çekilen toplam 3.065.013 bin m3 suyun, %68’inin deniz suyundan, %15’inin kuyu suyundan ve %8’inin şebekeden temin edildiği görülmektedir (Şekil 3.2a). Tüketim alanları açısından bakıldığında ise takviye soğutma suyu tüketiminin %73 seviyesinde olduğu, bunu %19 pay ile proses suyu tüketiminin takip ettiği görülmektedir (Şekil 3.2b). İmalat sanayiinde toplam su tüketiminin yıllar içindeki

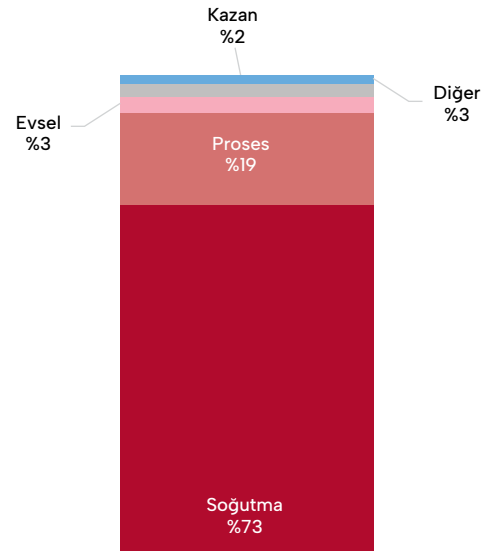
değişimine bakıldığında ise üretim kapasitesindeki artış ile birlikte 2022 yılında 2000 yılına kıyasla 2 kat daha fazla su tüketildiği, ancak alt kırılımlarda 2000 yılında tüketimin yaklaşık olarak yarısının soğutma suyu olarak, %36’sının ise proses suyu olarak gerçekleştiği görülmektedir (TÜİK, 2023). Yıllar içinde soğutma suyu tüketiminin toplam içindeki payının artışı hem enerji yoğun süreçlere bağlı sektörlerin büyümesi hem de soğutma ihtiyacının artışı ile ilişkilendirilmektedir.

Şekil 3.2 – İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı

(a)



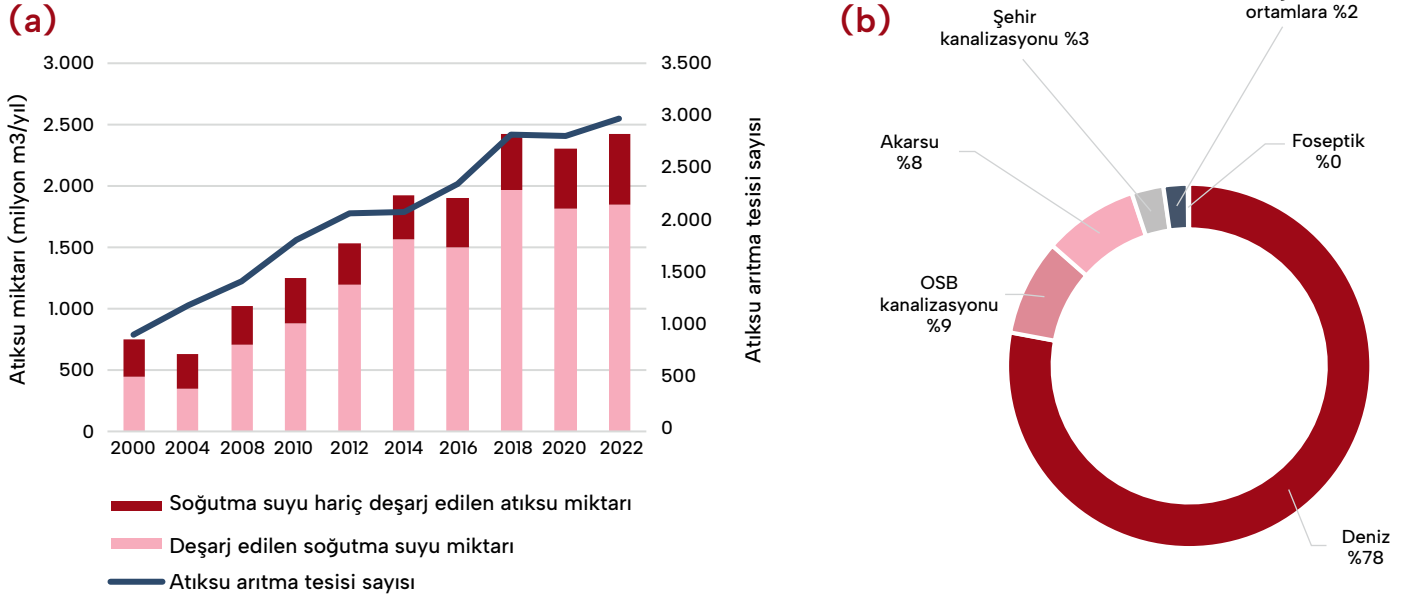
(b)



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).

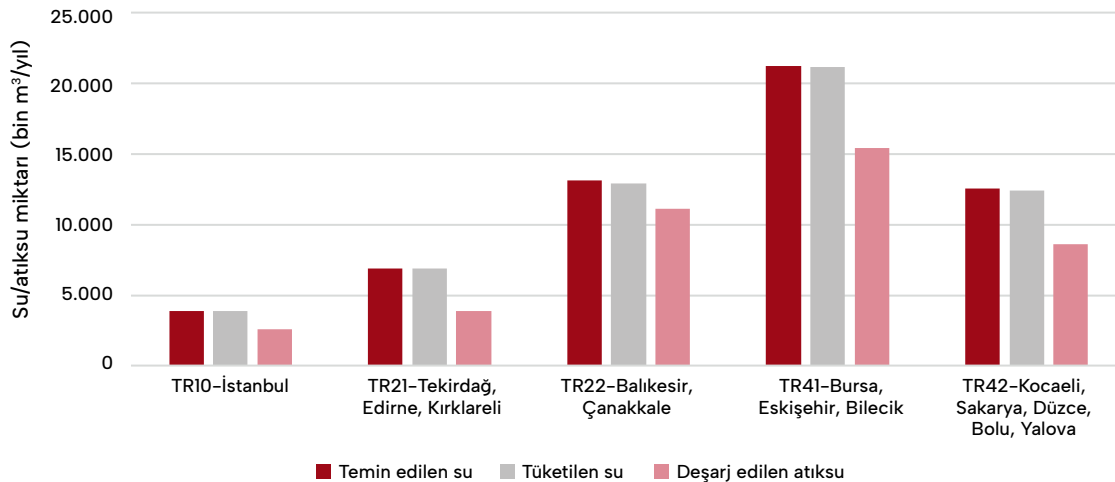
Şekil 3.3 – İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b)



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.

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



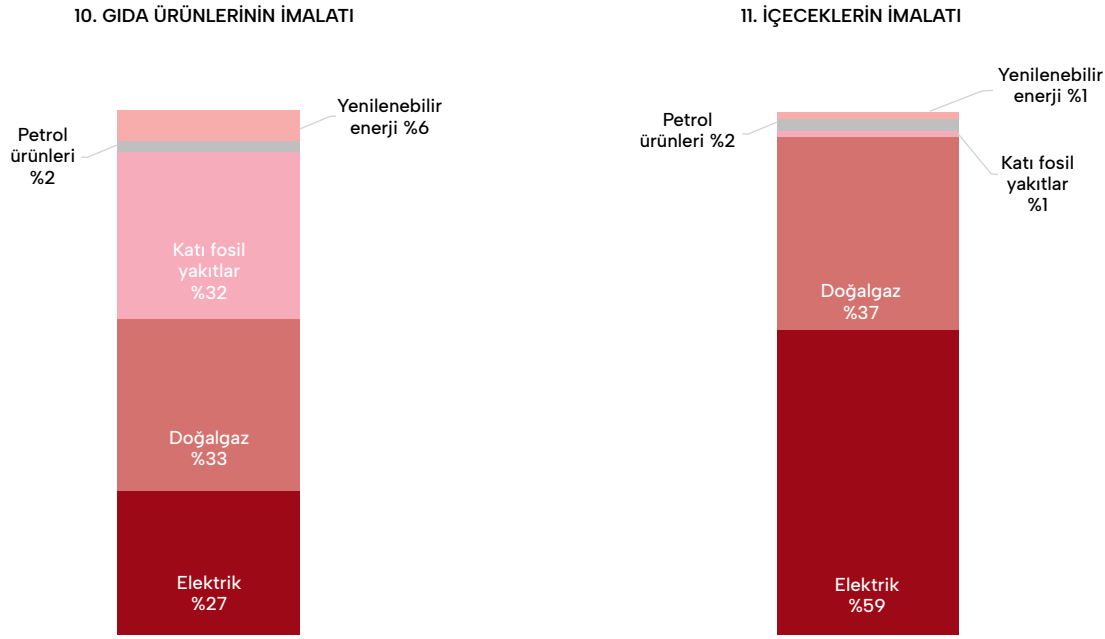
Not: Bu veriler, proje kapsamında "TÜİK İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti" kullanılarak oluşturulmuştur.

TÜRKİYE’DE GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU

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_b, 2024).

Şekil 3.5 – Gıda ve içecek ürünleri imalatı açısından enerji tüketimi istatistikleri



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



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
Bitkisel Gıda Ürünleri Sanayii	10.31: Patatesin işlenmesi ve saklanması 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
Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler Sanayii	10.52: Dondurma imalatı 10.62: Nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı 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: Üzümünden şarap imalatı 11.03: Elma şarabı ve diğer meyve şaraplarının imalatı
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

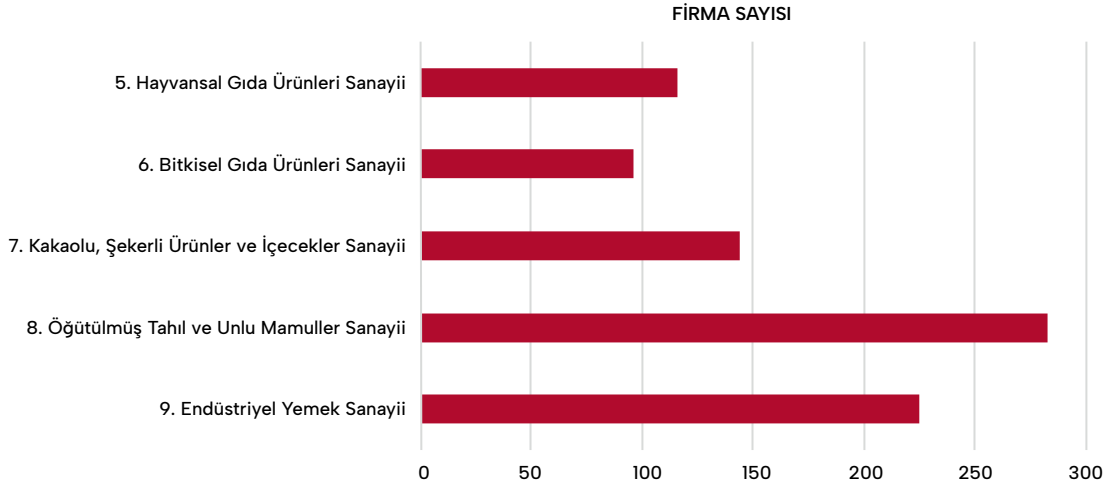
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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 Mamuller Sanayii komitesi altında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Personel sayıları açısından da benzer şekilde yoğunluğun %28 pay ile Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamuller Sanayii komitesinde olduğu, bunu %26'sar pay ile Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler Sanayii ve Endüstriyel Yemek Sanayii komitelerinin

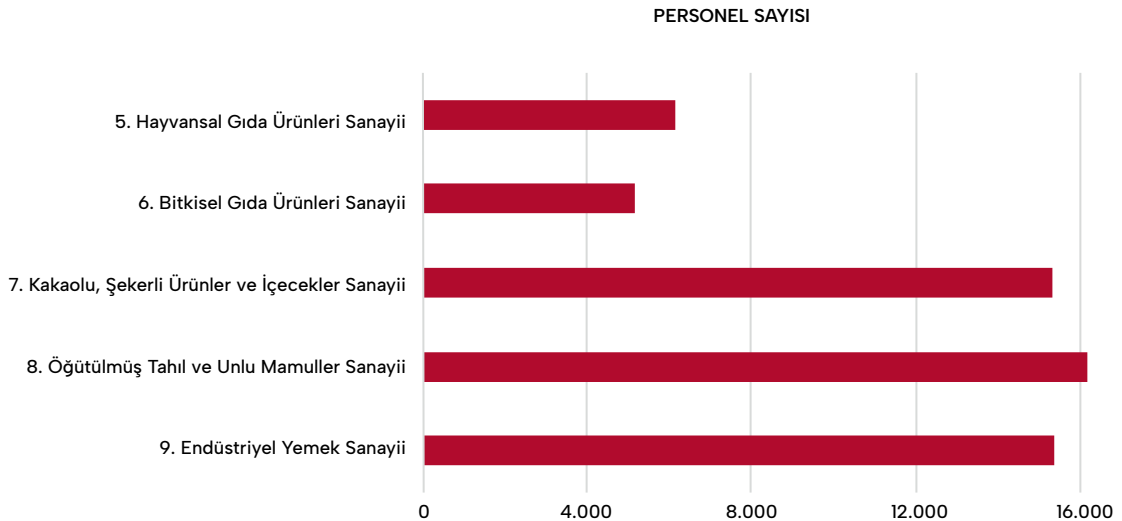
takip ettiği görülmektedir. Bu firmalar için kapasite raporlarında yer verilen toplam enerji tüketimi seviyesi 71,5 milyon TEP seviyesindedir. Enerji tüketimi açısından en öne çıkan alt sektörler, Kakaolu, Şekerli Ürünler ve İçecekler ve Öğütülmüş Tahıl ve Unlu Mamuller Sanayii sektörleri olarak değerlendirilmiştir. 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.

Şekil 4.1 – Gıda ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma sayısı (a) ve personel sayısı (b)

(a)



(b)



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
10.39.02: Kavrulmuş, tuzlanmış vb. şekilde işlem görmüş sert kabuklu yemişler ile bu meyvelerin püre ve ezmelerinin imalatı (Pişirilerek yapılanlar)	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)	1
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 çeşnisi 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

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 risk 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 etkilenme 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 (örn; erken uyarı sistemlerinin mevcudiyeti, yerel bilgi) bağlı kapasite (adaptive capacity) (IPCC, 2020). Proje kapsamında oluşturulan iklim değişikliği

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.

risk değerlendirme metodolojisi tehlike, maruziyet ve kırılganlık bileşenlerini dikkate almaktadır. 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.

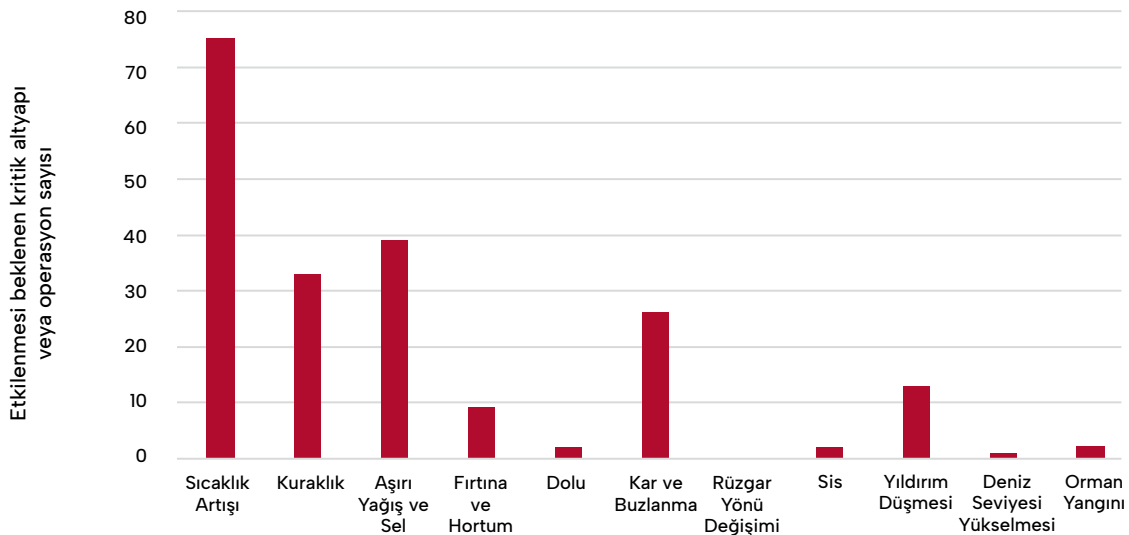


Değerlendirme esnasında oluşabilecek etkilerin kapsamı ve etki seviyesi, daha önce tesiste yaşanmış hadiseler ve riskin azaltılması amacıyla tesiste alınmış veya alınması planlanan önlemlere yönelik veriler toplanmıştır. Excel tabanlı risk değerlendirme aracı vasıtasıyla toplanan veriler 5X5 ölçekli 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 205 adet kritik altyapı veya operasyon tanımlanmış olup, bunların yaklaşık %38'i 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



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Gıda ürünleri üretiminde operasyonel süreklilik; hammadde tedarikinden son ürün sevkiyatına kadar uzanan geniş bir yelpazede iklimsel hassasiyetler barındırmaktadır. Sektörün en kritik halkasını oluşturan hammadde temini, özellikle domates, şeker pancarı, buğday ve fındık gibi tarımsal girdilerin iklim koşullarına (sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı yağış) doğrudan bağımlı olması nedeniyle yüksek risk taşımaktadır. Bu durum hasat kaymalarına, rekolte düşüşlerine ve hammadde fiyatlarında aşırı dalgalanmalara yol açmaktadır. Tesis içi operasyonlarda ise soğutma sistemleri (chiller, kompresör grupları) ve soğuk hava depoları, dış ortam sıcaklığının tasarım limitlerini aşmasıyla kapasite yetersizliği ve mekanik arıza riskleriyle karşı karşıya kalmakta, bu da soğuk zincirin korunmasını ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Su temini ve yönetimi, özellikle şeker üretimi, yıkama ve temizlik gibi su yoğun proseslerde vazgeçilmez bir altyapı bileşeni olup, kuraklık kaynaklı kuyu suyu seviyelerindeki düşüşler üretimin durma noktasına gelmesine neden olabilmektedir. Ayrıca, atıksu arıtma tesisleri aşırı yağışlarda pik debi baskısı, sıcaklık artışlarında ise biyolojik verim kaybı ve koku problemi gibi operasyonel zorluklar yaşamaktadır. Lojistik açıdan ise karayolu ve denizyolu taşımacılığı, fırtına ve aşırı hava olayları nedeniyle hammadde akışında ve ürün sevkiyatında darboğazlar yaratarak tüm değer zincirini etkileyen

ekonomik kayıplara zemin hazırlamaktadır. Son olarak, çalışan sağlığı ve iş güvenliği, özellikle ısıl işlemlerin (pişirme, fırınlama) yapıldığı alanlarda artan ısı stresi ve dehidrasyon riskleri nedeniyle operasyonel verimliliği doğrudan etkileyen kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Gıda ürünleri sanayinde 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	4	17	24	20	12	2	17	34	21	3	0	12	39	21	5
Kuraklık	1	2	3	19	8	2	11	6	12	2	1	2	9	17	4
Aşırı Yağış ve Sel	3	4	12	14	6	1	14	11	11	2	0	5	16	12	6
Fırtına ve Hortum	0	3	0	5	1	0	1	5	3	0	0	0	6	2	1
Dolu	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
Kar ve Buzlanma	0	6	5	13	2	0	3	9	13	1	0	5	13	8	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	2	0	9	1	1	1	0	5	7	0	0	2	8	3	0
Orman Yangını	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Tablo 4.4 – Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Çalışanlar (üretim, dış ortam, ısı işlemler)	Sağlık problemleri, performans kaybı, işin aksaması	Özellikle fırın, pişirme, sterilizasyon gibi ısı işlemlerin yoğun olduğu bölgelerde ve dış ortam sevkiyat/ yükleme alanlarında çalışanlarda ısı stresine bağlı olarak verim kaybı ve sağlık riskleri artmaktadır.	Bazı tesislerde sıcak hava dalgalarında personel şikayetlerinin artması, konsantrasyon kaybına bağlı iş kazası riskleri ve vardiya verimliliğinde düşüşler gözlenmiştir.
Soğuk hava depoları ve soğutma sistemleri	Soğutma kapasitesinin yetersiz kalması, ürün kaybı, enerji tüketimi artışı	Dış ortam sıcaklığının tasarım limitlerini aşmasıyla soğutma çevrimi zorlanmakta, soğuk hava depoları ve soğutma sistemlerinin kapasiteleri yetersiz kalabilmekte, hassas ürünlerin (et, süt, donmuş gıda vb.) raf ömrünü belirleyen kritik sıcaklık eşikleri aşılamamaktadır.	Kapasite yetersizliğine bağlı kompresör arızaları, soğuk zincir kırılması nedeniyle ürün imhaları ve enerji faturalarında öngörülemeyen artışlar yaşanmıştır.
Hammadde temini (tarımsal ürünler – domates, fındık, yağ, süt vb.)	Hasat tarihlerinde kaymalar, verim ve kalite kaybı, arz azalması	Tarımsal hammaddelerin sıcaklığa ve yağış rejimine çok duyarlı olmasına bağlı olarak şeker oranı, asidite ve nem gibi kritik parametreler değişkenlik göstermekte ve zararlı popülasyonunda artış gözlenmektedir.	Çeşitli bölgelerde geçmiş sezonlarda hasat dönemi kaymaları ve verim düşüşleri yaşanmıştır. Hammadde fiyatlarında dalgalanmalar ve tedarik sıkıntıları oluşmuştur.
İthal hammaddeler (kakao, palm yağı vb.)	Üretim düşüşü, fiyat artışı, tedarik zincirinde aksamalar	Tropik bölgelerde iklim ve ormansızlaşma kaynaklı sorunlar tedarik güvenliğini tehdit ederek stok yönetimini zorlaştırmaktadır.	Pandemi ve iklim koşulları nedeniyle hammadde tedarik sürelerinin uzaması ve üretim planlamasında zorunlu değişiklikler yaşanmıştır.
Üretim süreçleri (pişirim, fermentasyon, kurutma, kaplama vb.)	Kalite kaybı, proseslerde verim düşüşü, arıza riski	Çikolata kaplama, fermentasyon ve kurutma gibi hassas sıcaklık/nem dengesi gerektiren proseslerde ürün stabilitesi bozulmakta, fire oranları artmaktadır.	Ortam sıcaklığının kontrol edilememesi nedeniyle ürünlerde kristallenme, tekstür bozuklukları ve standart dışı üretim kaynaklı kapasite azaltımları raporlanmıştır.
Atıksu arıtma tesisleri	Mikroorganizma verim kaybı, buharlaşma, koku artışı	Biyolojik arıtmadaki bakteriyel aktivite yüksek sıcaklıktan olumsuz etkilenmekte, deşarj standartlarının sağlanması güçleşmekte ve koku şikayetleri artabilmektedir.	Bazı tesislerde verim kayıpları yaşanmış, ek havalandırma yatırımlarının yapılması gerekmiştir.
Tedarik zinciri & lojistik (karayolu, denizyolu, soğuk zincir)	Soğuk zincirin bozulması, nakliye aksamaları, yol yüzeylerinde bozulmalar	Yüksek sıcaklıklar soğutuculu araçların yakıt tüketimini ve arıza sıklığını artırmaktadır.	Sıcak hava dalgalarında lojistik araçlarında mekanik arıza sıklığının artması, soğuk zincir kırılması kaynaklı ürün iadeleri ve nakliye maliyetlerinde yükselişler gözlenmiştir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Enerji ve soğutma altyapısı (chiller, kompresör, soğutma kuleleri)	Kapasite yetersizliği, enerji sarfiyatı artışı, arızalar	Aşırı sıcaklıklar soğutma kulelerinde su kaybını ve kireçlenme riskini artırmakta, chiller gruplarının duruşa geçmesiyle tüm üretim hattının durma riski doğmaktadır.	Sıcak hava dalgalarında kompresörlerin aşırı yüklenmesi sonucu yaşanan plansız duruşlar, soğutma suyu sıcaklığının yükselmesi ve bakım maliyetlerinde artışlar kaydedilmiştir.
Yangın riski (fabrika geneli, çatı, bacalar)	Yangın çıkma olasılığı	Yüksek sıcaklıklar, elektrik panolarında ısınma kaynaklı kısa devre riskini ve tozlu üretim ortamlarındaki yanıcı maddelerin tutuşma eğilimini artırmaktadır.	Elektrik altyapısında aşırı ısınma kaynaklı lokal arızalar ve dış alan depolama sahalarında sıcaklık tetiklemeli küçük çaplı tutuşmalar raporlanmıştır.

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 hammadde 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 et, süt gibi

ürünlerde kalite ve verim kayıplarının oluşması gibi örnekler paylaşılrken, tesislerde mevcut kuyularda seviyelerin düşmesi, pompaj maliyetlerinin artması, şebeke 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 kullanılmaktadır. Yeraltı su seviyelerinin düşmesi, kuyu suyu verimini azaltmakta; su kalitesinde (sertlik, mineral içeriği) değişimler proses verimliliğini olumsuz etkilemektedir.	Son yıllarda bazı bölgelerde kuyu suyu seviyelerinde belirgin düşüşler, su temini için ek sondaj ihtiyacı ve bazı tesislerde su kısıtlaması nedeniyle üretim planlamasında revizyonlar yaşanmıştır.
Soğutma sistemleri / kuleleri	Üretimde aksamalar ve maliyet artışı	Soğutma prosesleri büyük ölçüde suya bağımlıdır; soğutma kulelerinde buharlaşma kayıplarının artması ve su sıcaklığının yükselmesi, chiller ve kompresör gruplarının verimini düşürmektedir. Kuraklık uzun dönemli sıkıntı yaratabilir.	Bazı yıllarda su tedarikindeki yetersizlik nedeniyle soğutma kapasitesinde düşüşler, enerji tüketiminde artış ve zaman zaman üretim hızının düşürülmesi yaşanmıştır.
Kazanlar / enerji sistemleri	Su kısıtlılığı nedeniyle üretim ve enerji maliyetlerinde artış	Su, kazan ve ısıtma proseslerinde kritik rol oynar; kazan besleme suyu kalitesinin bozulması, kireçlenme ve korozyon riskini artırarak bakım maliyetlerini yükseltmektedir.	Zaman zaman su temini yetersizliği nedeniyle kazan operasyonlarında aksamalar, ek su arıtma ihtiyacı ve enerji üretiminde verim kayıpları raporlanmıştır.
Üretim prosesi (tarımsal ürün ve su kullanımı)	Hammadde ve su tedarikindeki sıkıntılar nedeniyle üretimin durması	Üretim süreçleri su ve tarımsal ürünlere bağımlıdır; yıkama, haşlama, sterilizasyon ve fermantasyon gibi su yoğun proseslerde su kısıtı, ürün kalitesini ve hijyen standartlarını doğrudan etkilemektedir.	Geçmişte su kısıtlaması nedeniyle kapasite azaltılması, üretim kesintileri ve bazı ürün gruplarında proses sürelerinin uzaması 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. Özellikle şeker pancarı, buğday, mısır gibi su yoğun tarımsal ürünlerde sulama yetersizliği, verim ve kalite kayıplarına; hayvancılıkta ise yem maliyetlerinin artması ve süt veriminin düşmesine neden olmaktadır.	Rekolteye bağlı fiyat değişimleri her yıl gözlemlenmektedir. Geçmiş dönemlerde kuraklık nedeniyle hammadde fiyatlarında aşırı dalgalanmalar, tedarik sürelerinde uzamalar ve bazı tesislerde hammadde portföyünde zorunlu değişiklikler yaşanmıştır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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. Tesis sahasındaki drenaj sistemlerinin yetersiz kalması sonucu üretim hatlarını su basması, hassas elektronik kartların ve motorların hasar görmesi gibi teknik aksaklıklar üretimin tamamen durmasına yol açabilmektedir. Su baskınları ve altyapı zararları, üretim süreçlerinde kesintilere, ürün ve hammadde kayıplarına, çevresel zararlara ve ceza yaptırımlara yol açabilmektedir. Tarımsal hammaddeler (domates, fındık vb.) ve ithal girdiler (kakao, palm yağı vb.) aşırı yağış ve fırtına kaynaklı lojistik aksamalar nedeniyle ciddi verim ve tedarik kayıplarıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Şiddetli fırtınaların liman operasyonlarını durdurması ve vinçlerin çalışamaz hale gelmesi, ithal hammadde akışında darboğazlar yaratmaktadır. 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. Yoğun kar yükünün fabrika çatı statiklerini zorlaması ve buzlanma nedeniyle dış alan boru hatlarında (su, buhar, kondens) meydana gelen donmalar, operasyonel sürekliliği doğrudan tehdit etmektedir. Ayrıca yıldırım düşmesi, UPS sistemleri, elektrik altyapısı ve tehlikeli atık depolama alanı için yangın ve ekipman arızaları gibi orta ila yüksek düzeyde etkiler doğurabilmektedir. Hassas elektronik cihazların yıldırım kaynaklı yüksek voltajdan zarar görmesi, otomasyon sistemlerinde uzun süreli duruşlara neden olabilmektedir. Deniz seviyesi yükselmesi uzun vadede ithal hammadde 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 işlemler)	Sağlık birimleri, periyodik sağlık taramaları, havalandırma, klima/iklimlendirme sistemleri, gölgelik ve dinlenme alanları, vardiya düzenlemeleri	Isı stresi yönetimi eğitimleri, mola sürelerinin iyileştirilmesi, iş kıyafetlerinin uygunlaştırılması, iklimlendirme altyapısının güçlendirilmesi, özellikle ısı işlemlerin yürütüldüğü alanlarda ısı kalkanı ve lokal soğutma ünitelerinin yaygınlaştırılması
Soğuk hava depoları ve soğutma sistemleri	Periyodik bakım, yedek ekipman kullanımı, bazı tesislerde kompresör ve chiller gruplarının yenilenmesi, soğutma kulelerinde su tasarrufu sağlayan kapalı devre sistemlerine geçiş, stok döngülerinin kısa tutulması	Kapasite artırımı, yeni soğutma teknolojilerinin kurulumu, enerji verimli ve kapalı sistemlerin yaygınlaştırılması, kondenser verimliliğini artıran ısı geri kazanım sistemlerinin entegrasyonu
Hammadde tedariki (tarımsal ürünler, ithal hammaddeler)	Sözleşmeli tarım uygulamaları, stok yönetimi, sürdürülebilir tarım projeleri, alternatif tedarikçiler, çeşitlendirilmiş hammadde portföyü, sertifikalı üretim	İklim dirençli çeşitlerin geliştirilmesi, çiftçi eğitim programları, erken uyarı sistemleri, sürdürülebilir tarım sertifikasyonlarının artırılması, ürün bazlı iklim risk haritalarının oluşturulması
Üretim süreçleri (pişirim, fermantasyon, kurutma, kaplama vb.)	Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, ürün formülasyonu değişiklikleri, kontrollü hava akışı, UPS/jeneratör sistemleri, proses bazında sıcaklık kontrol sistemlerinin modernizasyonu	Enerji verimli iklimlendirme yatırımları, alternatif proses teknolojileri, su ve enerji verimliliği artırıcı modernizasyon, hassas proseslerde otomatik sıcaklık-nem kontrol sistemlerinin kurulması ve proses parametrelerinin iklim senaryolarına göre optimize edilmesi
Atıksu arıtma tesisleri	Havalandırma sistemleri, düzenli koku ölçümleri, ek blower sistemleri, mikroorganizma dengesinin izlenmesi, biyolojik arıtma havuzlarında sıcaklık kontrol önlemleri	Su geri kazanım sistemlerinin optimizasyonu, ileri iklimlendirme çözümleri, koku giderim teknolojilerinin güçlendirilmesi, ileri arıtım ve su geri kazanımı yatırımlarının yaygınlaştırılması, yüksek sıcaklık dönemlerinde mikroorganizma aktivitesini destekleyici katkı maddeleri kullanımı
Tedarik zinciri & lojistik (karayolu, denizyolu, soğuk zincir)	Stoklu çalışma, alternatif tedarikçiler ve ulaşım rotaları, soğutmalı taşıma araçları, izolasyon yöntemleri	Soğuk zincir altyapısının geliştirilmesi, GPS tabanlı soğuk zincir izleme sistemleri ve lojistik rota optimizasyonu, risk senaryolarına dayalı lojistik planlamalar, kapasite artırımı (örn; depolama alanları)
Enerji ve soğutma altyapısı (chiller, kompresör, soğutma kuleleri)	Jeneratör yedekleme, paratoner, düzenli bakım, kapasiteye uygun altyapı, dijital enerji izleme sistemleri	Enerji verimli ve yüksek kapasiteli yeni sistemler, yenilenebilir enerji yatırımları (GES vb.), soğutma kulelerinde otomatik su kalitesi izleme ve kireçlenme önleme sistemlerinin entegrasyonu, kompresör gruplarında değişken hız sürücülerinin kullanımının yaygınlaştırılması
Yangın riski (fabrika geneli, çatı, bacalar)	Otomatik yangın söndürme sistemleri, düzenli bakım ve kontroller, termal kamera ile sıcaklık izleme ve erken uyarı sistemleri	Yangına dayanıklı malzeme kullanımı, erken uyarı ve algılama sistemlerinin güçlendirilmesi, afet senaryolarına dayalı tatbikatlar, tozlu üretim alanları ve dış depolama sahalarında yangın risk değerlendirmelerinin güncellenmesi, elektrik altyapısında aşırı ısınma önleyici bakım protokollerinin uygulanması

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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
Su temini / su kaynakları	Su depolama sistemleri, geri kazanım ve arıtma tesisleri, kuyu suyu seviyelerinin düzenli izlenmesi ve ilave kuyu açma/derinleştirme çalışmaları	Alternatif su kaynakları oluşturulması (yağmur suyu toplama, mobil tank, ek kuyular), su tasarrufu, kritik süreçlerde öncelikli kullanım planlaması, su kalitesini korumak için gelişmiş arıtma ve izleme (sertlik, iletkenlik vb.) sistemlerinin devreye alınması
Soğutma sistemleri / kuleleri	Soğutma suyu geri kazanımı, buharlaşma kayıplarını azaltma amaçlı optimizasyon	Soğutma suyu kullanımının optimize edilmesi, geri kazanım kapasitesinin artırılması, ek depolama veya alternatif su kaynakları oluşturulması, kapalı devre veya kuru tip soğutma sistemlerine kademeli geçiş için fizibilite çalışmaları
Kazanlar / enerji sistemleri	Su depolama altyapısı, kazan besli suyu arıtma sistemleri ile kireçlenme ve korozyon risklerinin azaltımı	Atıksu geri kazanımı, depolama kapasitesinin artırılması ve kritik süreçlerde enerji-su entegrasyonu (örn; kondens geri kazanım oranının artırılması, ısı geri kazanımı ile su tüketiminin azaltılması)
Üretim prosesi (tarımsal ürün ve su kullanımı)	Sürdürülebilir üretim uygulamaları, su tasarrufu ve geri kazanım sistemleri (örn; CIP optimizasyonu, yıkama suyu tüketiminin azaltılması).	Proses bazlı su kullanımının optimize edilmesi, geri kazanımın artırılması, kritik üretim süreçleri için öncelikli su temini, su yoğun proseslerin iklim senaryolarına göre yeniden tasarlanarak kapasitelerinin gözden geçirilmesi
Hammadde tedariki (tarımsal ürünler, ithal hammaddeler)	Alternatif tedarikçiler, sürdürülebilir tarım ve hammadde çeşitlendirmesi, sözleşmeli üreticilerin su verimliliği yüksek sulama teknikleri kullanımı yönünde teşvik edilmesi	Tedarikçi çeşitliliğinin artırılması, Ar-Ge ile ikame hammaddeler geliştirilmesi, sürdürülebilir üretim zincirlerinin güçlendirilmesi, kuraklık riski yüksek bölgeler için hammadde tedarik haritalarının oluşturulması, uzun vadeli alım anlaşmaları ve sigorta mekanizmaları ile tedarik güvenliğinin desteklenmesi

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	Kapasite arttırımı, pik debilere dayanıklı tasarım, taşkın anlarında taşma riskini azaltacak bypass ve acil deşarj senaryoları	Mevcut kapasitenin iklim projeksiyonlarına göre artırılması, aşırı yağışlarda alternatif yönlendirme planları (taşkın anında ön arıtma/ by-pass hatları, acil durum depolama havuzları) ve çevresel izin/ceza riskini azaltacak izleme sistemlerinin güçlendirilmesi
Tedarik zinciri ve lojistik	Kar ve buzlanma, fırtına ve hortum, sis	Alternatif ulaşım seçenekleri, stoklu çalışma ve güvenlik önlemleri (örn; yüksek riskli dönemlerde sevkiyat planlarının yeniden düzenlenmesi, kritik ürünler için ilave stok tutulması)	Aşırı doğa olaylarına karşı tedarik ve sevkiyat planlarının güçlendirilmesi, alternatif depo ve rotaların belirlenmesi ve soğuk zincir izleme sistemleri ile lojistik operasyonların gerçek zamanlı takibi, liman ve karayolu altyapısındaki iklim risklerine göre tedarik senaryolarının çeşitlendirilmesi
Hammadde tedariki (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, kritik hammaddeler için farklı coğrafi bölgelerde üreticilerle çalışma	Tedarikçi çeşitliliğinin artırılması, depolama koşullarının iklim risklerine göre iyileştirilmesi, stok planlaması, limanlara bağımlılığın azaltılması amacıyla alternatif giriş noktaları ve lojistik koridorların planlanması
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 (örn; yüksek riskli güzergahların kritik dönemlerde geçici olarak devre dışı bırakılması)	Alternatif rotaların belirlenmesi, iklim riskine göre iş sürekliliği planlarının uygulanması, tesis sahası içinde drenaj, zemin iyileştirmeleri ve kapalı sevkiyat alanlarının yaygınlaştırılması
Üretim tesisleri	Aşırı yağış ve sel, yıldırım düşmesi	Periyodik bakım, paratoner, jeneratör ve acil durum planları, kritik panolar için ek yalıtım ve yükseltilmiş platform uygulamaları	Akıllı bina sistemleri, yıldırıma karşı koruma ve elektrik kesintisine hazırlık önlemlerinin yaygınlaştırılması (örn; otomatik devreye giren yedek güç sistemleri, su baskını sensörleri, kritik ekipmanlar için yükseltilmiş yerleşim planları)

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kritik altyapı / operasyon	Tehlike	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
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 (örn; iklim değişikliği risk eğitimleri, ekstrem hava koşullarında vardiya planlarının revizyonu, güvenli toplanma alanlarının ve kapalı bekleme alanlarının iyileştirilmesi)
Depo alanları	Aşırı yağış ve sel	Rafli depo sistemleri, yedekli pompalar, stoklu çalışma, hassas ürünlerin zeminden yüksekte depolanması	Depo zemin ve yapı iyileştirmeleri, drenaj sistemlerinin güçlendirilmesi, iklimlendirme ve nem kontrol sistemlerinin optimize edilmesi, açık alan stok sahalarında su baskınına karşı bariyer ve kot yükseltme uygulamalarının hayata geçirilmesi
Elektrik temini / UPS sistemi	Yıldırım düşmesi, fırtına ve hortum	UPS ve jeneratörler ile sınırlı yedekleme, kritik hatlar için paratoner ve aşırı gerilim koruma sistemleri	Jeneratör kapasitesinin artırılması, yenilenebilir enerji yatırımları, kritik ekipmanların yedeklenmesi, ve elektrik panolarında termal izleme, sele karşı yükseltilmiş yerleşim ve yıldırım koruma sistemlerinin güçlendirilmesi
Laboratuvar hizmetleri (dış)	Kar ve buzlanma	Alternatif firmalar ile çalışılması, kritik analizler için önceden numune planlaması yapılması	Alternatif hizmet sağlayıcılar ile iş sürekliliği planları, aşırı hava olaylarında numune taşımaya yönelik yedek lojistik çözümlerinin (soğutmalı kurye, farklı güzergâhlar vb.) geliştirilmesi
Lojistik operasyonlar	Orman yangını	Orman yangını riskine karşı acil durum planları, tesis çevresinde riskli bitki örtüsünün temizlenmesine yönelik periyodik bakım çalışmaları	Yangın risk yönetiminin güçlendirilmesi, kritik malzeme ve operasyonların korunması, (alternatif stok alanları, duman ve sıcaklık sensörleri, tahliye planları) ve orman yangını senaryolarını içeren iş sürekliliği planlarının oluşturulması

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 itibariyle 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

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 kırılabilirlik sergileyerek üretim sürekliliğini tehdit etmektedir.

hammaddeelerde kuraklık nedeniyle arz kısıtları yaşanması durumunda üretim sekteye 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 bulunduğundan 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 kırılabilirlik sergileyerek üretim sürekliliğini tehdit etmektedir. Diğer operasyonlar ise genellikle orta seviyede maruziyet ve etkiye sahiptir.

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 kırılabilirlik 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

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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 – Mevcut Durum				Risk – Gelecek Projeksiyonu						
	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	6	20	12	27	12	0	9	26	35	7	0	0	19	52	6	0	0	35	42	
Kuraklık	2	3	3	7	18	1	1	4	14	13	0	1	3	22	7	0	0	12	19	
Aşırı Yağış ve Sel	1	5	12	16	5	0	2	15	18	4	0	0	10	28	1	0	0	31	5	
Fırtına ve Hortum	0	0	1	4	4	0	0	1	6	2	0	0	1	6	2	0	0	1	6	2
Dolu	0	0	0	3	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	2	0	0	1	0	2
Kar ve Buzlanma	1	3	9	7	6	0	3	7	15	1	0	1	9	16	0	0	3	22	1	0
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sis	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
Yıldırım Düşmesi	2	3	2	3	3	0	2	4	7	0	0	0	10	3	0	0	0	10	3	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Orman Yangını	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0

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 – Gıda ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler

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

5.1. 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.

5.1.1 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.

5.1.2 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

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.

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.

5.1.3 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.

5.1.4 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 kirlletici konsantrasyonlarında artış yaşanabilmektedir. Bu durum, özellikle suyun kritik olduğu işleme ve paketlenme 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.

5.1.5 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.

5.2. 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.

5.2.1 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_b, 2025).

5.2.2 AB Atık Çerçeve Direktifi

Atıkların çevresel etkilerinin azaltılması, döngüsel ekonominin teşvik edilmesi ve kaynak verimliliğinin artırılması amacıyla 2023 yılında revize edilen Avrupa Birliği (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_a, 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 belgelemesi gerekecektir (TB_b, 2025).

5.2.3 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. İlk etapta büyük işletmeler için 30 Aralık 2025, küçük ve mikro işletmeler için 30 Haziran 2026 itibarıyla başlatılması planlanan uygulama dönemi Aralık 2025'te yapılan güncelleme ile birer yıl ertelenmiştir. 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_c, 2025; EC, 2025). Gıda ve içecek üretim sektörleri açısından kakao, kahve, çikolata ve sığır eti gibi ürünleri üreten alt sektörler doğrudan düzenleme kapsamına girmektedir.

5.2.4 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).

5.2.5 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 itibarıyla 900 milyon € üzeri, 2029 itibarıyla ise 450 milyon € üzeri olan firmalar kapsama dahil edilecek olup, KOBİ'ler doğrudan mevzuat kapsamında değerlendirilmemekle birlikte kapsama dahil edilen büyük şirketlerin tedarikçisi veya alt sağlayıcısı olarak mevzuat hükümlerinden etkilenecektir (TB_e, 2025).

5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı 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

Tablo 5.2 – Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı programı

Saat	Gündem maddesi
Geçiş Riskleri	
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

İstanbul Sanayi Odası Odakule binasında 34 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalıştay programı Tablo 5.2’de verilmektedir.

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.

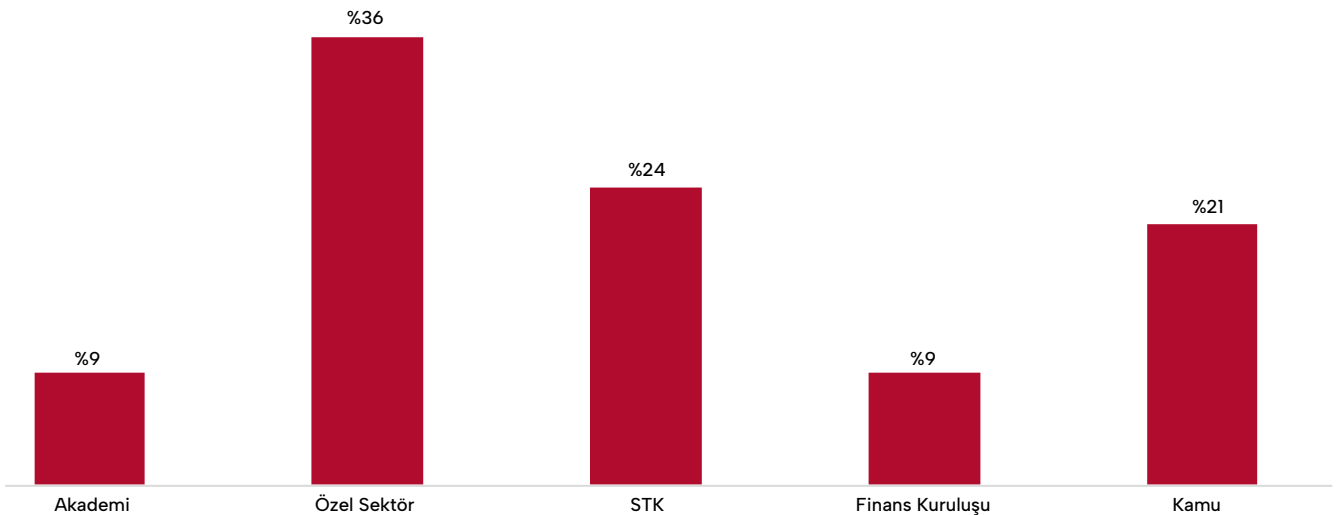
1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?
2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?
3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?
4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şekli değişime gerekliliği ne kadar yüksek?
5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı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

Şekil 5.1 – Çalıştaya 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” başlığı 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” başlığı 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.

Sektörün en hazırlıksız olduğu alanlar arasında kuraklık tehlikesi ve Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması’na uyum gerekliliği öne çıkıyor.

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 Sınırda 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
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 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 aksamlar (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 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 içerdiği ve olası risklere karşı koruyucu önlemleri detaylı şekilde tanımladığı 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'te yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre sektörü 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, Sınırda 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

Sektörü 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.

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.



GIDA ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ

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 Düzendleme 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
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 aksamlar (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

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.

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 ayak izi 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 enerji 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 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 bulgulara 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.

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.

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 bazı 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_a, 2023).

Bununla birlikte, suyun yeniden kullanımına yönelik uygulamalar hijyen ve gıda güvenliği standartlarıyla sınırlanabilmektedir. Özellikle süt 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.b, 2023). Gıda sanayiinde suyun yeniden kullanımı kavramsal belirsizlikler, mevzuata uyum, tüketici güveni ve gıda güvenliği açısından çeşitli sorunlar yaratmaktadır. Etkin

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.

bir sistem kurmak için kaynak ve uzmanlık gerekmede, 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 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 taşkınlarla karşı bariyer sistemlerin oluşturulması ve taşkınlarla 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.

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 modlar arası 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 iş sağlığı ve güvenliği 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 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 Küresel Raporlama Girişimi (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. Sürdürülebilirlik Muhasebesi Standartları Kurulu (Sustainability Accounting Standards Board - SASB) ise sektör bazlı metriklere odaklanarak yatırımcıların finansal açıdan önemli sürdürülebilirlik verilerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Entegre Raporlama (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 Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (International Financial Reporting Standard - IFRS) Vakfı, raporlama çerçevelerini uyumlu hale getirmek ve yatırımcıların güvenilir, karşılaştırılabilir bilgilere erişimini sağlamak amacıyla Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu (International Sustainability Standards Board - ISSB)’nu kurmuş ve S1-S2 standartlarını geliştirmiştir. IFRS’nin bu yaklaşımı, SASB’nin finansal önemlilik kriterlerini, GRI’nin paydaş odaklı yaklaşımını ve <IR>’in 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 Çalıştayı 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 çalıştayı 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) arttırılması (Özel sektör)
- Özel sektör-çiftçi işbirliğinin arttırılması (Özel sektör)
- Tedarikçilerin çeşitlendirilmesi (Özel sektör)
- Hammadde tedarikinde 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 arttırılmasının teşvik edilmesi (Kamu)

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.

- Anız yakma uygulamalarının engellenmesi için farkındalığın arttırılması (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 arttırılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Ar-Ge)
- Kaliteli/kuraklığa dayanıklı tohum üretimine yönelik projelerin desteklenmesi (Ar-Ge)
- Ürünlerin iklim değişikliği etkilerine dayanıklılığının arttırılmasına 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 mikroalg 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 arttırılması ve endüstriyel altyapıda kullanılması (Özel sektör)

• Su tüketimini azaltacak bilinçlendirme çalışmalarının yapılması (operatörlerin uygulamalı eğitimi vb.) (Özel sektör)

• 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 fark etmeksizin 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 arttırılması, özellikle Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nca sağlanan mevcut teşviklerin KOBİ ölçeğine indirilmesi (Finans)

• Su verimli teknoloji altyapısının kurulumuna yönelik desteklerin arttırılması (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) sosyoekonomik 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 ettirebilmesi için desteklenmesi (Kamu)

• Tarımsal üretim açısından küçük işletmelerin modernizasyonuna ya da ortak üretim altyapısı oluşturmaya yönelik teşvik mekanizmalarının oluşturulması (Finans)

• 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

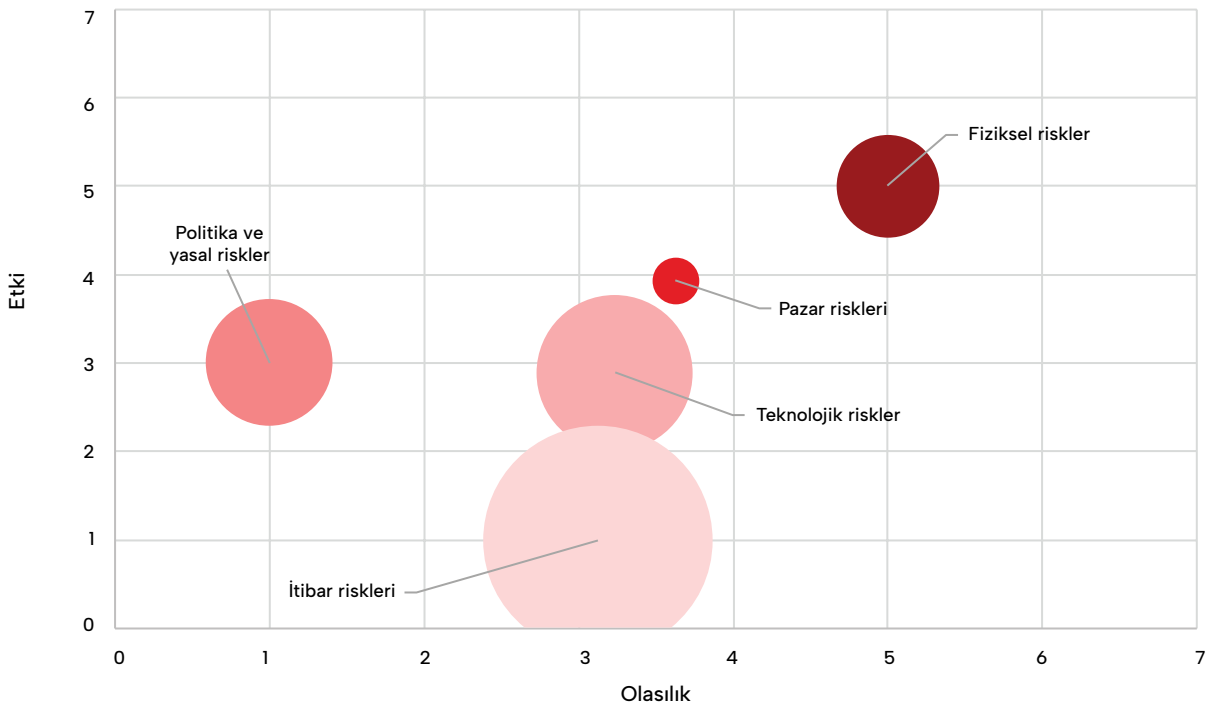
7

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.

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 geliştirmesi 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 sanayiinin 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 (örn; bitkisel protein, mikroalg) 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 modlar arası 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
Yüksek iklim riski altındaki hammaddeler için bölgesel risk haritalarının oluşturulması ve stok stratejilerinin güncellenmesi	Ar-Ge, Özel sektör	Kısa-Orta
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 (örn; arıtma tesisi çıkış suları) yeniden kullanımına yönelik yasal düzenlemeler yapılması	Kamu	Orta
Su verimli teknolojiler ve topraksız/dikey tarım gibi alternatif tarım tekniklerinin geliştirilmesi	Ar-Ge	Orta-Uzun
Üretimden kalan yan ürünlerin (örn; meyve/sebze posası) alternatif ürünlere dönüştürülmesi	Özel sektör	Orta
Tarımsal atık ve gıda atıklarının geri kazanımı için mekanizmaların geliştirilmesi	Özel sektör, Kamu, Ar-Ge	Orta
Tesis bazlı su risk analizlerinin yapılması ve kritik proseslerde su geri kazanım oranlarının artırılması	Özel sektör	Kısa-Orta

GENEL DEĞERLENDİRME

Önlem Önerileri	Paydaşlar	Vade
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
Yenilenebilir enerji kaynaklarının (özellikle öz tüketim amaçlı Çatı GES vb.) ve yerinde enerji üretiminin üretim süreçlerine entegrasyonu	Özel sektör	Kısa-Orta
Altyapının Güçlendirilmesi		
Soğutma sistemleri altyapısının kapasite-pik yük analizleri doğrultusunda güçlendirilmesi ve enerji kesintilerine karşı yedekleme önlemleri	Özel sektör	Orta
Arıtma 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
Hassas üretim ve depolama alanlarının (soğuk hava depoları, otomasyon merkezleri) ekstrem sıcaklık ve neme karşı yalıtımının güçlendirilmesi	Özel sektör	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
Çalışanların iklim riskleri ve acil durum yönetimi konusundaki yetkinliklerinin eğitim programları ile artırılması	Özel sektör	Kısa

Gıda ürünleri üretiminde iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak amacıyla önerilen önlemler; tedarik zinciri yönetiminden su verimliliğine, temiz üretimden altyapı dayanıklılığına ve politika–finansman mekanizmalarına kadar geniş bir çerçevede ele alınmıştır. Tedarik zincirinde çeşitlendirme, izlenebilirlik sistemlerinin kurulması, sözleşmeli tarım uygulamalarının yaygınlaşması ve iklim risklerini dikkate alan üretim planlaması ile kısa vadede kırılganlığın azaltılması öngörüldürken; alternatif hammaddelerin kullanımı, kuraklığa dayanıklı türlerin geliştirilmesi ve lojistikte düşük karbonlu çözümler orta ve uzun vadede sektörün dayanıklılığını artıracaktır. Su verimliliği kapsamında geri kazanım, ileri arıtma, dijital izleme sistemleri, alternatif su kaynaklarının yeniden kullanımı ve su verimli teknolojilerin geliştirilmesi kritik önem taşımakta; gıda ve tarımsal atıkların geri kazanımıyla kaynak verimliliğinin güçlendirilmesi önerilmektedir. Düşük karbonlu üretim için enerji verimli ekipmanların kullanımı, bina ve ekipman bazlı yalıtım çalışmaları, atık ısı geri kazanımı ve modern soğutma-pastörizasyon sistemlerine geçiş gibi teknolojik dönüşümler öne çıkarken; altyapı tarafında soğutma sistemlerinin güçlendirilmesi, arıtma tesislerinin modernizasyonu ve taşkın risklerine karşı koruyucu önlemler gerekmektedir. Politika ve finansman alanında ise sigorta mekanizmalarının geliştirilmesi, esnek finansman modelleri, su verimli teknolojilere yönelik teşvikler, çiftçilere eğitim verilmesi ve tarım nüfusunun gıda üretim zincirine entegrasyonu sektörün uyum kapasitesini destekleyen temel araçlar arasında değerlendirilmektedir. Ayrıca gıda kaybı ve israfının azaltılması, biyobozunur ambalaj kullanımının artırılması, iklim izleme altyapılarının güçlendirilmesi ve satılamayan ürünlerin alternatif ürünlere dönüştürülmesi gibi genel öneriler, gıda üretim sistemini hem çevresel hem de ekonomik açıdan daha dirençli hale getirecektir.

Bu raporda sunulan değerlendirmeler, gıda ürünleri üretimi sektörünün iklim değişikliği kaynaklı risklerini kapsamlı bir şekilde ele almakta ve bu risklere yönelik uyum önlemlerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Çalışmanın kapsamı ve proje uygulayıcılarının rolü gereği, önerilerin uygulama zaman çizelgesi veya performans göstergeleri gibi unsurlarla detaylandırılması hedeflenmemiştir. Bununla birlikte, raporda sunulan bulgular ve öneriler; politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve sektörel paydaşlar için yol gösterici bir çerçeve oluşturmakta ve sektörün uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik stratejik kararların şekillenmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Gelecek dönemde gıda ürünleri üretimi özelinde uygulamaya yönelik uyum yol haritalarının, ilgili paydaşların katılımıyla geliştirilmesi sektörün dirençliliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

- BMİDÇS. (1992). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Rio de Janeiro.
- 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). İklim Değişikliği. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://iklim.csb.gov.tr/> adresinden alındı
- ÇŞİDB_b. (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
- 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, December). Clarity and predictability to ensure a smooth entry into application of the EU Deforestation Regulation. European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_2939 adresinden alındı
- ESRB. (2024). Climate-related risks and accounting. European Systemic Risk Board, European System of Financial Supervision.
- FAO & WHO_a. (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.
- FAO & WHO_b. (2023). Safety and quality of water used in food production and processing – Meeting report. Rome: 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
- 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. (2021). Climate Change 2021 The Physical Science Basis Summary for Policymakers–Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022). The evidence is clear: the time for action is now. We can halve emissions by 2030. Intergovernmental Panel on Climate Change: <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/> adresinden alındı
- NASA. (2025). US National Aeronautics and Space Administration. Global Climate Change– Vital Signs of the Planet: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> ve <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/> adresinden alındı
- NDC. (2025). Republic of Türkiye The Second Nationally Determined Contribution (NDC 3.0). Türkiye Cumhuriyeti.
- TB_a. (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_b. (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-te-mas-eden-geri-donusturulmus-plastik-materyallere-iliskin-komisyon-tuzugu> adresinden alındı
- TB_c. (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
- 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). Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mu-tabakat/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-Atıksu-Istatistikleri-2022-49607> 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
- TÜİK_a. (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_b. (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
- UNEP. (2023). Sectoral Risk Briefings: Insights for Financial Institutions – Climate Risks in the Industrial Sector. UN Environment Programme Finance Initiative.
- 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).

www.iso.org.tr



ist_sanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi