



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

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

Orman, Kağıt Ürünleri, Mobilya ve Basım Sanayi İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Arttırılması Yol Haritası Raporu

Ekim, 2025



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEğİşİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim Eylemi
Seçilen Operasyonel Programı



İKLİM DEğİşİKLİğİ
BAşKANLIğI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK

PROJE EKİBİ



**İSTANBUL
SANAYİ ODASI**

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

Burçin DEĞİRMENCİOĞLU
Erbil BÜYÜKBAY
Özge GÜVEN
Özlem ERCAN
Hüseyin TANRIVERDİ

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

İstanbul Sanayi Odası

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

Yazışma Adresi:

P.K. 21 41470 Gebze KOCAELİ

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 3 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	7
KISALTMALAR LİSTESİ	9
1. GİRİŞ	11
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ	13
2.1. Fiziksel Riskler	13
2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi	15
2.1.2 Sıcaklık Artışı	18
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel	22
2.1.4 Orman Yangını	23
2.2. Geçiş Riskleri	24
2.2.1 Politika ve Yasal Riskler	25
2.2.2 Teknolojik Riskler	28
2.2.3 Pazar Riskleri	28
2.2.4 İtibar Riskleri	29
3. TÜRKİYE'DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU	31
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	39
4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi	41
4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları	42
5. ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ	51
5.1. Geçiş Riskleri	52
5.1.1 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı	52



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 4 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

5.1.2	Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği.....	52
5.1.3	AB Atık Çerçeve Direktifi	53
5.1.4	AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği.....	53
5.1.5	AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	54
5.1.6	AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi	54
5.2.	Fiziksel Riskler	54
5.2.1	Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük	55
5.2.2	Tedarik Zincirinde Aksaklıklar	55
5.2.3	Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler	55
5.2.4	Su Temininde Güçlük	55
5.2.5	İklimlendirme İhtiyacının Artması	56
5.3.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	56
6.	ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ	69
6.1.	Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri	69
6.1.1	Enerji Verimliliğinin Arttırılması.....	69
6.1.2	Su Verimliliğinin Arttırılması	70
6.1.3	Kaynak Verimliliğinin Arttırılması.....	70
6.1.4	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	71
6.1.5	Altyapının İyileştirilmesi	71
6.1.6	İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi	72
6.1.7	Alternatif Hammadde Temini.....	72
6.1.8	Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi	72
6.2.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	73
7.	GENEL DEĞERLENDİRME	77
	KAYNAKÇA	81



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 5 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde önceliklendirilen alt sektörler	39
Tablo 4.2:	Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları.....	41
Tablo 4.3:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılganlık seviyeleri.....	44
Tablo 4.4:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı	45
Tablo 4.5:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Aşırı yağış ve sel	45
Tablo 4.6:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kar ve buzlanma.....	46
Tablo 4.7:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Sıcaklık artışı	47
Tablo 4.8:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Aşırı yağış ve sel	47
Tablo 4.9:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Diğer tehlikeler.....	48
Tablo 4.10:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri	50
Tablo 5.1:	Geçiş ve fiziksel riskler.....	51
Tablo 5.2:	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı	56
Tablo 5.3:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları.....	60
Tablo 5.4:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları.....	65
Tablo 7.1:	Orman, kağıt ürünleri, matbaa ve basım sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade.....	79



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 6 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 7 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1:	İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları	14
Şekil 2.2:	Marmara Bölgesi'nde yıllık toplam yağış miktarı ve kurak gün sayısı değişimi (1990-2024) ...	17
Şekil 2.3:	Marmara Bölgesi'nde SPEI kuraklık indisi değişimi (1990-2024).....	18
Şekil 2.4:	Marmara Bölgesi'nde yıllık sıcaklık değişimi (1990-2024).....	20
Şekil 2.5:	Marmara Bölgesi'nde ısıtma ve soğutma ihtiyacı değişimi (1990-2024).....	20
Şekil 2.6:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 sıcaklık tahminleri (1990-2100)	21
Şekil 2.7:	Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)	22
Şekil 2.8:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 toplam yağış verileri (1990-2100)	23
Şekil 2.9:	Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi	24
Şekil 3.1:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)	32
Şekil 3.2:	İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)	33
Şekil 3.3:	İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)	34
Şekil 3.4:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde su ve atıksu istatistikleri.....	35
Şekil 3.5:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024)	36
Şekil 4.1:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı	40
Şekil 4.2:	Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı	43
Şekil 5.1:	Çalışmaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%).....	57
Şekil 5.2:	Çalıştay fotoğrafları	58
Şekil 7.1:	İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi	77



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 8 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 9 / 84 Güncelleştirme Sayısı: 01

KISALTMALAR LİSTESİ

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



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İlim Eylemi
İşbirlik Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK
MAM



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 10 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





1. GİRİŞ

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

İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı (CCAGP), iklim değişikliğine uyum projelerinin Türkiye’de yerel ve bölgesel seviyede uygulanmasını desteklemek için tasarlanmıştır. CCAGP, toplulukların dirençliliğini artırmayı, doğal kaynaklar ile ekosistemi korumayı ve etkilenebilir sosyal grupların yanı sıra şehirlerin ve ekonomik sektörlerin uyum kapasitesini geliştirmeyi hedeflemektedir. Nihai Faydalanıcısı, Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), İklim Değişikliği Başkanlığı olup, ÇŞİDB Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Yatırımları Daire Başkanlığı Hibe Programının Sözleşme Makamı’dır.

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

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

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



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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 13 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ

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

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

2.1. Fiziksel Riskler

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



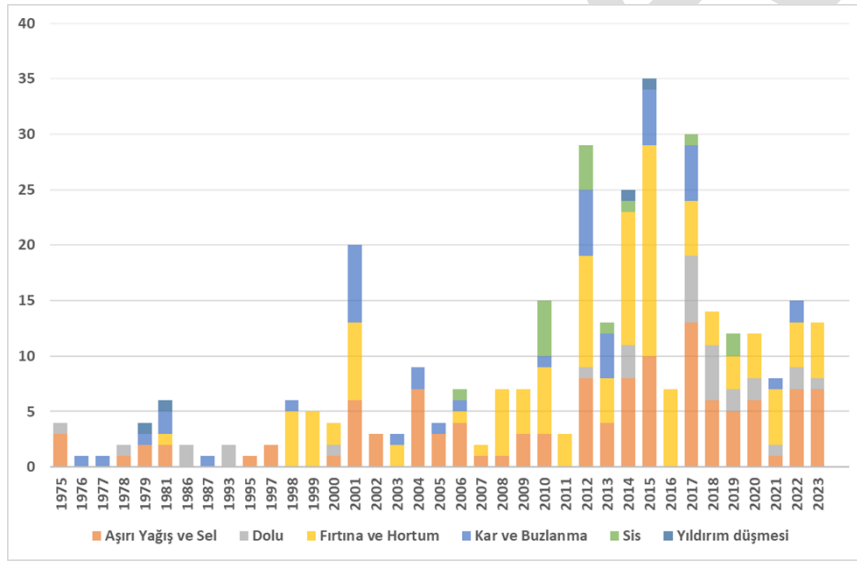


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 14 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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



Şekil 2.1: İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları

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

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

2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 16 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

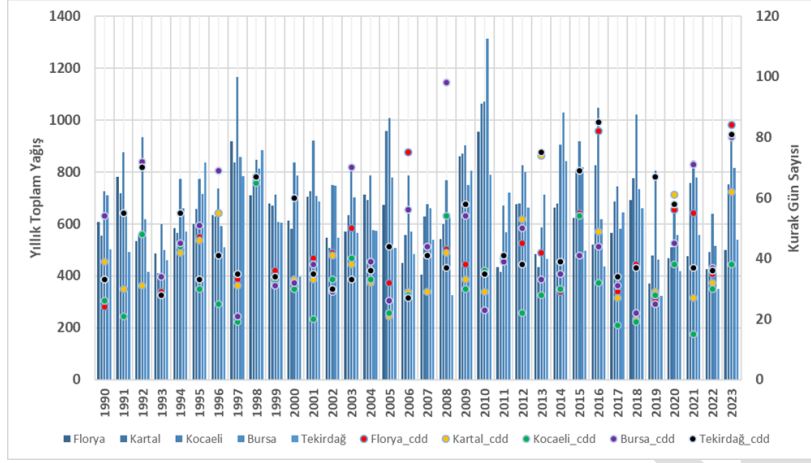
Marmara Bölgesi'nde kuraklığa ilişkin bir değerlendirme yapabilmek adına bölgede bulunan 5 meteorolojik istasyonun verileri irdelenmiştir. Kocaeli'ye düşen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 826 mm ile diğer 4 istasyona oranla belirgin şekilde yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2.2). Bölgedeki ortalama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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 17 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

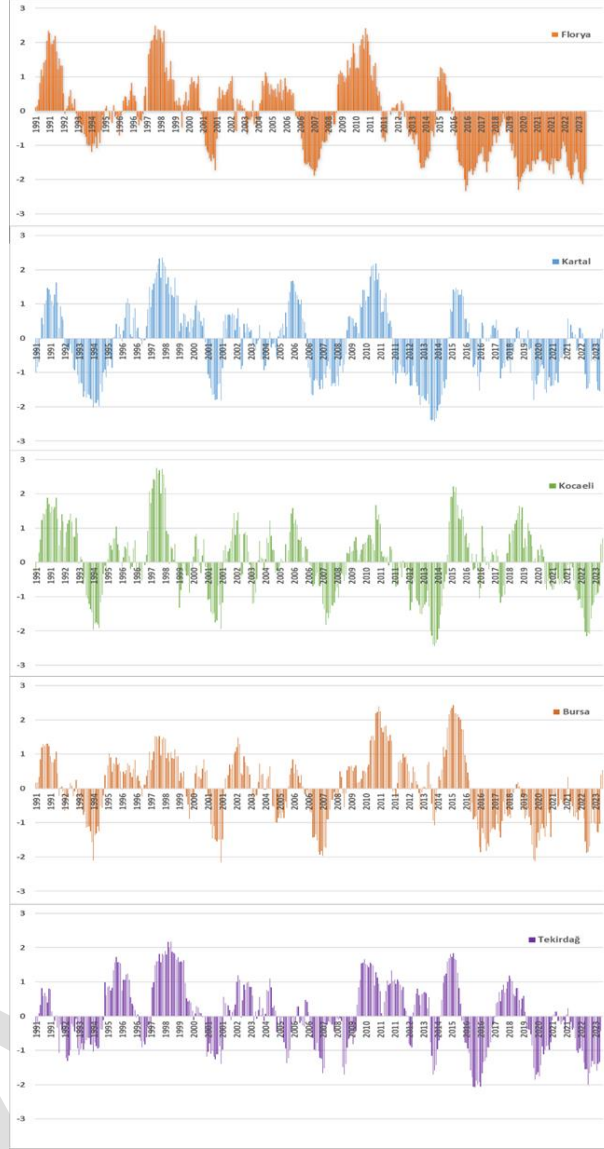
Standartlaştırılmış Yağış - Evapotranspirasyon İndisi (the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index-SPEI) iklimsel su dengesine (Yağış-Evapotranspirasyon) dayandığından kurak dönemlerin tanımlanmasında önerilmektedir (Vicente-Serrano vd., 2010). SPEI indisi değerleri sınıflandırması 2,00 ve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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 18 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

2.1.2 Sıcaklık Artışı

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 19 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

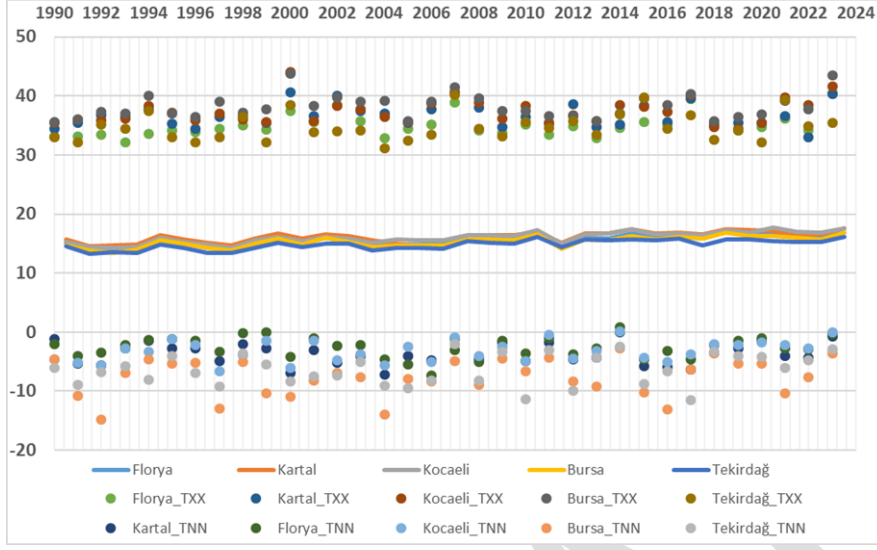
Marmara Bölgesi içerisinde yer alan ve bölgeyi en iyi temsil edecek uzun dönemli ölçüm geçmişine sahip Florya, Kartal, Kocaeli, Bursa ve Tekirdağ istasyonlarında sıcaklık verileri incelenmiş olup; hem ortalama sıcaklıklar hem de ekstrem değerlerde önemli gözlemler ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.4). Ortalama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

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

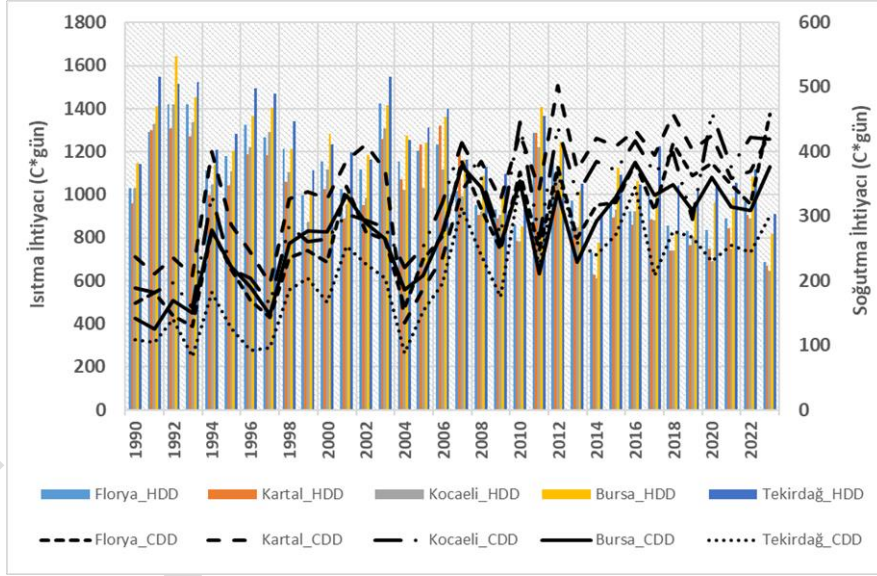


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 20 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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



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

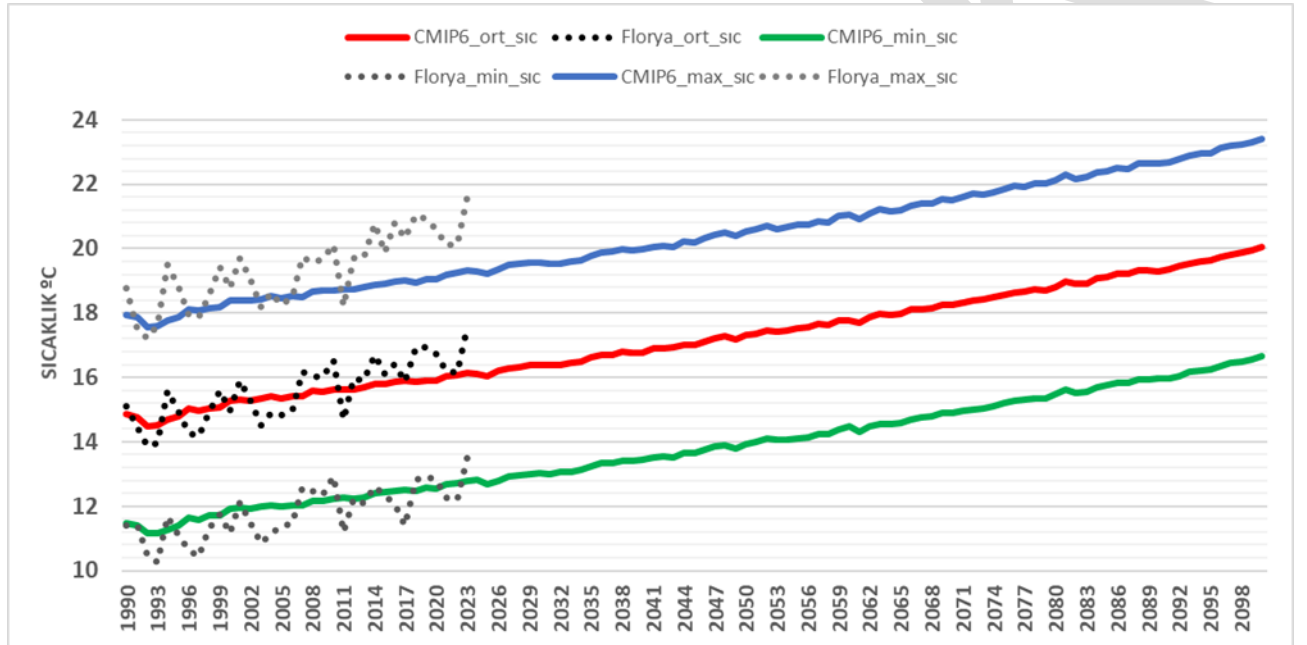
Bölgedeki değişen iklim koşullarını analiz edebilmek için CMIP6 projesi kapsamında üretilen simülasyon verilerinden faydalanılmıştır. CMIP6 verileri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu'nun temelini oluşturan kapsamlı ve detaylı bir veri setidir. Bu veriler, iklim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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 21 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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



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

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

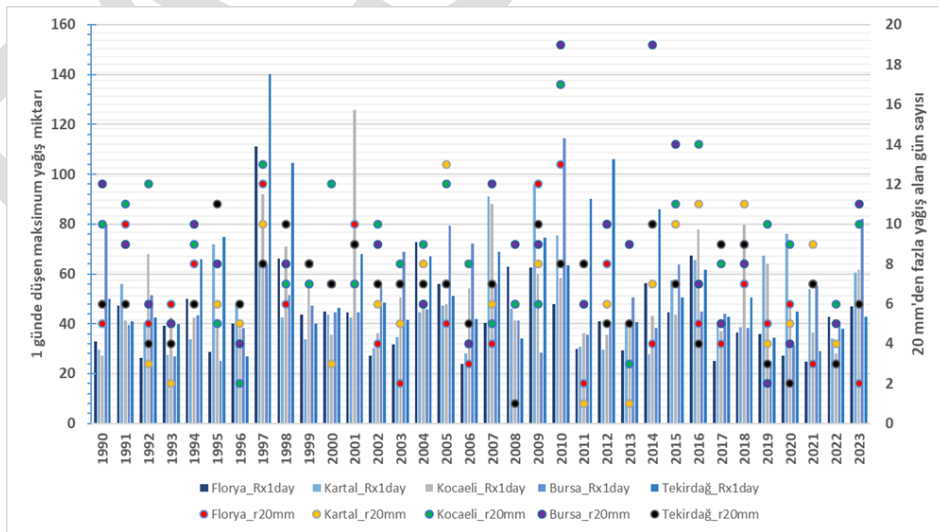
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel

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

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

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

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

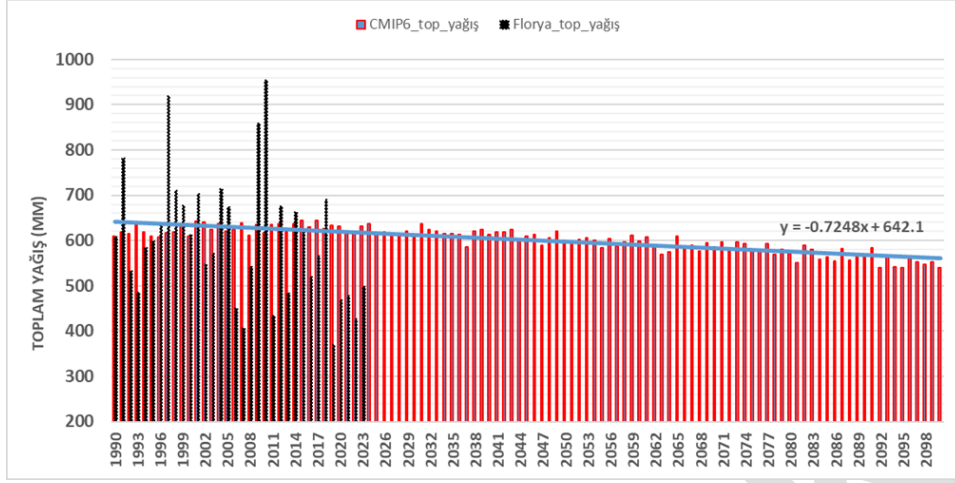


Şekil 2.7: Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 23 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

2.1.4 Orman Yangını

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

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

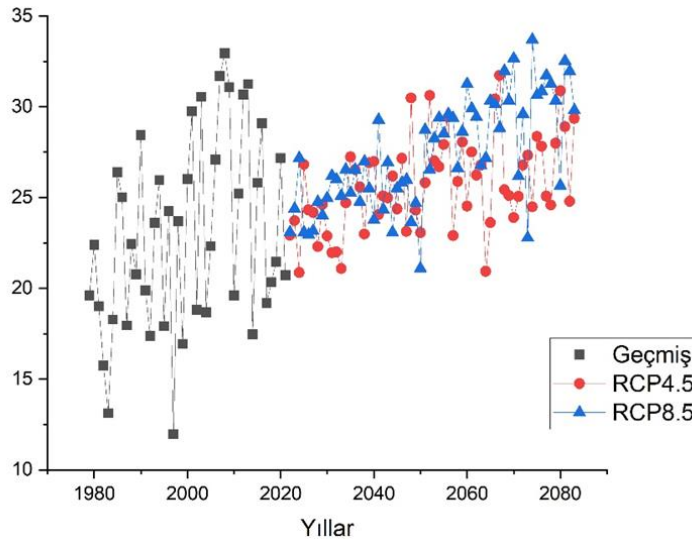
Yangın Hava İndeksi (FWI), ormancılık, yerel planlama ve afet risk yönetiminde kullanılan, kuraklık tehlikesi kategorisine ait bir göstergedir. Yüksek endeks değerleri, orman yangını riskinin arttığını gösterir. Kanada Ormancılık Servisi tarafından geliştirilen bu indeks, sıcaklık, yağış, bağıl nem ve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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 24 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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



Şekil 2.9: Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi

2.2. Geçiş Riskleri

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 25 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

2.2.1 Politika ve Yasal Riskler

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

2.2.1.1 Uluslararası Mevzuat Kaynaklı Riskler

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

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

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

Fit-for-55 (55'e uyum)

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

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

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





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 26 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)

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

2.2.1.2 Ulusal Mevzuat Kaynaklı Riskler

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

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-BMİDÇS (2004)

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

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

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

Kyoto Protokolü (2009)

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



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

Paris Anlaşması (2016)

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

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 28 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Stratejisi

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

2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Sanayi Sektörü Stratejileri

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

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

2.2.2 Teknolojik Riskler

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

2.2.3 Pazar Riskleri

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 29 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

2.2.4 İtibar Riskleri

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 30 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





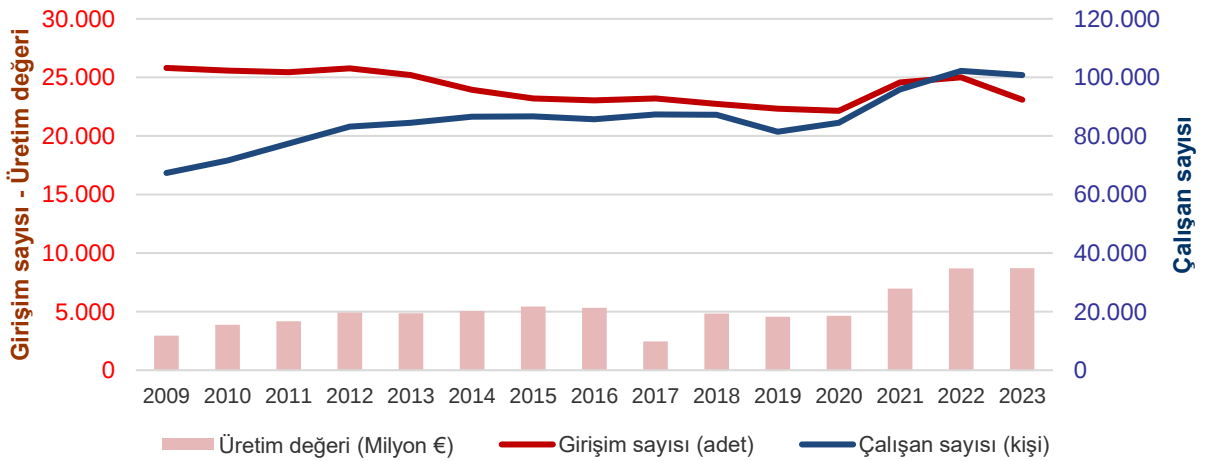
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 31 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

3. TÜRKİYE'DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU

Türkiye imalat sanayiinin temel bileşenlerinden biri olan kağıt ürünleri ve mobilya imalatı, 2024 yılı itibarıyla toplam ürün satış değerlerinin %4'ünü oluşturmuştur (TÜİK, 2025). TÜİK tarafından yayınlanan 2009-2023 yılları arasında kapsayan 'Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)' incelendiğinde, orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi açısından girişim sayısı, istihdam ve üretim değerinde genel olarak artış yönlü bir eğilim olduğu görülmektedir (Şekil 3.1). Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde girişim sayısı 2009 yılında toplamda yaklaşık 62 bin iken 2023 yılında 91 bine yükselmiştir. Çalışan sayısı ise aynı dönemde yaklaşık 278 bin kişiden 501 bin kişiye ulaşarak kayda değer bir artış göstermiştir. 2009–2023 yılları arasında toplam üretim değeri döviz bazında yaklaşık 2,5 kata yakın bir büyüme kaydetmiştir. Alt sektörler incelendiğinde mobilya imalatı, 2023 yılı itibarıyla 45 binin üzerinde girişim ve 244 bin çalışan ile sektörün en büyük istihdam ve girişim hacmine sahip alt sektörü olarak öne çıkmaktadır. Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı 2009'da 25 bin girişim ile en yüksek sayıya sahipken, 2023'te 23 bin seviyesine gerilemiş; buna karşın üretim değerinde yaklaşık 3 katlık artış yaşanmıştır. Kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı girişim sayısı iki katına artış göstermiş ve sektörün en yüksek üretim hacmine sahip alt sektörü olmuştur. Basım sektöründe girişim sayısı 12 bin civarında sabit kalırken, çalışan sayısı 58 bine çıkmıştır (TÜİK, 2024). Genel itibarıyla özellikle mobilya imalatı alt sektörü hem girişim hem de çalışan sayısı bakımından lider konumunu korurken, kâğıt ürünleri imalatı üretim değeri açısından sektörel büyüklüğü belirleyen ana alt sektör olarak öne çıkmaktadır. Dönem boyunca tüm alt sektörlerde yaşanan üretim artışının iç talep, ihracat pazarlarındaki genişleme ve sektörün modernizasyon eğilimlerini yansıttığı; ancak dönemsel dalgalanmaların da sektörel kırılğanlıkları ortaya koyduğu görülmektedir. Özellikle pandemi sonrası ambalaj malzemesi kullanımının artışına bağlı olarak kağıt ürünleri ve basım sektörlerinde hızlı bir genişleme görülmüştür.

16. Ağaç, ağaç ve mantar ürünlerinin imalatı

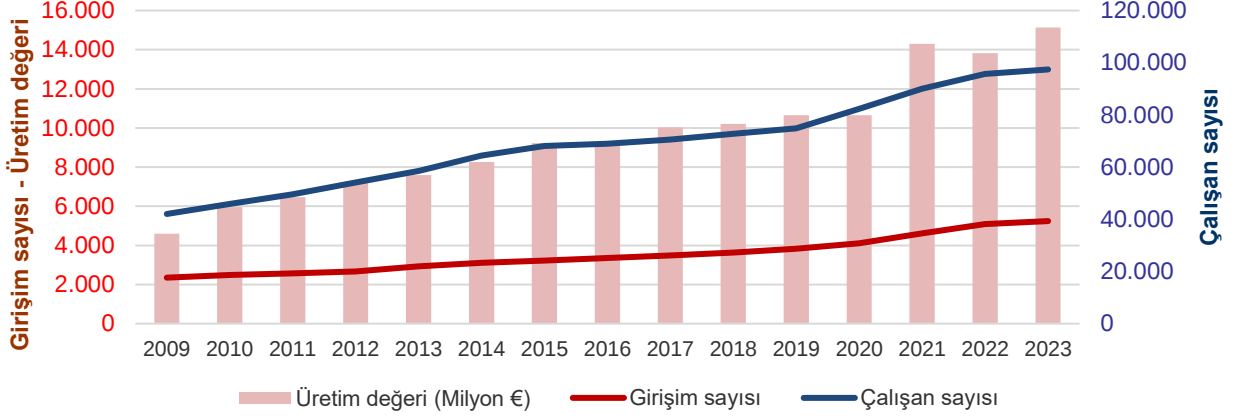




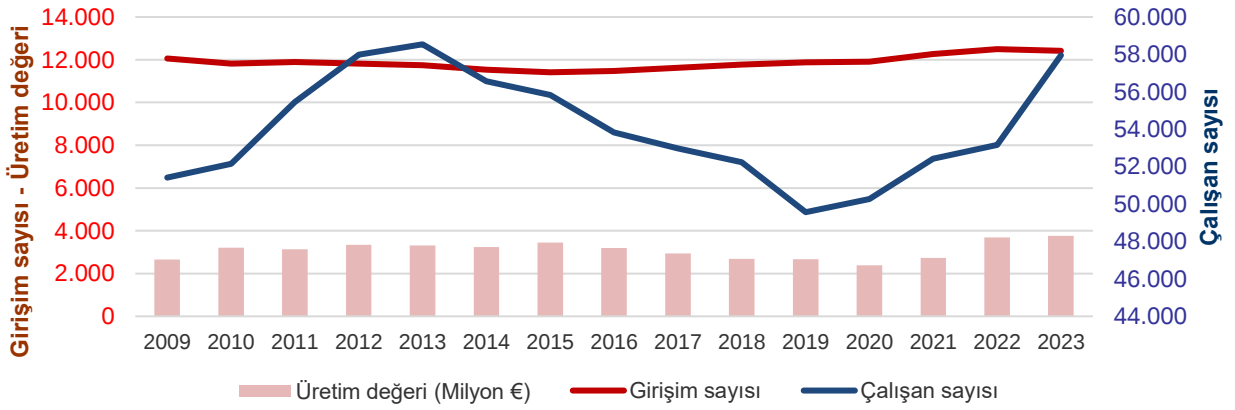
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 32 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

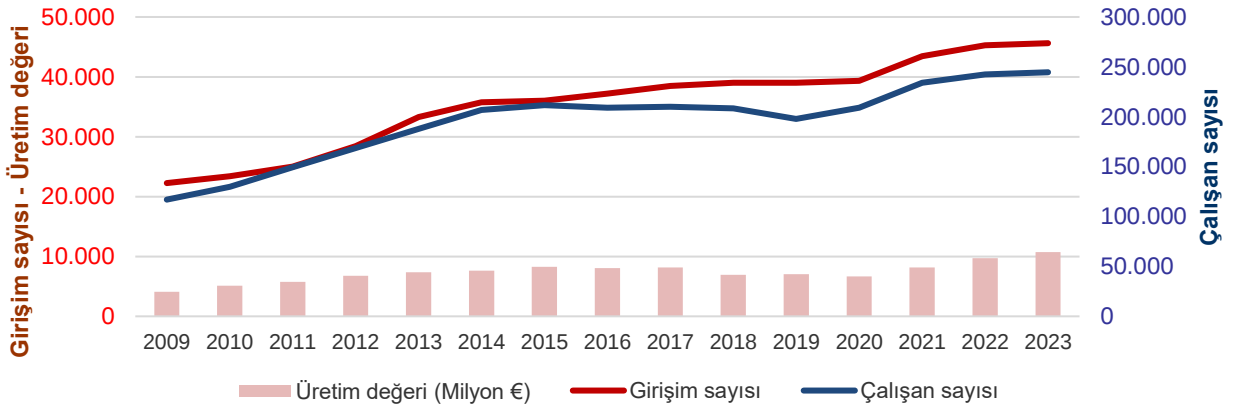
17. Kağıt ve kağıt ürünlerinin imalatı



18. Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması



31. Mobilya imalatı



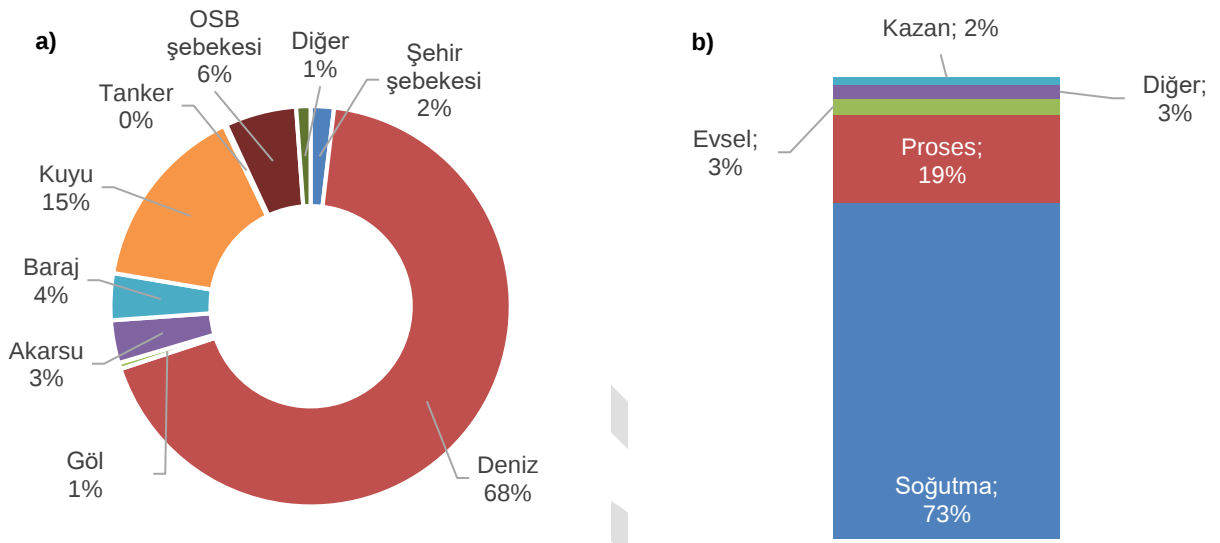
Şekil 3.1: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 33 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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.



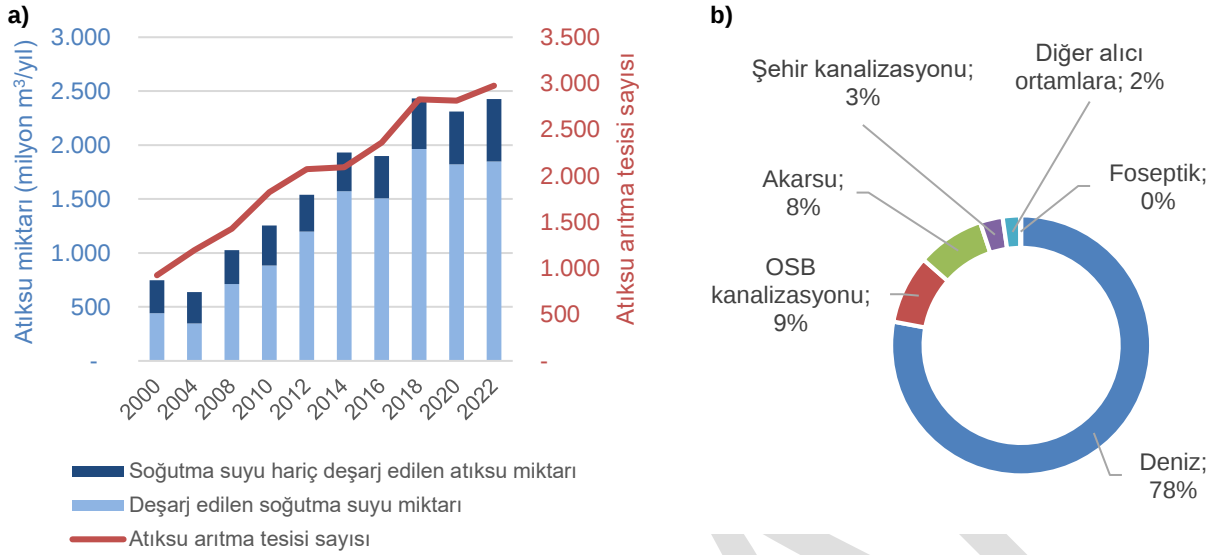
Şekil 3.2: İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 34 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



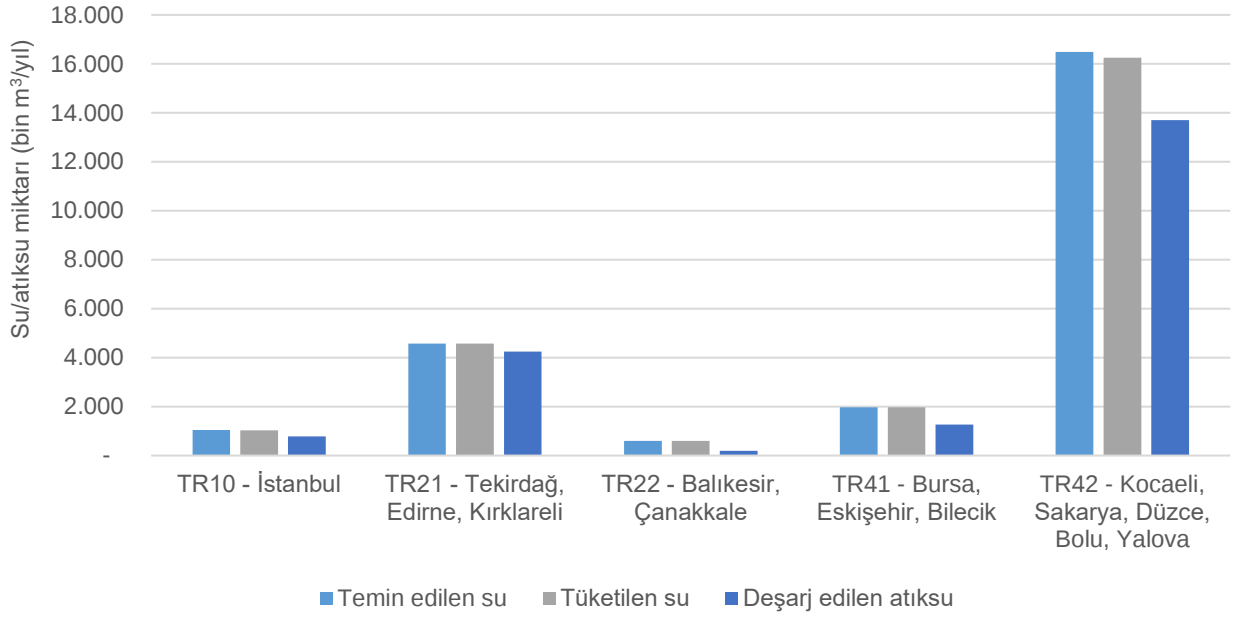
Şekil 3.3: İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)

Proje kapsamında orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi 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 %67 pay ile Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu ve Yalova illerini kapsayan TR42 bölgesinde gerçekleştiği değerlendirilmiştir. Bu bölgeyi %19 pay ile TR22 (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli) bölgesi takip etmiştir. Bu dağılım, söz konusu bölgelerde yoğunlaşan kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı, basım faaliyetleri, mobilya üretimi ve ormancılık ürünlerine dayalı alt sektörlerin varlığı ile uyumlu görülmektedir. Özellikle Kocaeli ve Sakarya'da kâğıt ve kâğıt ürünleri üretiminin; Düzce ve Bolu'da mobilya imalatının; Tekirdağ'da ise basım ve ambalaj sektörünün yoğunlaştığı bilinmektedir. Bu bölgelerde su tüketiminin yüksek olması yalnızca tesis yoğunluğu ile değil, aynı zamanda kâğıt üretimi ve basım gibi su yoğunluğu yüksek üretim süreçlerinin varlığı ile de açıklanabilmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 35 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

Şekil 3.4: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde su ve atıksu istatistikleri

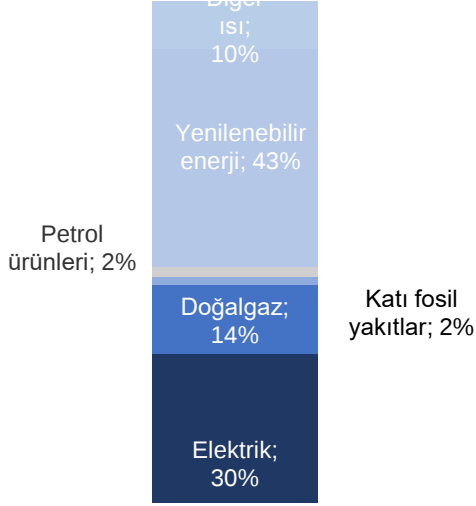
2023 yılında orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde yaklaşık 100 bin TJ düzeyinde enerji tüketilmiş olup, bu miktar imalat sanayi toplam tüketiminin yaklaşık %6'sına karşılık gelmektedir. Ağaç ve ürünleri imalatında toplam 39.790 TJ enerji tüketimi gözlenmekte olup, bu tüketimin %30'u elektrik, %14'ü doğalgaz, %2'si katı fosil yakıtlar ve %2'si petrol ürünlerinden oluşmaktadır; en yüksek pay ise %43 ile katı biyoyakıtların tüketildiği yenilenebilir enerjiye aittir. Kağıt ve kağıt ürünlerinin imalatında toplam 48.090 TJ enerji tüketimi, %34 elektrik, %26 doğalgaz, %11 katı fosil yakıtlar, %1 petrol ürünleri ve %27 diğer ısı temini oluşmakta olup, yenilenebilir enerji kullanımı oldukça sınırlıdır. Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması sektöründe 4.715 TJ enerji tüketimi gözlenmekte ve ağırlıklı olarak %47 doğalgaz ile %38 elektrik kullanılmaktadır; katı fosil yakıtlar %13 paya sahiptir. Mobilya imalatı ise toplam 7.238 TJ enerji tüketimiyle, %59 elektrik kullanımına sahip olup, doğalgaz %21, petrol ürünleri %12 ve yenilenebilir enerji %7 oranında kullanılmaktadır. Bu tablo, genel olarak sektörde elektrik, buhar ve biyokütle tüketiminin önemli olduğunu; bazı sektörlerde ise doğalgaz ve katı fosil yakıtlar ağırlıklı bir enerji profili bulunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, özellikle fosil yakıt yoğun sektörlerde yenilenebilir enerji entegrasyonu ve enerji verimliliği uygulamaları, karbon emisyonlarının azaltılması açısından kritik öneme sahiptir (TÜİK, 2024).



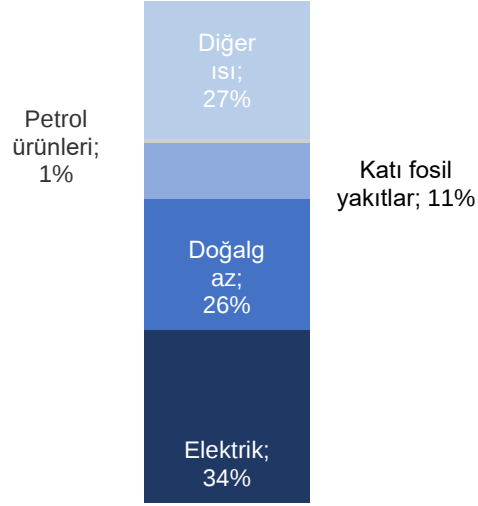
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 36 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

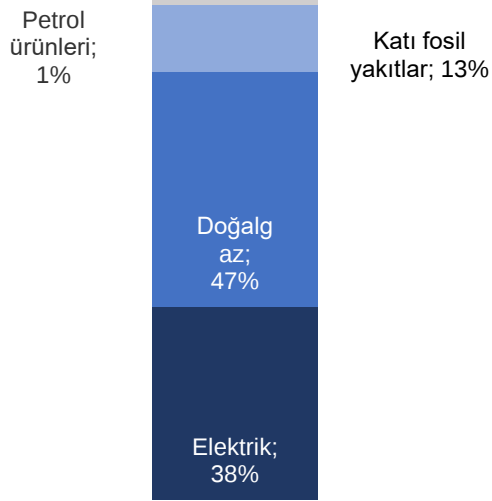
16. Ağaç ve ürünleri imalatı



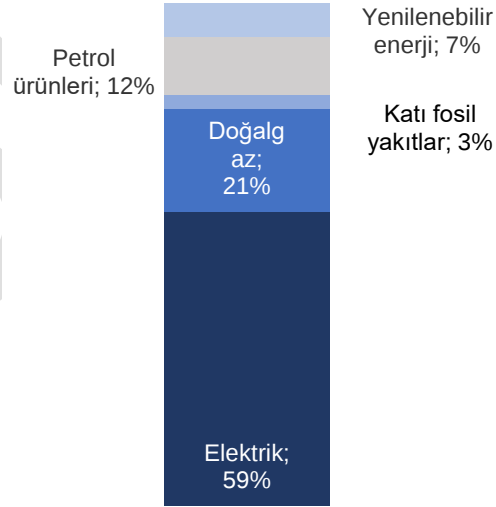
17. Kağıt ürünleri imalatı



18. Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması



31. Mobilya imalatı



Şekil 3.5: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024)

Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi, su ve enerji yoğun süreçleri nedeniyle iklim değişikliğine karşı çeşitli riskler barındırmaktadır. Büyük ve orta ölçekli tesisler, enerji yönetimi sistemleri, atıksu arıtma yatırımları, proses optimizasyonu ve geri kazanım çözümleri ile yüksek uyum sağlama kapasitesine sahiptir. Küçük işletmeler ise finansman, teknik bilgi ve yatırım olanaklarının sınırlılığı nedeniyle uyum kapasitesi açısından daha kırılgandır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 37 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

Bölgesel olarak Marmara Bölgesi, TR42 ve TR22 bölgelerinde yoğun su kullanımı ile öne çıkmakta; kâğıt ve kâğıt ürünleri, mobilya ve basım tesisleri bu yoğunluğu şekillendirmektedir. Su kaynaklarının kısıtlı olması, altyapı yetersizlikleri ve kalite sorunları, tesislerin operasyonel sürekliliğini etkileyebilir. Bu nedenle, tesislerin şehirlerin su yönetimi politikalarıyla entegrasyonu kritik bir önceliktir.

Veri ve izleme eksikliği, sektörün uyum kapasitesini sınırlayan bir diğer faktördür. Su ve enerji tüketimi verilerinin proses/ekipman bazında düzenli ve erişilebilir şekilde raporlanması, planlama ve önceliklendirme çalışmalarını destekleyecektir. Bu bağlamda dijital veri yönetimi ve teknik kapasite geliştirme faaliyetleri, uyum kapasitesini güçlendirmek açısından kritik önem taşımaktadır.

TASLAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 38 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 39 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje kapsamında belirlenen 3 sektör özelinde öncelikli alt sektörlerin değerlendirilmesi amacıyla hem ISO'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. Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde önceliklendirilen 23 alt sektör Tablo 4.1'de verilmektedir.

Tablo 4.1: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde önceliklendirilen alt sektörler

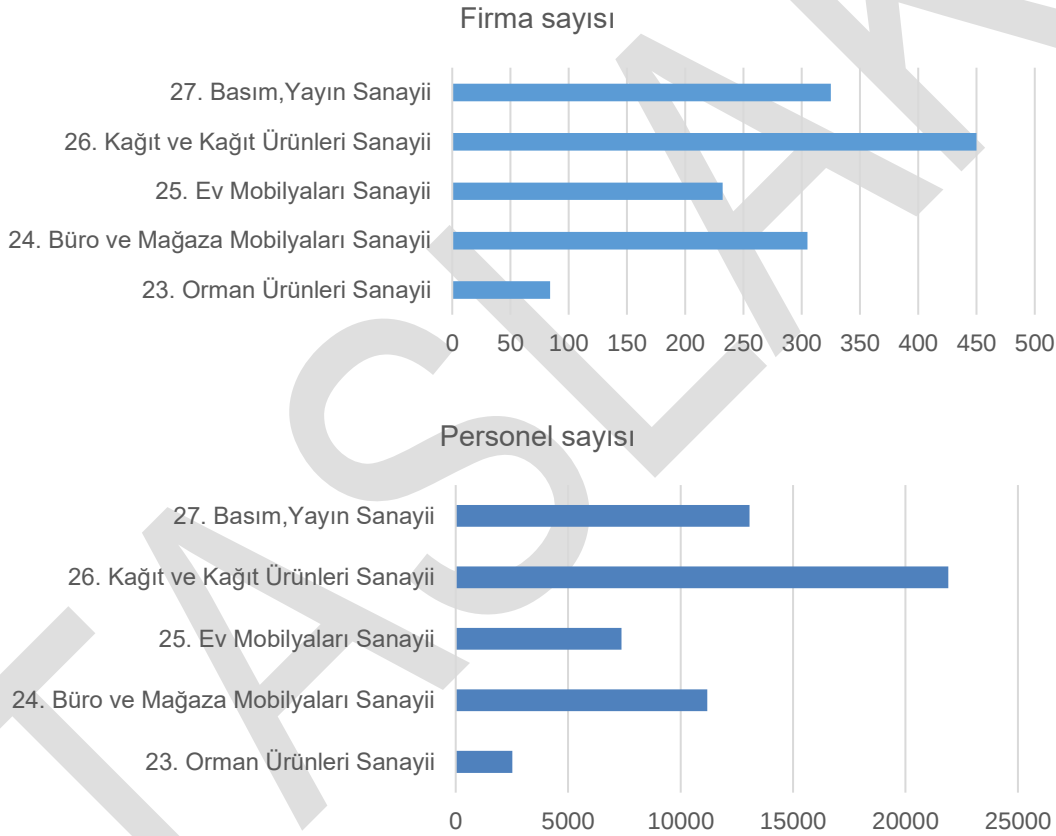
ISO Meslek Komitesi	Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)
Orman Ürünleri Sanayii	16.10: Ağaçların biçilmesi ve planyalanması
	16.21: Ahşap kaplama paneli ve ağaç esaslı panel imalatı
	16.22: Birleştirilmiş parke yer döşemelerinin imalatı
	16.23: Diğer bina doğramacılığı ve marangozluk ürünlerinin imalatı
	16.24: Ahşap konteyner imalatı
	16.29: Diğer ağaç ürünleri imalatı; mantardan, saz, saman ve benzeri örme malzemelerinden yapılmış ürünlerin imalatı
	25.73: El aletleri, takım tezgahı uçları, testere ağızları vb. imalatı
Büro ve Mağaza Mobilyaları Sanayii	31.01: Büro ve mağaza mobilyaları imalatı
Ev Mobilyaları Sanayii	31.02: Mutfak mobilyalarının imalatı
	31.03: Yatak imalatı
	31.09: Diğer mobilyaların imalatı
Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayii	17.11: Kağıt hamuru imalatı
	17.12: Kağıt ve mukavva imalatı
	17.21: Oluklu kağıt ve mukavva imalatı ile kağıt ve mukavvadan yapılan muhafazaların imalatı
	17.22: Kağıttan yapılan ev eşyası, sıhhi malzemeler ve tuvalet malzemeleri imalatı
	17.23: Kağıt kırtasiye ürünleri imalatı
	17.24: Duvar kağıdı imalatı
	17.29: Kağıt ve mukavvadan diğer ürünlerin imalatı
Basım,Yayın Sanayii	18.11: Gazetelerin basımı
	18.12: Diğer matbaacılık
	18.13: Basım ve yayım öncesi hizmetler
	18.14: Ciltçilik ve ilgili hizmetler
	18.20: Kayıtlı medyanın çoğaltılması



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 40 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Bu alt sektörler özelinde ISO veri tabanından elde edilen bazı istatistikler bu bölümde aktarılmıştır. Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi ürünleri sanayinde önceliklendirilen yaklaşık 1.400 firma ve 56.000 personel bulunmakta olup (Şekil 4.1), kayıtlı firmaların %32'sinin Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayii komitesi altında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Personel sayıları açısından da benzer şekilde yoğunluğun %39 pay ile Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayii komitesinde olduğu, bunu sırasıyla %23 ve %20 pay ile Basım, Yayın Sanayii ve Büro ve Mağaza Mobilyaları Sanayii komitelerinin takip ettiği görülmektedir. Bu firmalar için kapasite raporlarında yer verilen toplam enerji tüketimi seviyesi 45,5 milyon TEP seviyesindedir. Enerji tüketimi açısından en öne çıkan alt sektörler, Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayii ve Basım, Yayın 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: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı

Söz konusu alt sektörlerde iklim değişikliği risk değerlendirmesi çalışmasının yürütüleceği tesislerin belirlenebilmesi amacıyla ilki 23 Mart 2023 tarihinde olmak üzere ilgili alt sektörlerde ISO üyesi firma temsilcilerine 7 farklı duyuru ile davet iletilmiştir. Gönüllülük esaslı olarak yürütülecek bu çalışma kapsamında orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi sektörlerinden 19 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 2 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
16.21.02: Sıkıştırılmış lif, tahta ve tabakalardan kontrplak, MDF, sunta, vb. levha imalatı	1
17.12.07: Kağıt ve mukavva imalatı (daha ileri sanayi işlemleri için rulo veya tabaka halinde) (ziftli, lamine, kaplanmış ve emprenye edilmiş olanlar ile krepon ve kırışık kağıtlar dahil)	3
17.21.12: Kağıt veya mukavvadan koli, kutu ve benzeri muhafazaların imalatı	2
17.21.13: Oluklu kağıt ve oluklu mukavva imalatı (rulo veya tabaka halinde)	1
17.22.02: Kullanıma hazır tuvalet kağıdı, kağıt mendil, temizlik veya yüz temizleme için kağıt mendil ve havlular ile masa örtüsü ve peçetelerin imalatı (kağıt hamurundan, kağıttan, selüloz vatmadan veya selüloz lifli ağlardan yapılmış)	2
31.01.01: Büro, okul, ibadethane, otel, lokanta, sinema, tiyatro vb. kapalı alanlar için mobilya imalatı (taş, beton, seramikten olanlar hariç) (vestiyer, dosya dolapları, mihraplar, minberler, kürsüler, öğrenci sıraları, büro tipi sandalye ve koltuklar, vb.)	2
31.01.02: Laboratuvarlar ve teknik bürolar için tezgahların ve mobilyaların imalatı (mikroskop masaları, laboratuvar masaları (vitrinli, gaz memeli, musluk tertibatlı, vb. olsun olmasın), çeker ocaklar, teçhizatsız çizim masaları, vb.)	1
31.09.04: Yatak odası, yemek odası, banyo dolabı, genç ve çocuk odası takımı, gardirop, vestiyer, vb. imalatı (gömme dolap, masa, zigon, 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 riski analizi gerçekleştirilmeyen projelere daha az güvenle yatırım yapılması ve verimsiz süreçlere dayalı ürünlere daha az talep olması gibi finansman ve piyasa riskleri ve toplumun ihtiyaçlarının dikkate alınmaması nedeniyle oluşabilecek itibar riskleri yer almaktadır. Proje kapsamında hazırlanan metodoloji ile tesis özelindeki fiziksel risklerin detaylı bir şekilde ortaya konması hedeflenmiş olup, sektör özelinde geçiş riskleri ise sektör temsilcilerinin katılım sağladığı çalıştaylar, ikili görüşmeler ve literatür taraması doğrultusunda ortaya konmuştur.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliği risk değerlendirmesinin, tehlike (hazard), maruziyet (exposure) ve kırılganlık (vulnerability) arasındaki etkileşimi dikkate alan üç boyutlu bir çerçevede yapılmasını önermektedir. IPCC, tehlikeyi "can kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, ayrıca mülk, altyapı, geçim kaynakları, hizmet sağlama ve ekosistemlerde hasar ve kayıplara neden olabilecek doğal veya

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

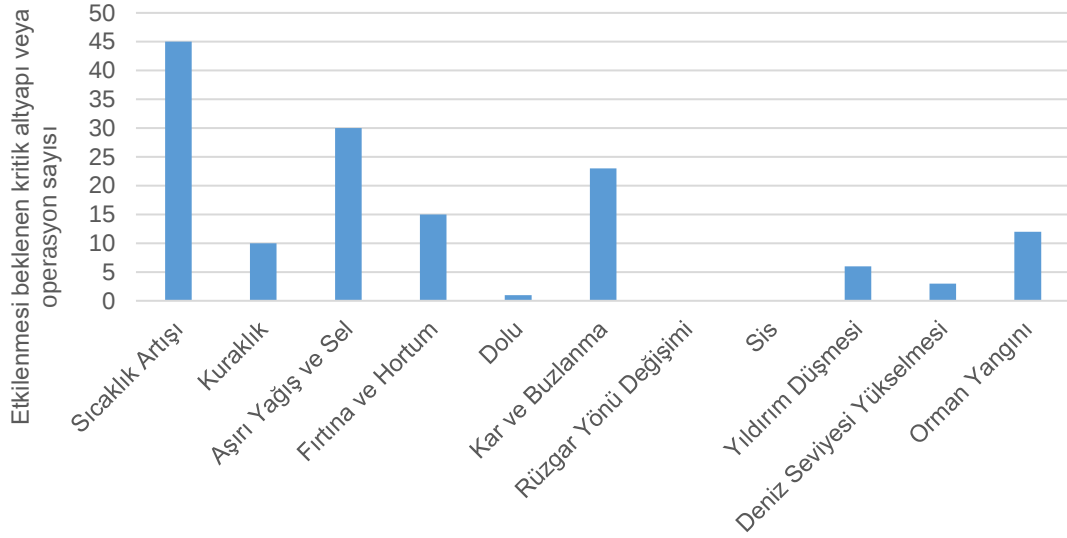
Bu çerçevede projede fiziksel risklerin değerlendirilebilmesi amacıyla TÜBİTAK MAM ekibi tarafından geliştirilen excel tabanlı risk değerlendirme aracı kullanılarak tesis özelinde iklim değişikliği etki, etkilenebilirlik ve risk analizlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Söz konusu analizler çerçevesinde tesislerde iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi beklenen altyapı ve operasyonların belirlenmesi sonrasında her bir kritik altyapı ve operasyon için kırılganlık ve maruziyet seviyeleri tesis yetkilileri ile istişare edilerek detaylandırılmıştır. Değerlendirme esnasında oluşabilecek etkilerin kapsamı ve etki seviyesi, daha önce tesiste yaşanmış hadiseler ve riskin azaltılması amacıyla tesiste alınmış veya alınması planlanan önlemlere yönelik veriler toplanmıştır. Excel tabanlı risk değerlendirme aracı vasıtasıyla toplanan veriler 5X5 ölçekli matrisler kullanılarak analiz edilmiştir.

4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları

Çalışmaya dahil edilen 13 tesis özelinde oluşturulmuş olan iklim değişikliği risk değerlendirme tabloları dikkate alınarak parametreler bazında orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde öne çıkan konular değerlendirilmiştir. Bu tesisler için toplam 145 adet kritik altyapı veya operasyon tanımlanmış olup, bunların yaklaşık %31’i sıcaklık artışı tehlikesi ile ilişkilendirilmiştir. Aşırı yağış ve sel, kar ve buzlanma ile fırtına ve hortum tehlikeleri ise sektör için öne çıkan diğer risk gruplarını oluşturmaktadır (Şekil 4.2).



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



Şekil 4.2: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı

Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılganlık seviyelerine Tablo 4.3'te yer verilmiştir. Genel itibariyle 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 kereste, selüloz ve diğer odun bazlı 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 regüle etmek amacıyla iklimlendirilmiş alanların genişletilmesi, soğutma sistemleri ve soğuk hava depoları kapasitesinin artırılması gibi aksiyonların alınmaya başlandığı görülmüştür.

Tablo 4.3: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılabilirlik seviyeleri

İklim Tehlikesi	Duyarlılık					Uyum Sağlama Kapasitesi					Kırılabilirlik				
	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	2	10	16	13	4	1	7	21	13	3	0	9	20	15	1
Kuraklık	0	1	2	7	0	0	3	3	3	1	0	1	4	5	0
Aşırı Yağış ve Sel	1	5	9	9	6	0	9	9	9	3	1	5	11	10	3
Fırtına ve Hortum	1	4	4	5	1	1	4	4	6	0	0	3	6	5	1
Dolu	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Kar ve Buzlanma	3	2	5	12	1	2	3	6	11	1	1	3	11	6	2
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	0	1	3	2	0	0	1	2	3	0	0	0	4	2	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
Orman Yangını	0	0	3	8	1	0	1	5	6	0	0	0	6	6	0



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 45 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Tablo 4.4: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Çalışma ortamı ve çalışan sağlığı	Sıcak hava dalgalarına bağlı sağlık problemleri ve verim kaybı	Yüksek sıcaklıklarda iş gücü kaybı ve termal konfor sorunları görülebilir.	Geçmişte bazı tesislerde sıcak hava dalgaları döneminde çalışanlarda sağlık sorunları yaşanmıştır.
Depolama ve stok yönetimi	Nem dengesinin bozulması, ürün kalitesinde sorun	Hammaddelerin nem oranı ve ürün bütünlüğü sıcaklıktan etkilenebilir.	Geçmişte bazı durumlarda nem dengesizliği nedeniyle üretim sorunları yaşanmıştır.
Üretim alanları	Sıcaklık ve nem değişimleri nedeniyle kalite kaybı	Özellikle sıcaklık hassas proseslerde (ör. boya, baskı) kalite sorunları görülebilir.	Bazı tesislerde sıcaklık dalgalanmaları üretim kalitesini olumsuz etkilemiştir.
Enerji temini	Ekipman veriminde düşüş, arıza riski	Yüksek sıcaklıklarda pano, trafo ve kompresör gibi ekipmanlar devre dışı kalabilir.	Geçmişte enerji altyapısında arızalar yaşanmıştır.
Hammadde stok alanları	Yangın riski, hammadde kaybı	Açık alanda stoklanan hammadde sıcaklıktan etkilenebilir.	Bazı tesislerde stok alanlarında yangın olayları meydana gelmiştir.
Açık alan stoklama ve depolama	Yangın riski, mal kaybı	Kağıt ve benzeri yanıcı malzemeler sıcaklık artışına karşı çok hassastır.	Geçmişte açık stok alanlarında yangınlar yaşanmıştır.

Öne çıkan bir diğer tehlike aşırı yağış ve sel olarak belirlenmiş olup (Tablo 4.5), özellikle düşük kotta bulunan altyapılar ve açık stok sahaları için ciddi riskler oluşturduğu görülmektedir. Atıksu arıtma tesisleri, pano ve trafo merkezleri ile depo ve stok alanları doğrudan etkilenecek kapasite kayıpları ve üretim kesintilerine yol açabilmektedir. Geçmiş dönemlerde yaşanan sel olaylarında malzeme kayıpları, lojistik aksamalar ve elektrik arızaları raporlanmıştır. Bu nedenle son yıllarda drenaj altyapılarının güçlendirilmesi, stok sahalarının kapalı alanlara taşınması, kritik enerji sistemlerinin su baskınlarına karşı korunması ve taşkın risk planlarının hazırlanması gibi önlemler gündeme gelmiştir.

Tablo 4.5: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Aşırı yağış ve sel

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Atıksu altyapısı	Taşkın, kapasite aşımı, üretim kesintisi	Aşırı yağışta arıtma tesisleri ve iletim hatları kapasiteyi aşabilir.	Önceki dönemlerde bazı tesislerde sel nedeniyle atıksu taşmaları yaşanmıştır.
Depo ve stok alanları	Su baskını, hammadde ve ürün kaybı	Açık veya düşük kotta bulunan stok alanları yağıştan doğrudan etkilenir.	Bazı tesislerde sel sonucu depolarda ürün kaybı yaşanmıştır.
Enerji altyapısı	Elektrik kesintisi, kısa devre, yangın riski	Su baskınında pano ve trafo merkezleri zarar görebilir.	Geçmişte yağış dönemlerinde enerji altyapısında arızalar yaşanmıştır.
Üretim binaları	Fiziksel zarar, üretim durması	Aşırı yağışta üretim sahalarının su basması üretimi olumsuz etkileyebilir.	Bazı tesislerde yağış sonrası üretimde kesintiler yaşanmıştır.
Lojistik ve sevkiyat alanları	Ulaşım kesintisi, ürünlerin zarar görmesi	Şiddetli yağışlar lojistik süreçleri aksatabilir.	Geçmişte aşırı yağışlar nedeniyle sevkiyatlarda gecikmeler yaşanmıştır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 46 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Kar ve buzlanma ise tesislerin birçok kritik altyapı ve operasyonunu etkileyebilecek düzeyde risk oluşturmaktadır (Tablo 4.6). Özellikle ulaşım ve lojistik süreçler üzerinde belirgin etkiler yaratmakta; hammadde ve ürün taşımalarında gecikmelere ve maliyet artışlarına yol açabilmektedir. Personel ulaşımındaki aksaklıklar, üretim sürekliliği açısından ilave zorluklar doğururken; enerji altyapısı, depo alanları ve üretim sahaları da donma, kapasite kaybı ve iş güvenliği risklerine açık durumdadır. Geçmiş kış koşullarında lojistik gecikmeler ve iş kazaları raporlanmış, bu durum sektörün kırılganlığını ortaya koymuştur. Son dönemde ise karla mücadele araçlarının artırılması, kış lastiği ve ekipman kullanımının zorunlu hale getirilmesi, enerji ve su hatlarının yalıtımı ile depo ve üretim alanlarında ısıtma çözümlerinin geliştirilmesi ön plana çıkmıştır.

Tablo 4.6: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kar ve buzlanma

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Tedarik zinciri ve lojistik	Ulaşımında kesinti, tedarik ve sevkiyat gecikmeleri	Karayolu taşımacılığı kar ve buzlanmadan doğrudan etkilenebilir.	Geçmiş yıllarda yoğun kar yağışlarında sevkiyatların aksadığı görülmüştür.
Üretim prosesleri (ör. tutkal uygulaması)	Sıcaklık düşüşüne bağlı kalite problemleri ve duraksamalar	Soğuk hava koşullarında tutkal uygulamaları ve bazı makineler optimum seviyede çalışamaz.	Bazı tesislerde kış aylarında üretim aksamaları yaşanmıştır.
Enerji ve buhar temini	Isı kaybı, yakıt tüketiminde artış	Düşük sıcaklıklar buhar ve enerji hatlarının verimini azaltabilir.	Önceki dönemlerde buhar tüketiminde artış rapor edilmiştir.
Atıksu arıtma tesisleri	Biyolojik süreçlerde verim kaybı	Soğuk hava biyolojik arıtma tesislerindeki mikroorganizmaları olumsuz etkileyebilir.	Bazı tesislerde kış dönemlerinde kapasite düşüşleri yaşanmıştır.
Hammadde ve stok yönetimi	Form bozulması, küflenme, lojistik gecikmeler	Hammaddeler soğuk ve nemden zarar görebilir; stok ve depolama süreçleri aksayabilir.	Geçmiş dönemlerde bazı hammaddelerde kayıplar görülmüştür.
Personel ulaşımı	İş gücü kaybı, üretim duraksaması	Kar ve buzlanma nedeniyle çalışanların tesise ulaşımı engellenebilir.	Yoğun kış koşullarında bazı tesislerde personel ulaşımı kesilmiştir.
Tesis içi lojistik	Forklift ve araç kullanımında aksamalar	Fabrika içi taşımalarda buzlanma kazalara ve gecikmelere yol açabilir.	Önceki kış aylarında tesis içi ulaşım aksamalar rapor edilmiştir.
Ürün sevkiyatı	Müşteri teslimatlarında gecikme	Karayolu sevkiyatları kar ve buzlanma nedeniyle gecikebilir.	Geçmiş dönemlerde müşteri teslimatlarında gecikmeler yaşanmıştır.

Nispeten daha az kritik altyapı ve operasyonun tanımlandığı fırtına ve hortum tehlikesi, özellikle tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarında aksamalar ve maliyet artışları yaratabilecek potansiyele sahiptir. Denizyolu ve karayolu taşımacılığında yaşanabilecek duraksamalar, hem hammadde hem de son ürün tedarikinde gecikmelere yol açabilmektedir. Ayrıca silolar, toz toplama sistemleri, tesis altyapısı ve açık alan operasyonları da yüksek rüzgâr ve hortum riskine karşı kırılgan durumdadır. Geçmişte bazı kısa süreli aksaklıklar ve üretim kayıpları yaşanmış, ancak uzun süreli bir duraksama raporlanmamıştır. Kuraklık, su temini ve suya bağımlı üretim süreçleri açısından sektör için en kritik risklerden birini oluşturmaktadır. Kuyuların ve su kaynaklarının tükenmesi, baskı makineleri ve hamur hazırlama gibi suya bağımlı operasyonların durmasına, maliyetlerin artmasına ve üretim kapasitesinin düşmesine yol açabilmektedir. Son yıllarda kısa süreli su kesintileri yaşanmış ve tanker taşımacılığı gibi geçici çözümler kullanılmıştır. Artan su stresi, üretim sürekliliği üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Yıldırım düşmesi, özellikle elektrik altyapısı, stok alanları ve üretim makineleri

için önemli bir risk oluşturmaktadır. Açık depolarda bulunan kağıt ve atık stokları yangın tehlikesine maruz kalırken, yıldırım kaynaklı elektrik kesintileri üretim süreçlerinde duraksama ve ekipman hasarına neden olabilmektedir. Geçmişte yıldırım nedeniyle yangın ve stok kayıpları yaşandığı raporlanmıştır. Deniz seviyesi yükselmesi, özellikle liman operasyonları ve denizyolu lojistiği için uzun vadede tehdit oluşturmaktadır. Hammaddelerin ithalatında ve ürünlerin ihracatında yaşanabilecek aksaklıklar maliyetleri artırabilir ve üretim sürekliliğini riske atabilir. Mevcut stok kapasitesi kısa vadede etkileri sınırlasa da, kıyı tesislerinde deniz seviyesindeki yükselme operasyonların durmasına sebep olabilir. Geçmişte doğrudan bir olumsuz örnek yaşanmamıştır. Orman yangınları, orman ürünleri sanayisinin hammaddeleri için en büyük risklerden biridir. MDF, sunta, kereste, karton ve selüloz gibi hammaddelerin tedarikinde yangınlara bağlı aksamalar, fiyat artışları ve üretim duruşları yaşanabilir. Özellikle ithalata bağımlı ürünlerde, küresel yangınların lojistik süreçleri sektöre uğratma potansiyeli yüksektir. Geçmişte bölgesel yangınlara rağmen tedarikte ciddi aksamalar sınırlı olsa da, pandemide yaşanan küresel tedarik sıkıntıları riskin büyüklüğünü ortaya koymuştur. Son olarak dolu tehlikesi, özellikle çatı tipi güneş enerjisi sistemleri (GES) gibi enerji altyapıları için risk oluşturmaktadır. Olası panel kırılmaları ve sistem arızaları enerji sürekliliğinde kısa süreli kesintilere yol açabilir.

Uyum önlemleri açısından iklim tehlikeleri bazında toplanan veriler sıcaklık artışı ile aşırı yağış ve sel tehlikeleri için sırasıyla Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'de bunlar dışında nispeten daha az önceliklendirilen tehlikeler için ise Tablo 4.9'de yer verilmiştir.

Tablo 4.7: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım 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
Çalışma ortamı ve çalışan sağlığı	Ofis ve bazı üretim alanlarında klima/vantilatör, sağlık taramaları, havalandırma sistemleri	Dinlenme alanlarının iyileştirilmesi, iklimlendirme kapasitesinin artırılması, otomatik sistemlerle ortam sıcaklık kontrolü
Depo alanları	Günlük sıcaklık-nem takibi, ürünlerin önceden şartlandırılması, stok sahasında yangın kuleleri, termal kameralar, yangın söndürme sistemleri	Depo iklimlendirme sistemleri kurulması, nem ve sıcaklık sensörleri entegrasyonu, temiz ve düşük riskli hammadde temini
Üretim alanları	Doğalgaz ile ısıtma, havalandırma ve fan kullanımı, periyodik bakım	Çalışma saatlerinin sıcaklığa göre ayarlanması, izolasyon ve soğutma kapasitesinin güçlendirilmesi
Enerji temini	Jeneratör, kojenerasyon destek sistemi, küçük doğalgaz kazanı, bakım çalışmaları	Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, atık ısı geri kazanımı, enerji izleme sistemleri
Hammadde stok alanları	Yangın birimi, düzenli sulama, yangın tatbikatları, stok alanlarında gözetim	Kapalı depo sahaları kurulması, erken uyarı ve otomatik alarm sistemleri, aktif soğutma/gölgelendirme altyapısı
Atıksu arıtma tesisleri	Soğutma kulesi, sıcaklık takibi, dengeleme tankı, çamur çekimi artırımı	İlave soğutma yatırımı, otomasyon sistemlerinin güçlendirilmesi
Kritik ekipman (kompresör, makineler, server odası)	Pervane ve fanlarla soğutma, IR ısıtıcılar, UPS ve chiller sistemleri	Kapalı ortam iklimlendirme kapasitesinin yükseltilmesi, yedekli sistemler, enerji verimliliği projeleri

Tablo 4.8: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Aşırı yağış ve sel



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 48 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Atıksu altyapısı ve arıtma tesisleri	İlave arıtma tesisi, yağmur suyu kanalı bağlantıları, dengeleme tankı, periyodik bakım	Set duvar yapılması, kapasite artırımı, mazgal ve drenaj hatlarının genişletilmesi
Depo ve stok alanları (kapalı/açık)	Palet üzerinde depolama, tente ve sundurma, kısmi izolasyon	Açık stok alanlarının kapatılması, drenaj altyapısının güçlendirilmesi, erken uyarı ve alarm sistemleri
Enerji altyapısı (trafo, pano, jeneratör)	Bazı trafolar yüksek kotlara taşınmış, jeneratör mevcut	Kot altında kalan trafoların taşınması, set duvarı eklenmesi
Üretim binaları ve tesis altyapısı	Çatı ve mazgal bakımları, kısmi tamiratlar	Çatı yenileme ve güçlendirme, altyapı iyileştirmeleri
Personel lojistik	Tesis çevresinde ikamet avantajı, ek önleme ihtiyaç duyulmuyor	Alternatif ulaşım planları hazırlanabilir
Tehlikeli atık depolama	Kapalı alan, kör kanal sistemi, periyodik bakım	Ek izolasyon ve sızıntı kontrol sistemleri
Sevkiyat alanları	Araçların sevkiyat esnasında bina içine alınması, sevk kontrol sistemi	Sundurma kurulması, ek sevkiyat güzergahları geliştirilmesi

Tablo 4.9: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım 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
Tedarik zinciri ve lojistik (yurtiçi / yurtdışı)	Kar ve Buzlanma	Hava durumu takibi, sigortalı sevkiyat, alternatif karayolu opsiyonları, stok planlaması	Hammadde ve ürün sevkiyatlarında esnek planlama, acil durum lojistik protokolleri
Enerji altyapısı (buhar, kömür, elektrik)	Kar ve Buzlanma	Buhar hatlarıyla ısıtma, kömür stokları, jeneratör kapasitesi	Alternatif enerji kaynakları (RES, GES, biyokütle), yalıtım ve ek stoklama
Su temini	Kuraklık	Atık su geri kazanımı, kuyu ve depo kullanımı, ileri arıtma yatırımları	Yağmur suyu hasadı, ileri membran sistemleri, su kayıp-kaçak yönetimi
Atıksu arıtma tesisleri	Kar ve Buzlanma / Kuraklık	Isıtma sistemi kurulumu, KOİ takibi, geri kullanım uygulamaları	Isıtma sistemleri kapasite artışı, sürekli izleme sistemi kurulumu, ileri arıtma entegrasyonu
Hammadde stok alanları (ağaç, MDF, sunta, karton vb.)	Orman Yangını / Kar ve Buzlanma	Stok kapasitesi, alternatif tedarikçiler, paratonerler, yangın gözetimi	Alternatif tedarikçi portföyü, FSC/EUDR uyumlu tedarik, iklimlendirilmiş depolar
Üretim makineleri ve prosesler (tutkal, panel, baskı vb.)	Kar ve Buzlanma / Fırtına	IR ısıtıcı, fanlar, UPS, kapalı silo sistemleri	Ortam iklimlendirme güçlendirilmesi, acil durum yedekli enerji altyapısı
Tesis içi lojistik ve ulaşım yolları	Kar ve Buzlanma / Aşırı Yağış	Tuzlama, kepçe ile yol açma, yol işaretlemeleri	Dayanıklı kaplama malzemeleri, drenaj hatları, buzlanma önleyici sistemler
Tesis dışı lojistik ve ulaştırma yolları	Kar ve Buzlanma / Fırtına	Hava koşullarına göre planlama, sigortalı taşımacılık	Alternatif güzergahlar, acil durum senaryoları, sigorta kapsamının genişletilmesi
Personel lojistiği	Kar ve Buzlanma	Servis kullanımı, düşük kapasiteyle üretim	Alternatif vardiya planları, ulaşım senaryoları
Depolama ve stok sahaları (açık / kapalı)	Aşırı Yağış / Yıldırım	Paletleme, tente, yangın kuleleri, kamera izleme, paratonerler	Kapalı depo alanları, erken uyarı sistemleri, saha paratonerleri
Limanlar ve denizyolu lojistiği	Fırtına ve Hortum / Deniz Seviyesi Yükselmesi	Alternatif karayolu taşımacılığı, stok kapasitesi	Emniyet stokları, alternatif liman planlaması



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 49 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Elektrik altyapısı (pano, jeneratör, kojenerasyon)	Fırtına ve Hortum / Yıldırım	Jeneratör desteği, paratonerler, bakım çalışmaları	UPS entegrasyonu, düzenli bakım ve senaryo testleri
Çatı GES sistemleri	Dolu	Modüler yapı sayesinde tek panel arızası sınırlı kalıyor	Panel koruma uygulamaları, sigorta kapsamının genişletilmesi

Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyelerine Tablo 4.10'da yer verilmiştir. Kritik altyapı ve operasyonlar bazında incelendiğinde sıcaklık artışının en yoğun şekilde hammadde ve yarı mamul depolama alanları ile soğuk zincir lojistiği ve soğutma sistemleri üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Hammaddelerin sıcaklık değişimlerine duyarlılığı nedeniyle bu alanlar yüksek maruziyet göstermekte, kalite kayıpları ve tedarik sürekliliğinde aksamalar yaşanabilmektedir. Benzer şekilde chiller, kompresör ve soğutma kuleleri gibi altyapılar da üretim devamlılığı açısından kritik konumda olup yüksek risk kategorisinde değerlendirilmektedir. Sıcaklık artışının çalışan sağlığı üzerindeki etkileri de dikkat çekicidir. İç mekânlarda çalışan personel için maruziyet düşük-orta seviyede iken, dış sahalarda görev yapan çalışanlar için maruziyet ve etki orta-yüksek seviyelere çıkmaktadır. Ayrıca enerji altyapısı, üretim süreçleri ve atıksu arıtma tesisleri de sıcaklık artışına karşı belirli kırılganlıklar taşımakta, risk seviyeleri orta-yüksek aralığında değerlendirilmektedir.

Aşırı yağış ve sel olayları ise özellikle açık depolama alanları, lojistik operasyonlar, atıksu arıtma tesisleri ve enerji altyapısı üzerinde yüksek risk oluşturmaktadır. Açık sahalarda depolanan hammaddelerin zarar görmesi, ürün ve hammadde lojistiğinde gecikmelerin yaşanması ve altyapı tesislerinde kapasite sorunları ortaya çıkması, sektörde üretim ve kalite güvenliği açısından kritik etkilere yol açabilmektedir. Kar ve buzlanma tehlikesi ise özellikle lojistik operasyonlar, ulaşım altyapısı ve buhar iletim hatları üzerinde etkili olmaktadır. Hammaddelerin zamanında temin edilememesi ya da ürün sevkiyatındaki aksaklıklar üretim süreçlerini sektöre uğratmakta, çalışanların ulaşımında zorluklar yaratmaktadır. Enerji altyapısı ve üretim makinelerinde de kar ve buzlanma kaynaklı performans kayıpları yaşanabilmektedir.

Sonuç olarak, orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi açısından en yoğun risk taşıyan alanlar;

- Hammadde temini ve depolama
- Su temini ve suya bağımlı üretim süreçleri
- Atıksu altyapısı ve enerji altyapısı
- Lojistik operasyonlar (karayolu ve denizyolu)
- Çalışanların sıcaklık artışı ve dış hava koşullarına 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 4.10: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri

İklim Tehlikesi	Maruziyet					Etki					Risk				
	1- Çok Düşük Maruziyet	2- Düşük Maruziyet	3- Orta Maruziyet	4- Yüksek Maruziyet	5- Çok Yüksek Maruziyet	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sıcaklık Artışı	4	11	11	15	4	0	7	15	20	3	0	0	22	23	0
Kuraklık	0	6	0	4	0	0	1	5	4	0	0	0	6	4	0
Aşırı Yağış ve Sel	4	10	5	7	4	1	6	10	8	5	0	1	16	13	0
Fırtına ve Hortum	1	2	1	9	2	0	0	7	6	2	0	0	13	2	0
Dolu	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Kar ve Buzlanma	1	2	8	9	3	0	2	9	10	2	0	0	11	12	0
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	1	0	1	4	0	0	1	1	4	0	0	0	2	4	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0
Orman Yangını	0	2	4	4	2	0	0	4	7	1	0	4	8	0	0



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

5. ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ

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

Tablo 5.1: Geçiş ve fiziksel riskler

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 52 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Risk	Etki
Deniz seviyesi yükselmesi	Kıyı bölgelerindeki sanayi tesislerini su baskını riskiyle karşı karşıya kalması, liman operasyonlarında aksamaların yaşanması

5.1. Geçiş Riskleri

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

5.1.1 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı

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

5.1.2 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, orman, kağıt ürünleri, mobilya

ve basım sanayileri sektörüne ilişkin değerlendirmeler temel olarak Diğer Üretim Faaliyetlerinde Mevcut En İyi Teknikler Tebliği çerçevesinde ortaya konmuştur (ÇŞİDB_a, 2025).

5.1.3 AB Atık Çerçeve Direktifi

Atıkların çevresel etkilerinin azaltılması, döngüsel ekonominin teşvik edilmesi ve kaynak verimliliğinin artırılması amacıyla 2023 yılında revize edilen AB Atık Çerçeve Direktifi kapsamında özellikle tekstil ve plastik atıklarının izlenebilirliği ve üretici sorumluluklarına ilişkin hükümler güçlendirilmiştir. Yeni düzenlemeler doğrultusunda, mobilya, kâğıt, orman ürünleri ve matbaa sektörü gibi malzeme yoğun sektörlerde üretici sorumluluğu ilkesinin güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda, bu sektörlerde faaliyet gösteren firmaların, ürünlerinin 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 sistemler aracılığıyla üreticiler, piyasaya sürdükleri ürünlerin kullanım ömrü sonrasındaki atık yönetim süreçlerinden mali ve/veya operasyonel olarak sorumlu tutulmaktadır. Bu sorumluluk, özellikle mobilya üreticileri için ürün tasarımında ayrıştırılabilirlik ve geri dönüştürülebilirlik gibi kriterlerin dikkate alınmasını zorunlu hale getirmektedir. Kâğıt ve matbaa sektöründe, yüksek hacimli kâğıt kullanımının çevresel etkileri göz önünde bulundurularak, geri dönüştürülmüş içerik oranının artırılması ve atık yönetim planlarının oluşturulması önem kazanmıştır. AB ile ihracat bağlantısı bulunan firmaların, bu çerçevede atık kayıt sistemleri, ürün etiketleme, geri dönüşüm oranları raporlaması ve ürün bazlı izlenebilirlik mekanizmaları gibi gerekliliklere uyum sağlamaları beklenmektedir (TB_b, 2025). Ülkemizde kâğıt üretim sektöründe tüketilen atık kâğıdın ithalatına yönelik olarak 31 Aralık 2024 tarihli ve 32769 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği çerçevesinde ortaya konan düzenlemeler ile ithal edilecek atık kâğıdın miktarı ve özelliklerinin belirlenmesi ve ithalatın belirli kotalar dahilinde gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir (ÇŞİDB_b, 2025). Yine 2025 yılında revize edilen AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü ile AB pazarına ihraç edilecek tüm ambalaj malzemelerinin 2030 itibarıyla %100 geri dönüştürülebilir olması; ambalajlarda geri dönüştürülebilir içerik kullanımının artırılması ve ambalaj üretiminde birincil hammadde kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır. Bu çerçevede, AB içinde uygulanmaya başlanan dijital ürün pasaportu uygulamaları ve atık bilgi platformları gibi dijital çözümler, önümüzdeki dönemde dış pazarlara erişim açısından önem kazanacaktır (TB_b, 2025).

5.1.4 AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği

2024 yılında yürürlüğe giren Sürdürülebilir Ürünler için Eko-Tasarım Tüzüğü (ESPR- Eco-design for Sustainable Products Regulation) çerçevesinde 2024-2027 döneminde demir-çelik, alüminyum, tekstil ürünleri, mobilya, lastik, deterjan, boya, mineral yağ, kimyasal, bilgi teknolojileri cihazları ile enerji yoğun ürünlerde ürün bazlı eko-tasarım kurallarının belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu yönetmeliğe uyum sağlanabilmesi için ürün tasarım süreçlerinin döngüsel ekonomi ilkelerine göre yeniden yapılandırılması, ürünlerin bileşenleri, geri dönüştürülmüş içeriği ve çevresel etkileri hakkında belgelendirme ve veri yönetimi altyapısının oluşturulması, ürünlerin dijital pasaport ile izlenebilirliğini sağlayacak sistemlerin kurulması, AB pazarına yönelik üretim yapan firmalar için uygunluk değerlendirme süreçlerine hazırlanılması gerekmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 54 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Türkiye'deki üreticilerin eko tasarım odaklı Ar-Ge yatırımlarını artırmaları, tedarik zinciri şeffaflığını sağlamaları ve dijital altyapılarını güçlendirmeleri gerekecektir (TB_c, 2025).

5.1.5 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. Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayileri sektörü açısından dolaylı etkiler değerlendirildiğinde, üretim süreçlerinde kullanılan demir-çelik ve alüminyum benzeri girdiler üzerinden maliyetlerin artması, AB'ye ihracat yapan firmaların doğrudan kapsama girmeseler bile ürünlerinin karbon ayak izini ölçmek, raporlamak ve doğrulamak zorunda kalması, tesislerde düşük karbonlu üretim süreçleri yönünde dönüşüm gerekliliği oluşması söz konusu olabilir (TB_d, 2025).

5.1.6 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. Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayileri sektörü açısından AB merkezli müşterilere üretim yapan firmaların raporlama yükümlülükleri çerçevesinde daha şeffaf, izlenebilir ve sürdürülebilir üretim süreçleri oluşturması gerekecektir. Bu çerçevede özellikle kağıt ürünleri ve mobilya sektöründe uygulanan sürdürülebilir orman yönetimine yönelik sertifika uygulamalarının (örn; FSC) yaygınlaşması söz konusu olabilir. AB net cirosu 2028 yılı itibarıyla 900 milyon Euro üzeri, 2029 itibarıyla ise 450 milyon Euro üzeri olan firmalar kapsama dahil edilecek olup, küçük ve orta ölçekli şirketler (KOBİ) doğrudan mevzuat kapsamında değerlendirilmemekle birlikte kapsama dahil edilen büyük şirketlerin tedarikçisi veya alt sağlayıcısı olarak mevzuat hükümlerinden etkilenecektir (TB_e, 2025).

5.2. Fiziksel Riskler

Fiziksel riskler ise, iklim değişikliğinin doğrudan veya dolaylı olarak sanayi tesisleri, tedarik zincirleri ve iş gücü üzerindeki etkilerinden kaynaklanmakta olup, iklim değişikliği ile ilişkilendirilen aşırı hava olayları (akut) veya uzun vadeli olaylar (kronik) nedeniyle oluşabilmektedir. Akut iklim tehlikeleri arasında aşırı yağış ve sel, fırtına veya orman yangınları gibi olaylar yer alırken, uzun vadeli iklim tehlikeleri arasında sıcaklık artışı, kuraklık ve deniz seviyesindeki yükselmesi bulunmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan çevresel etkiler sonucu oluşan fiziksel risklerin yönetimi, altyapının güçlendirilmesi, acil durum planlaması ve sigorta çözümleri gibi önlemleri gerektirmektedir. Geçiş ve fiziksel risklerin ayrı kategorilerde ele alınması, sanayi sektörlerinin kapsamlı bir risk yönetimi ve uyum stratejisi geliştirmesine yardımcı olmaktadır (UNEP, 2023; ESRB, 2024). İklim değişikliği kaynaklı fiziksel riskler, orman ürünleri ve bu ürünleri işleyen sektörler için ciddi tedarik ve

operasyonel sorunlar doğurabilecek niteliktedir. Özellikle orman, kağıt, mobilya ve matbaa sanayileri, doğal kaynaklara ve iklim koşullarına bağımlılıkları nedeniyle bu risklerden doğrudan etkilenmekte olup, öne çıkan fiziksel riskler kısaca aşağıda listelenmiştir.

5.2.1 Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük

Sıcaklık artışı, kuraklık ve orman yangınları gibi iklim tehlikeleri, kereste ve selüloz gibi temel hammaddelerin temininde sürekliliği tehdit etmektedir. Özellikle sürdürülebilir orman yönetimi yapılan bölgelerde üretimin düşmesi, tedarik zincirlerinde aksamalara, maliyet artışına ve kalite sorunlarına yol açabilir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda tesislerde orman yangınları nedeniyle doğrudan hammaddeye erişimin durması gibi bir problem yaşanmadığı ancak sertifikalar kapsamında ihtiyaç duyulan nitelikli ürüne erişimde problem yaşanması ya da hammadde maliyetlerinin artması gibi sorunların olduğu değerlendirilmiştir.

5.2.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar

Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi hava olayları deniz ve kara taşımacılığını sekteye uğratarak, hem ithal girdilerin hem de ihraç ürünlerin lojistik süreçlerini yavaşlatabilmektedir. Bu durum, özellikle kısa teslim sürelerine bağlı çalışan firmalar için müşteri memnuniyetinde azalma ve ihracat kayıpları anlamına gelmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda tesislerde stok kapasitesinin artırılması, alternatif ulaşım seçeneklerinin belirlenmesi, sevkiyat sigortası uygulamaları ile riskin azaltılabileceği ancak bunların maliyet üzerinde etkisi olacağı değerlendirilmiştir. Özellikle yurtdışı sevkiyatlarında bazı limanlarda ya da geçişlerde dönemsel aksaklıkların yaşanması (örn; 2021 yılı Süveyş Kanalı kapanması) sebebiyle gecikmelerin ve buna bağlı maddi zararların yaşandığı kaydedilmiştir. Ayrıca ortam koşullarının önem arz ettiği bazı hammadde ve ürün grupları için sevkiyat esnasında uygun koşulların sağlanamaması sonucu kayıplar oluşabilmektedir.

5.2.3 Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler

Aşırı yağış ve sel riski nedeniyle tesis altyapısının, makine ve ürün depo alanlarının zarar görmesi söz konusudur. Buna bağlı olarak üretim duruşları ve sigorta maliyetlerinde artış söz konusu olabilmektedir. Özellikle düşük kotta ya da nehir yataklarına yakın bölgelerde kurulu tesisler daha yüksek risk altındadır. Öte yandan proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda tesislerde seren, kereste, atık kağıt, selüloz gibi hammaddelerin açık/kapalı depo alanlarında oluşan yangınların hammadde kaybına ve üretimin kısa süreli durmasına sebep verdiği örnekler tespit edilmiştir.

5.2.4 Su Temininde Güçlük

Kuraklık, özellikle kağıt ve matbaa sektörleri için kritik öneme sahip olan suyun temininde zorluk yaratabilmektedir. Yüksek miktarda su kullanan üretim proseslerinde verimlilik düşebilmekte, suya erişim kısıtlandığında üretim tamamen durabilmektedir. Üretimin niteliğine bağlı olarak atıksu geri kazanımı uygulamaları ile riski azaltılması mümkün olmakla birlikte, bu tip tesisler için yatırım kararının suya ayrılan bütçe ile orantılı olarak değerlendirildiği kaydedilmiştir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 56 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

5.2.5 İklimlendirme İhtiyacının Artması

Artan sıcaklıklar nedeniyle üretim tesislerinde işçi sağlığını ve ürün kalitesini koruyabilmek için iklimlendirme sistemlerine duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu durum enerji tüketimini ve işletme maliyetlerini yükseltirken, sera gazı emisyonlarını da artırma riski taşımaktadır. Özellikle kapalı alanlarda, iklimlendirme olmayan bölgelerde gerçekleştirilen faaliyetlerin ve açık alanda yürütülen sevkiyat vb. operasyonların kesinteye uğradığı görülmektedir. Sıcaklık artışı matbaa sektöründe belirli ekipmanlarda verim kaybı oluşması ve arızaların sıklaşması gibi etkileri dışında, tüm alt sektörlerde tutkal, boya ve cila gib uygulamalarda dönemsel zorlukları da beraberinde getirmektedir. Sıcaklık artışının biyolojik prosesler üzerindeki etkisinin atıksu arıtma tesislerinde görüldüğü, dönemsel soğutma ihtiyacının artış gösterdiği de kaydedilmiştir.

5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Proje kapsamında hazırlanması hedeflenen Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin yer aldığı yarım gün süren 3 sektörel çalıştay düzenlenmesi planlanmıştır. Bu çerçevede orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayileri odağında organize edilen çalıştay 21 Mayıs 2025 tarihinde 09:30-12:30 saatleri arasında İstanbul Sanayi Odası Odakule binasında 31 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalıştay programı Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2: Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı

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

Çalıştay programı kapsamında ilk olarak katılımcıların kendilerini tanıtmaları ve çalıştaya dair beklentilerini kısaca aktarmaları ile başlatılmıştır. Sonrasında proje kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlere ilişkin ISO ve TÜBİTAK MAM proje ekiplerini tarafından sunum 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?



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

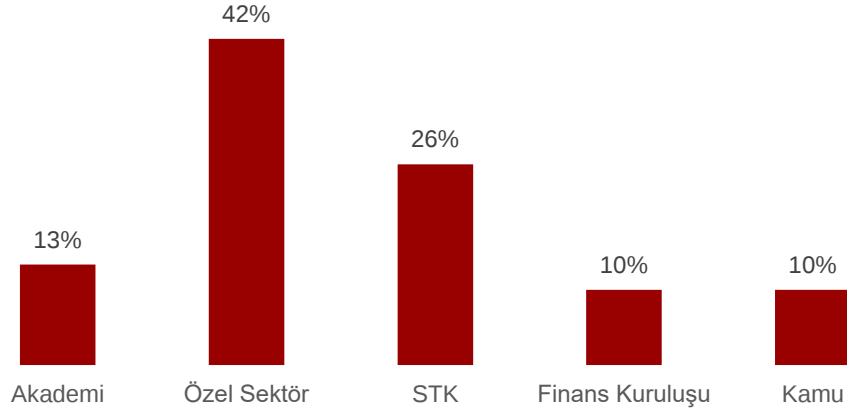
Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 57 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?
5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?

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

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

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



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





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 58 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01



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:

- Plastik ambalaj malzemelerine yönelik geri dönüştürülmüş içerik zorunluluğu göz önüne alınarak “AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü”nün ayrı bir madde olarak tabloya eklenmesinde fayda görülmüştür.
- Kullanılan kimyasallardaki mikroplastik içeriğinin değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiş, bu çerçevede “AB Mikroplastik Düzenlemesi”nin de listeye eklenmesi önerilmiştir.
- Özellikle atık kağıt ithalatındaki kotaların sektör açısından önemli bir geçiş riski olarak değerlendirildiği bu nedenle “Atık ithalatındaki kotanın kaldırılmaması” maddesinin tabloya geçiş riski olarak ilave edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.
- Yeni uygulamalara geçiş sürecinde sadece finansmana erişimde güçlük yaşanması değil, ihtiyaç duyulan yatırım ihtiyacının fazla olması da bir risk olarak görülmekte olup, “Dönüşüm için gerekli yatırım ihtiyacının yüksek olması” konulu bir geçiş riskinin tabloya eklenmesi önerilmiştir.
- Tesisler açısından enerjinin sürekli temininin önem arz ettiği, özellikle büyük ölçekli işletmelerde elektrik kesintileri ve dalgalanmalardan etkilenmemek adına kojenerasyon sistemleri ile yerinde elektrik üretiminin gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Buna rağmen şebekede meydana gelen kesintilerin tesisleri etkilediği ayrıca dönemsel olarak doğalgaz ve kömür gibi farklı enerji kaynaklarına erişimde yaşanan güçlüklerin de tesisler açısından önemli olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca hidrojen enerjisinin kullanımı yönündeki dönüşümün de tesisleri etkileyebilecek (örn; kurutma sistemlerinde hidrojen kullanımına yönelik altyapı yatırımı gerekebilir) bir geçiş riski olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle “Enerji temininde yaşanan zorluklar” konulu hem fiziksel hem de geçiş riski olarak ele alınabilecek bir maddenin tabloya eklenmesine karar verilmiştir.
- Döngüsel ekonomi çerçevesinde özellikle basım sanayinde üretilen tasarımların geri dönüşüme uygunluğunun da değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Genel itibarıyla son kullanıcıya teslim edilen ürünlerin kompozit yapıda olması geri kazanımı önünde engel teşkil etmektedir. ABD ve



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

Kanada'ya ihraç edilen ürünlerde kompostlanabilir ambalaj malzemeleri kullanımı giderek daha fazla gündeme gelmektedir. Gıdalla temas eden ambalaj malzemelerinin tasarımı açısından bir diğer öne çıkan konu da telefon kaplama uygulamaları olarak görülmektedir. Geri dönüşüm esnasında kağıttan ayrılması güç olan telefon kaplamalar yerine lak uygulamalarının yaygınlaştığı ifade edilmiştir. Bunun dışında biyoplastik film kaplamalar konusunda çalışmalar yürüten firmalar da mevcuttur.

- Sıcaklık ve nem artışının diğer alt sektörlerde olduğu gibi basım sanayinde de kağıdın kıvrılması, dalgalanma ve sıkı kenar gibi problemleri beraberinde getirebileceği, öte yandan uygulanan mürekkep ve yapıştırıcı kimyasalların viskozitesinin değişmesine sebep olarak üretimde önemli değişimlere sebep olabileceği değerlendirilmiştir. Aşırı yağış ve sel riskine bağlı olarak daha önce bodrum katlarında su basması hadisesi ile karşılaşmış ve önemli maddi kayıplar yaşamış matbaaların olduğu ifade edilmiştir.
- Kağıt üretiminin yoğun su tüketimi ile öne çıktığı ve kuraklık riskinden doğrudan etkilenebileceği 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 5.3'te yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre hammadde tedarikinde güçlükler yaratabilecek fiziksel riskler ile düşük karbonlu teknolojilere geçiş ve bu dönüşüm için gereken yüksek yatırım ihtiyacı öne çıkan geçiş riskleri orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayileri açısından öne çıkan iklim değişikliği riskleri olarak sıralanmıştır. Bu risk alanlarına uyum sağlanabilmesi için sektörün iş yapış şeklini değiştirmesini de gerektirecek acil önlemlerin alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Bunlar dışında kuraklık nedeniyle su temininde güçlüklerin yaşanması, sıcaklık artışı nedeniyle tesislerde iklimlendirme ihtiyacının artması, karbon fiyatlandırma ve endüstriyel emisyonların yönetimi konusundaki ulusal mevzuatlara uyum sağlama gerekliliği öne çıkan diğer riskler arasındadır. Sektörün en hazırlıksız olduğu riskler arasında kuraklık ve sınırda karbon düzenleme mekanizması ile ilişkili fiziksel ve geçiş riskleri değerlendirilirken, gerçekleşme olasılığının en yüksek görüldüğü riskler, hammadde temininde iklim değişikliği nedeniyle kesinti yaşanması ve karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesidir.

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)	3,6	1,9	3,8	3,9	3,6	7,9
2. Karbon fiyatlandırmaya (karbon vergisi, emisyon ticaret sistemi) yönelik kurulacak ulusal sisteme uyum sağlama gerekliliği (G)	4,1	2,3	4,2	3,5	3,8	8,9
3. Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,1	2,6	4,1	3,5	3,7	9,0
4. AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,3	2,6	3,8	3,2	3,7	8,5
5. AB Atık Çerçeve Direktifi gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,0	2,5	3,8	3,7	3,7	8,8
6. AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği gereklerine (örn; zorunlu eko tasarım kriterleri, dijital ürün pasaportu) uyum sağlama gerekliliği (G)	3,4	2,8	3,3	3,4	3,2	7,1
7. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlülüklerinin zorunlu hale gelmesi (G)	3,7	2,8	4,4	2,7	3,5	8,2
8. Sektörde kullanılan kimyasallara kısıtlamalar getirilmesi (G)	4,2	2,1	3,5	3,0	2,8	6,5
9. Tüketici alışkanlıklarının döngüsel ekonomi modelleri doğrultusunda (ikinci el, kiralama vb.) değişmesi (G)	3,2	3,1	3,1	3,4	2,7	6,4
10. Yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu (G)	4,2	2,7	3,5	2,8	3,5	7,8
11. Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim kriterlerine uyum sağlamayan tesislerin yatırımcılar nezdinde riskli görülmesi (G)	3,8	3,1	3,7	3,5	3,8	8,8
12. Kurumsal sürdürülebilirlik raporlamaları kapsamında yükümlülüklerin artması nedeniyle pazar kaybı yaşanması (G)	3,8	2,5	4,1	3,6	3,7	8,6

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	4,3	2,1	4,0	4,2	3,8	9,5
14. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	3,2	2,8	3,2	3,5	3,0	6,7
15. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	3,8	3,1	3,3	3,7	3,2	8,1
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,8	2,4	4,5	3,2	4,5	10,5
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	4,4	2,7	3,7	3,1	3,8	8,7
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	4,2	2,8	3,4	3,4	3,8	8,6
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,3	1,8	4,1	3,9	4,1	9,2
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	4,2	2,7	4,1	3,3	3,9	9,2
21. AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,8	2,6	3,8	3,1	3,4	7,8
22. AB Mikroplastik gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	2,4	2,3	2,5	2,5	2,5	3,2
23. Atık ithalatındaki kotanın kaldırılmaması (G)	3,2	3,0	3,4	2,2	3,0	5,8
24. Dönüşüm için gerekli yatırım ihtiyacının yüksek olması (G)	4,5	2,2	3,8	3,5	3,9	8,9
25. Enerji temininde yaşanan zorluklar (G/F)	4,1	2,8	3,3	3,2	3,3	7,7

Notlar:



Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 62 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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

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

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



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylem
İklim Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 63 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

- İklim değişikliğinin orman ekosistemleri ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri sektör açısından önemli bir tehdit olarak değerlendirilmiştir. Artan sıcaklık ve değişen yağış rejimleri, zararlı böcek türleri ile mikroorganizmaların yayılımını artırmakta; bu durum orman sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu ekolojik değişimlerin, orman ürünleri sanayisinde kullanılan hammaddenin kalitesini doğrudan etkilediği, özellikle kereste ve kağıt hamuru üretiminde tercih edilen ağaç türlerinin yapısal özelliklerinde bozulmalara neden olduğu vurgulanmıştır.
- Katılımcılar, biyoçeşitlilik üzerindeki baskının giderek arttığını, bunun özellikle traşlama kesim yöntemlerinin yaygın kullanımıyla daha da belirgin hale geldiğini ifade etmiştir. Taze odun hammaddesine yönelik sürekli artan talep, ormanların biyolojik sürdürülebilirliğini tehdit etmekte; bu da ekosistem dengesini bozmakta ve uzun vadede sektörün kendi hammadde kaynaklarını riske atmasına neden olmaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, "Taze odun hammaddesi talebinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisinin artması", çalıştay katılımcıları tarafından sektöre yönelik önemli bir risk unsuru olarak tanımlanmıştır.
- Enerji sürdürülebilirliği, orman sektörü açısından kritik bir konu haline gelmiştir. Özellikle enerji yoğun üretim süreçleri nedeniyle, karbon emisyonlarına yönelik sınırlayıcı düzenlemelerin sektörü doğrudan etkileyeceği ifade edilmiştir. Sektörde enerjinin yalnızca üretimi değil, aynı zamanda iletim ve dağıtım altyapısının da iklim değişikliği kaynaklı tehlikelere karşı dayanıklı hale getirilmesi gerektiği vurgulanmış olup, "Enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapısının ve sürdürülebilirliğinin iklim değişikliği tehlikeleri nedeniyle güçleşmesi" maddesinin listeye eklenmesinde fayda görülmüştür.
- İş gücü ve uzman personel ihtiyacı, sektörün sürdürülebilir dönüşüm sürecinde karşı karşıya olduğu temel risk alanlarından biri olarak öne çıkmıştır. Özellikle emisyon yönetimi, enerji verimliliği ve sürdürülebilir üretim teknolojileri gibi alanlarda yetkin personel eksikliği, sektörün yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmasını zorlaştıran başlıca engellerden biri olarak değerlendirilmiştir. Katılımcılar, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği kapsamında düzenlenecek sektörel eğitim programlarının bu açığı kapatmada kritik rol oynayacağını vurgulamıştır. Bu kapsamda, "Eğitilmiş uzman işgücünün yetersiz kalması", şeklinde bir risk tanımının tabloya eklenmesine karar verilmiştir.
- Sektörde çok sayıda paydaşın bulunması, koordinasyon ve iş birliği gereksinimini artırmaktadır. Paydaşlar arasında uyumlu çalışma, sektörün uyum kapasitesini ve sürdürülebilir gelişimini desteklemektedir. Özellikle Orman Genel Müdürlüğü'nün aldığı stratejik kararların sektöre uzun vadeli etkileri olduğu vurgulanmıştır. Enerji sektörü de dönüşüm sürecinde önemli bir aktör olarak öne çıkmaktadır. Öte yandan, şeffaflık eksikliği, sektörün karşı karşıya olduğu temel sorunlardan biri olarak değerlendirilmiştir. Bu durumun, veri güvenilirliğini zayıflattığı, raporlama süreçlerinde aksamalara ve paydaşlar arası bilgi paylaşımında yetersizliğe neden olduğu vurgulanmıştır. Bu sebeplerle, "Paydaş sektörlerin iklim değişikliğine uyum konusunda entegrasyonu sağlayamaması (şeffaflık ve veri temini)" şeklinde bir risk tanımının eklenmesi gerektiği değerlendirilmiştir.
- Kağıt sanayi sektörünün, mevcutta yaklaşık 6,3 Milyon ton üretim kapasitesine sahip olduğu planlanan yeni yatırımlarla bu rakamın 7,5 Milyon ton'a ulaşması beklendiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte sektörde özellikle geri dönüştürülebilir hammadde temininde ciddi sorunlar yaşandığı ve AB'nin atık sevkياتına ilişkin kısıtlama çalışmalarının kritik bir risk alanı olduğu vurgulanmıştır. Bu doğrultuda,



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

“Hammadde temini kapsamında atık sevkiyatı tüzüğü gereklerine uyum sağlama gerekliliği” maddesinin listeye eklenmesine karar verilmiştir.

- Ayrıca, sektörde halihazırda birçok tesisin tam kapasiteyle çalıştığı ve iki yeni tesisin daha devreye alınacağı belirtilmiş olup; bu durumun aşırı kapasite riski doğurabileceği ve yoğun yatırımların sektörel sürdürülebilirlik açısından dikkatle yönetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu risklerin azaltılabilmesi için, devlet teşviklerinin artırılması, ulusal atık toplama sistemlerinin güçlendirilmesi ve Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu ilkelerine uyumun sağlanması önemli olduğu ifade edilmiştir.

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 karbon ve su ayakizi raporlaması zorunluluğu, AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı gereklerine uyum sağlama ve düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş ile enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapısında güçlükler yaratabilecek fiziksel riskler orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayileri açısından öne çıkan iklim değişikliği riskleri olarak sıralanmıştır. Bu risk alanlarına uyum sağlanabilmesi için sektörün iş yapış şeklini değiştirmesini de gerektirecek acil önlemlerin alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Bunlar dışında kuraklık nedeniyle su temininde güçlüklerin yaşanması, sınırda karbon düzenleme mekanizması ve AB Atık Çerçeve Direktifi gibi çeşitli düzenlemelere uyum sağlama gerekliliği öne çıkan diğer riskler arasındadır. Sektörün en hazırlıksız olduğu riskler arasında tüketici alışkanlıklarının değişimi ve taze odun hammadde ihtiyacının biyoçeşitlilik üzerinde yarattığı baskılar değerlendirilirken, gerçekleşme olasılığının en yüksek görüldüğü riskler, karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi ve kuraklık nedeniyle su temininde güçlük yaşanmasıdır.

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

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
1. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na uyum sağlama gerekliliği (G)	4,3	2,3	3,7	3,4	3,7	8,3
2. Karbon fiyatlandırmaya (karbon vergisi, emisyon ticaret sistemi) yönelik kurulacak ulusal sisteme uyum sağlama gerekliliği (G)	4,1	2,3	3,5	3,6	3,6	8,1
3. Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,0	2,6	3,6	3,0	3,4	7,6
4. AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,3	2,3	4,0	3,4	4,0	9,0
5. AB Atık Çerçeve Direktifi gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	4,0	2,5	3,6	3,5	3,5	8,2
6. AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği gereklerine (örn; zorunlu eko tasarım kriterleri, dijital ürün pasaportu) uyum sağlama gerekliliği (G)	3,4	2,3	2,9	3,3	3,0	6,0
7. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlülüklerinin zorunlu hale gelmesi (G)	4,5	2,6	4,3	3,8	3,9	10,0
8. Sektörde kullanılan kimyasallara kısıtlamalar getirilmesi (G)	3,8	2,6	3,3	3,4	3,8	8,0
9. Tüketici alışkanlıklarının döngüsel ekonomi modelleri doğrultusunda (ikinci el, kiralama vb.) değişmesi (G)	3,0	1,9	2,5	2,7	2,2	3,3
10. Yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu (G)	4,1	2,3	3,5	3,2	3,2	7,2
11. Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim kriterlerine uyum sağlamayan tesislerin yatırımcılar nezdinde riskli görülmesi (G)	3,7	2,6	2,8	2,9	2,8	5,7
12. Kurumsal sürdürülebilirlik raporlamaları kapsamında yükümlülüklerin artması nedeniyle pazar kaybı yaşanması (G)	3,7	2,6	2,7	3,0	3,0	5,9

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	4,4	2,4	3,7	3,8	3,8	9,0
14. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	3,5	2,5	3,5	3,6	2,9	7,1
15. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	4,1	2,5	3,3	3,5	3,1	7,4
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,4	2,1	3,5	3,4	3,6	8,0
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	3,7	2,5	2,8	2,6	2,5	5,1
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	3,1	3,0	2,6	2,4	2,5	4,6
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,3	2,2	4,1	3,8	3,8	9,1
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	2,8	2,9	2,8	2,3	2,5	4,3
21. Taze odun hammaddesi talebinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisinin artması (F)	3,1	2,0	3,2	3,0	3,2	5,6
22. Enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapısının ve sürdürülebilirliğinin iklim değişikliği tehlikeleri nedeniyle güçleşmesi (F)	4,7	2,5	4,0	3,8	3,7	9,7
23. Eğitimli uzman işgücünün yetersiz kalması (G)	3,7	2,7	3,3	3,0	3,3	7,0
24. Paydaş sektörlerin iklim değişikliğine uyum konusunda entegrasyonu sağlayamaması (şeffaflık ve veri temini) (G)	3,8	2,1	3,6	3,3	3,5	7,2

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 ***
25. Hammadde temini kapsamında atık sevkiyatı tüzüğü gereklerine uyum sağlama gerekliliği (G)	3,9	2,2	3,6	3,2	3,7	7,6

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.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 68 / 84

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK



6. ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ 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

Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesislerinden elde edilen veriler, saha gözlemleri ve tesis yetkilileriyle gerçekleştirilen görüşmeler doğrultusunda, iklim değişikliğinin Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi 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, orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve ortaya konulmuştur.

6.1.1 Enerji Verimliliğinin Arttırılması

Orman, kâğıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde enerji tüketimi üretim maliyetlerinin ve karbon ayak izinin en önemli bileşenlerinden biridir. Özellikle kâğıt üretiminde kurutma hatları, sektördeki toplam enerji tüketiminin %60'ına kadar oluşturabilmektedir. Sektörde enerji verimliliği uygulamaları çerçevesinde atık ısı geri kazanım sistemleri, economizer uygulamaları, yüksek verimli motor sürücüler, enerji izleme ve optimizasyon sistemleri (SCADA) gibi çözümler kullanılmaktadır.

Literatürde, kâğıt üretim tesislerinde enerji tüketiminin düşürülmesi için kurutma hatlarında kapalı devre sistemler ve ısı pompası teknolojilerinin yaygınlaştığı, ve enerji tüketiminin önemli oranında azaltılabildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, yüksek yatırım maliyetleri ve mevcut üretim hatlarının yeni teknolojilere uyumsuzluğu, sektörün dönüşüm kapasitesini sınırlandıran en önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Sektörde enerji verimliliği önlemleri, “iyi işletme uygulamaları” ve kontrol sistemleri gibi basit adımlardan başlayarak ekipman değişikliklerine ve alternatif proseslerin uygulanmasına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Avrupa’da bir ton kâğıt ürününün enerji tüketimi 1,5 MWh ile 6,6 MWh arasında değişmekte olup, ortalama 3 MWh/t seviyesinde kalmaktadır. Enerji tüketiminde en kritik alt süreçler; presleme ve kurutma, geri dönüştürülmeyen kâğıt için rafine ve öğütme, geri dönüştürülmüş kâğıt için ise elekten geçirme ve mürekkep giderme (deinking) aşamalarıdır. Bu süreçler, toplam enerji yükünün büyük kısmını oluşturmakta ve verimlilik artırımı için öncelikli alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bu önlemler, tesisin mevcut teknolojik seviyesi ve altyapısına bağlı olarak farklı maliyet ve tasarruf oranları yaratmaktadır. Ayrıca, fazla ısının kullanılmasıyla biyoyakıt ve çamurun kurutulması, atık yakma tesisleri, biyolojik arıtma tesislerinden biyogaz üretimi ve kojenerasyon uygulamaları, hem enerji hem de CO₂ emisyonu açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır.

Ayrıca dijital ikiz (digital twin) teknolojisinin, tesislerin tasarımı ve işletmesinde optimizasyon sağlayarak enerji ve kaynak tasarruflarını artırabileceği belirtilmektedir. Uzun vadede, kâğıt üretim tesislerinin ürün yelpazesini genişleterek kimyasal, malzeme, elektrik ve biyoyakıt üreten biyorafineri modeline dönüşmesi de enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından güçlü bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (GİZ, 2021).

Proje kapsamında çalışılan 13 tesisinin yaklaşık olarak %70'inde enerji etüt çalışmaları yürütülmüş olup, enerji yoğun proses ve ekipmanlar tespit edilerek verimlilik potansiyeli değerlendirilmiştir.

6.1.2 Su Verimliliğinin Arttırılması

Kâğıt sanayi, Türkiye'de su tüketimi en yoğun olan sanayi kollarından biridir. Bir ton kâğıt üretimi için kullanılan su miktarı, tesislerin verimliliğine bağlı olarak 15–50 m³ arasında değişmektedir. Biyolojik atıksu arıtma tesisleri ve ileri arıtım sistemlerine yapılan yatırımlar sayesinde proses suyunun %60–80 oranında geri kazanımı sağlanabilmektedir. Bu durum, su stresi yaşayan bölgelerde faaliyet gösteren tesisler için kritik bir uyum önlemi niteliğindedir. Kıyı alanlarında bulunan tesisler için deniz suyunun kullanımı da önemli bir avantaj yaratmaktadır. Mobilya ve basım sanayinde su tüketimi görece daha düşük olmakla birlikte, yağmur suyu hasadı ve susuz temizleme teknolojilerinin kullanımı, sektör genelinde su ayak izinin azaltılmasında önemli potansiyel taşımaktadır.

Son yıllarda mikrobiyal yakıt hücreleri (MFC – Microbial Fuel Cells), kâğıt ve selüloz atıksularının arıtımı için geleceğin teknolojisi olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, aynı anda hem atıksuyu arıtabilmekte hem de temiz enerji üretebilmektedir. Literatürde, MFC'lerin sektörel atıksuların arıtımında uygulanmasına yönelik çok sayıda deneysel ve pilot ölçekli araştırma bulunmakta; ancak endüstriyel ölçekte uygulanabilmesi için halen aşılması gereken sınırlılıkların olduğu ifade edilmektedir. MFC teknolojisinin avantajı, elektrojenik mikroorganizmaların kâğıt ve selüloz atıksuyundaki organik kirleticilerden elektrik üretebilmesiyle açıklanmaktadır. Özellikle üretim süreçlerinin farklı aşamalarında izole edilen bakterilerin, zorlu koşullarda elektrojenez kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sayede hem atıksuyun arıtımı sağlanmakta hem de enerji üretimi mümkün olmaktadır. Enerji girdi-çıktı dengesi açısından değerlendirildiğinde, MFC teknolojisi geleneksel yöntemlere kıyasla hem çevresel hem de ekonomik bakımdan rekabetçi bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Toczyłowska-Mamińska, R., 2017).

Bununla birlikte, sektörde su verimliliği sadece ileri arıtım teknolojileri ile değil; su geri kazanım sistemleri, kapalı devre prosesler, membran teknolojileri ve arıtılmış suyun yeniden kullanımı gibi önlemlerle de güçlendirilmektedir. Modern tesislerde üretim hattı bazında temiz su ve atıksu ayrıştırması, proses suyu geri kazanımı ve arıtılmış suyun soğutma sistemlerinde tekrar kullanılması gibi uygulamalar su tüketiminde tasarruf sağlayabilmektedir.

6.1.3 Kaynak Verimliliğinin Arttırılması

Sektörde kaynak verimliliği yalnızca hammadde kullanımında değil, aynı zamanda atıkların yeniden değerlendirilmesi yoluyla da sağlanmaktadır. Kâğıt sanayinde atık kâğıt kullanım oranı son yıllarda artış göstermekte olup, Türkiye'de bu oran %50'nin üzerinde seyretmektedir. Ayrıca kül, atık nişasta ve proses yan ürünleri çimento ve yapı malzemeleri sektöründe değerlendirilmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 71 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Mobilya sektöründe ise talaş ve sünger atıkları dolgu malzemesi olarak geri kazanılmakta, üretim sırasında ortaya çıkan yan ürünler enerji kaynağı olarak biyokütle kazanlarında kullanılabilir. Literatürde, döngüsel ekonomi yaklaşımlarının benimsenmesiyle sektörün hammadde bağımlılığını azaltabileceği ve küresel ölçekte atıkların %40'ının yeniden değerlendirilebileceği öngörülmektedir.

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 tesisinin yaklaşık olarak %30'unda verimlilik veya sürdürülebilirlik birimi bulunmakta ve sürdürülebilirlik veya temiz üretim odaklı raporlar hazırlanmaktadır. Sektörel kıyaslama çalışmaları yürütülmektedir. Buna karşın tesislerin yaklaşık olarak %10'unda sektörel kıyaslama çalışmaları yürütülmektedir.

6.1.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Sanayi tesislerinde enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerjiye geçiş, hem karbon emisyonlarını azaltmak hem de enerji maliyetlerini dengelemek açısından kritik önemdedir. Kâğıt sanayiinde kojenerasyon ve biyogaz sistemleri yaygın olarak kullanılmakta; mobilya sektöründe ise üretim atıkları biyokütle enerjisi üretiminde değerlendirilmektedir. Özellikle son yıllarda çatı tipi güneş enerjisi sistemleri (GES) hem kâğıt hem de mobilya fabrikalarında kurulmaya başlanmış, bu yatırımların elektrik tüketiminde %15–20 tasarruf sağladığı belirtilmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde yenilenebilir enerji yatırımlarının ihracat ve finansman kriterleri açısından da önem kazandığı vurgulanmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, sanayi sektörlerinde yenilenebilir enerji kullanımı giderek artmaktadır. Bu yatırımların yaygınlaştırılması, sektörde enerji maliyetlerini azaltırken karbon emisyonlarının düşürülmesine ve enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesine doğrudan katkı sağlayacaktır. Gelecek dönemde, enerji depolama çözümleri ve hibrit sistemlerin entegrasyonu ile yenilenebilir enerji kaynaklarının etkinliğinin daha da artırılması önem arz etmektedir.

GES ve RES uygulamaları açısından öne çıkan en önemli problem tesisin bulunduğu bölgede trafo kapasitelerinin yetersiz olmasıdır. Proje kapsamında görüşülen tesisler arasında istekli olunan ancak gerekli izinler alınamadığı için askıya alınan GES ve RES yatırımları olduğu tespit edilmiştir. Bölgenin coğrafi koşulları gereği tozuma ve panellerin üzerinin çabuk kirlenmesine sebep olacak yapıda olması, tesisin yakınında mania oluşturabilecek başka yükseltilerin ya da türbinlerin bulunması gibi çevresel sorunlar da yenilenebilir enerji yatırımları önündeki öne çıkan engeller arasındadır.

6.1.5 Altyapının İyileştirilmesi

İklim değişikliği nedeniyle artan aşırı yağış ve sel olayları, sanayi tesislerinde altyapı yatırımlarını öncelikli hale getirmiştir. Orman ürünleri sektöründe depo alanlarının su baskınlarına karşı güçlendirilmesi, atıksu arıtma kapasitesinin artırılması ve yağmur suyu drenaj sistemlerinin modernize edilmesi kritik uyum adımlarıdır. Türkiye'de son yıllarda birçok kâğıt üretim tesisinde biyolojik arıtma kapasitesinin artırıldığı ve proses suyunun yeniden kullanım oranının %70 seviyelerine çıkarıldığı raporlanmıştır. Benzer şekilde büyük ölçekli kâğıt fabrikalarının sel riskine karşı modernizasyon yatırımlarına önemli bütçeler ayrıldığı da vurgulanmaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 72 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

6.1.6 İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi

Sıcaklık artışının üretim süreçleri ve çalışan sağlığı üzerindeki etkileri, iklimlendirme kapasitesinin önemini artırmaktadır. Kâğıt sanayinde kurutma ve buhar sistemlerinden açığa çıkan ısıнын iklimlendirme amacıyla yeniden kullanılması hem enerji verimliliği hem de üretim kalitesi açısından öne çıkan bir uygulamadır. Mobilya üretiminde ise özellikle tutkal uygulamaları ve ahşap işleme süreçlerinde ortam sıcaklık ve neminin kontrol altında tutulması ürün kalitesi için kritik öneme sahiptir. Uygun iklimlendirme koşullarının iş güvenliği ve üretim verimliliğini doğrudan arttırılabileceği ve iş kazalarını azaltılabileceği değerlendirilmektedir.

6.1.7 Alternatif Hammadde Temini

Hammadde tedariki sektörün en kırılgan alanlarından biridir. Kâğıt sanayiinde atık kâğıt toplama ve geri dönüşüm kapasitesinin artırılması, yurtdışına bağımlılığı azaltmak açısından önemlidir. Ayrıca kenevir, bambu ve hızlı büyüyen türlerden elde edilen liflerin sektörde alternatif hammadde olarak kullanımına yönelik Ar-Ge çalışmaları sürmektedir. Mobilya sektöründe ise biyobazlı sunta, geri dönüştürülmüş plastik ve biyobozunur kompozit malzemelerin kullanımı artmaktadır. Literatürde, biyobazlı hammaddelerin kullanımının hem karbon ayak izini önemli ölçüde düşürebileceği hem de tüketici tercihlerinde sürdürülebilir ürünlere olan talebi artıracığı vurgulanmaktadır.

6.1.8 Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi

Tesislerde hali hazırda İSG riskleri kapsamında hazırlanan acil durum planlarının iklim değişikliği riskleri dikkate alınarak güncellenmesi, geleneksel riskler (yangın, kimyasal sızıntı, deprem vb.) dışında fiziksel iklim tehlikelerine ilişkin risklerin de bu planlara eklenmesi önemlidir. Bu çerçevede senaryo bazlı tatbikatlar, çalışanların eğitimi ve iletişim sistemlerinin güçlendirilmesi, iklim kaynaklı acil durumlara hazırlığı arttırılabilecek önlemler arasında değerlendirilmektedir. Proje kapsamında çalışılan 13 tesisinin yarısından fazlasında iklim değişikliği odaklı raporlama çalışmalarının yürütüldüğü aktarılmış, buna karşın sadece %20'sinde faaliyetler özelinde risk değerlendirme çalışmalarının yürütüldüğü belirtilmiştir. Ancak, iklim değişikliği riskleri halen çoğu işletmede yeterince dikkate alınmamaktadır.

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 73 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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

6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinden 31 kişinin yer aldığı ve 21 Mayıs 2025 tarihinde gerçekleştirilen çalıştayın ikinci oturumunda bir önceki oturumda en yüksek puanı alan riskler özelinde hayata geçirilebilecek uyum önlemlerinin listelenmesi hedeflenmiştir. Bu çerçevede her iki grupta farklı riskler üzerine çalışma gerçekleştirilmiş olup, risk özelinde iletilen görüşler aşağıda sıralanmıştır.

Risk: 7. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlülüklerinin zorunlu hale gelmesi (G)

- Özellikle kapsam 3 emisyonlarına yönelik yıllara sari ve doğrulanabilir bir veritabanı oluşturulması (Özel sektör)
- Firma sahiplerinin (yönetim kurulu başkanı seviyesinde) eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi, raporlama odağında ayrı birimlerin kurulması ve uzman çalışanların istihdam edilmesi (Özel sektör)
- Hesaplamaların doğrulanması kapsamında mevcut mekanizmaların geliştirilmesi (Kamu)
- Mevcut durumda yürütülen finansal doğrulama yerine ekolojik ve çevresel yönetime ilişkin hususların da doğrulama sorumlularının belirlenmesi aşamasında gerçekleştirilen sınavlara eklenmesi (Kamu)
- Yönetmeliklerin yürürlüğe giriş tarihlerinin ertelenmemesi (Kamu)
- Uyum sürecinde mevzuatların hızlı bir şekilde uluslararası standartlara uyumlaştırılması (Kamu)
- Finansman sağlanması noktasında getirilen sürdürülebilirlik raporu zorunluluğu hakkında firmaların bilgilendirilmesi (Finans)
- Kapsam 3 emisyonlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması (Ar-Ge)

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

- Tesislerde iklimlendirme altyapısının iyileştirilmesi (Özel sektör)
- Yangın riskine yönelik olarak özellikle stok sahalarında termal kameralı drone ile izleme gibi teknolojik yatırımların hayata geçirilmesi (Özel sektör)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 74 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Stok sahalarında depolama şartlarının iyileştirilmesi, örneğin uygun büyüklükte ve yakınlıkta istifleme yapılması ve stok sahasının kıvılcım oluşumuna sebep olmayan özel malzemeler ile kaplanması (Özel sektör)
- İklim değişikliği risk değerlendirmesinin tesis bazında gerçekleştirilmesi, örneğin; Amerika'da proses güvenliği açısından yaygın olarak kullanılan HAZOP gibi risk analiz yöntemleri gibi yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması (Özel sektör)
- Tesis içinde hammadde ve üretim süreçlerinden kaynaklanan ve sıcaklık ve nem artışına bağlı olarak patlamalara sebebiyet veren tozun (kağıt, ağaç, odun tozu) toplanması veya temizlenmesine yönelik önlemlerin alınması (Özel sektör)
- Atıkların (örn; kağıt, ahşap mobilya) kaynağında ayrıştırılmasına yönelik olarak yerel yönetimler ile işbirliği yapılması, atık getirme merkezleri altyapısının güçlendirilmesi ve üretimde geri dönüştürülmüş malzeme kullanım oranının artırılması, örneğin; aynı firmanın AB'de faaliyet gösteren tesisinde tamamen geri dönüştürülmüş ahşap atıkları ile üretim devam ettirilebilirken Türkiye'deki tesisinde en fazla %20 seviyelerine ulaşılabilmekte (Özel sektör)
- İklim değişikliğine uyum kapsamında mevcut en iyi teknikler benzeri sektörel kıyaslama ve iyi uygulama örneklerinin paylaşıldığı dokümanların/raporların hazırlanması (Kamu)
- Özel sektör işbirliği ile sürdürülebilir orman yönetimine yönelik uygulamaların artırılması, örneğin; endüstriyel ormancılık faaliyetlerinin yanı sıra bölgeye özgü ekolojik ve sosyal koşulları gözeterek çok işlevli ağaçlandırma sahalarının yaygınlaştırılması (Kamu)
- Atık kağıt özelinde ithalata yönelik kota uygulamasının sektörel etkilerinin gözden geçirilmesi, değerlendirmeler doğrultusunda uygulamanın gözden geçirilmesi, kota uygulamalarının yerine atığın kullanımına yönelik bir izleme mekanizmasının oluşturulması (Kamu)
- Atıkların kaynağında ayrıştırılmasına yönelik bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi, hane ölçeğinde toplamaya yönelik altyapının geliştirilmesi ve caydırıcı yaptırımların oluşturulması/uygulanması (Kamu)
- Hammadde temini için biyorestorasyon projeleri üzerinden alternatif finansman olanaklarının oluşturulması, örneğin; habitat restorasyonuna yönelik projeler için Alman Kalkınma Bankası gibi kuruluşlardan finansal destek sağlanması (Finans)
- Alternatif hammadde kaynaklarının ve üretim yöntemlerinin değerlendirilmesine yönelik projelerin geliştirilmesi, örneğin temizlik kağıdı üretiminde bambu kullanımı, daha az selüloz kullanan üretim yöntemlerinin geliştirilmesi (Ar-Ge)

Risk: 22. Enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapısının ve sürdürülebilirliğinin iklim değişikliği tehlikeleri nedeniyle zarar görmesi (F)

- Tesis bünyesinde yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması (Özel sektör)
- Tesis içi enerji verimliliğinin yeni teknolojiler seçilerek artırılması ve enerji tüketiminin azaltılması (Özel sektör)
- Enerji altyapısının geliştirilmesi ve ıklime dirençli hale getirilmesi kapsamında kamu-özel sektör işbirliğinde teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi (Kamu)
- GEKAP (geri kazanım katılım payı) gelirlerinin çevre yatırımlarına aktarılması (Kamu)
- Yenilikçi çözümleri uygulayabilecek ek politikaların geliştirilmesi (Kamu)

- Düşük faizli ya da uzun vadede geri ödemeli finansman kaynaklarının sağlanması, örneğin ATY (Atık Yakma Tesisi) altyapısı kurulması ya da tesis modernizasyonu projeleri için (Finans)
- ETS'den sağlanacak fonlar ile sektörün desteklenmesine yönelik teşviklerin geliştirilmesi (Finans)
- Enerji altyapısını güçlendirecek finansman modellerinin geliştirilmesi (Finans)
- Tüm sektör genelinde dijitalleşme ve otomasyona gidilmesi (Ar-Ge)
- Her türlü Ar-Ge ve inovasyon çalışması ile enerji verimliliği ve sürdürülebilirliğe katkı sağlanması (Ar-Ge)

Risk: 24. Dönüşüm için gerekli yatırım ihtiyacının yüksek olması (G) ve 13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş zorunluluğu (G)

- Tesislerde Ar-Ge çalışmaları kapsamında hayata geçirilen yeni ürünlerin ilgili standartlar kapsamında test edilmesine yönelik olarak ortak bir laboratuvar kurulumu, örneğin; gıda ile temas eden ambalaj malzemelerine yönelik bazı migrasyon analizlerinin Türkiye'de yapılabilmesine yönelik bir altyapı oluşturulması (Özel sektör)
- Son kullanıcıların alternatif ürünler (örneğin geri dönüştürülmüş içerikli ürünler) konusunda bilinçlendirilmesi, pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi (Özel sektör)
- Şirketlerin farkındalığının artırılması (Özel sektör)
- Dönüşümü desteklemek için kısıtların oluşturulması, örneğin plastik ambalajda geri dönüştürülmüş malzeme kullanım oranı üzerine ulusal limitlerin belirlenmesi, su tüketimine yönelik tesis ölçeğinde kısıtlamaların oluşturulması (Kamu)
- Dönüşüm projelerinin desteklenmesi için kamu destekli programların oluşturulması, örneğin Türkiye Yeşil Sanayi Projesi kapsamında duyurulan destek programları gibi (Kamu)
- Yeni ürünlerin test edilmesine yönelik ortak laboratuvar altyapısının kurulumu için destek verilmesi (Kamu)
- Üniversite-sanayi işbirliği programları kapsamının ve sayısının artırılması, proje sonrasında geliştirilen ürünlerin ticarileştirme süreçlerinin daha iyi takip edilmesi (Kamu)
- Toplumun bilinçlendirilmesi amacıyla kamu spotu vb. bilgilendirme faaliyetlerinin artırılması ile üretici ve tüketici tercihlerinin değiştirilmesi (Kamu)
- Çevre etiketi uygulamasının geliştirilmesi, reklamının yapılması ve piyasada teşvik edilmesi (Kamu)
- Mevzuatların kamu tarafından hızlı ve güvenli bir şekilde devreye alınması (Kamu)
- Teşvik ve kredi olanakları kapsamında sektörel bilgilendirme programlarının düzenlenmesi (Finans)
- Teşvik mekanizmalarının kapsamlarının belirlenmesi aşamasında kamuoyu araştırması yapılması, örneğin; Kalkınma Ajansı'nca verilecek desteklerin kapsamının belirlenmesi için özel sektörden mini fizibilite çalışmalarını iletmelerinin istenmesi (Finans)
- Mevcut mekanizmalara ek finansman kaynaklarının oluşturulması (AB destekleri vb.) (Finans)
- Alternatif malzemelerin kullanımına yönelik çalışmaların yürütülmesi ve çeşitliliğin artırılması, örneğin malzeme üreticisi ile mobilya üreticisinin işbirliği yapması (Ar-Ge)

Genel öneriler

- Ticari ormancılık faaliyetlerinin teşvik edilmesi
- İzlenebilirliğin sağlanması (örn; FSC sisteminin entegrasyonu)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 76 / 84

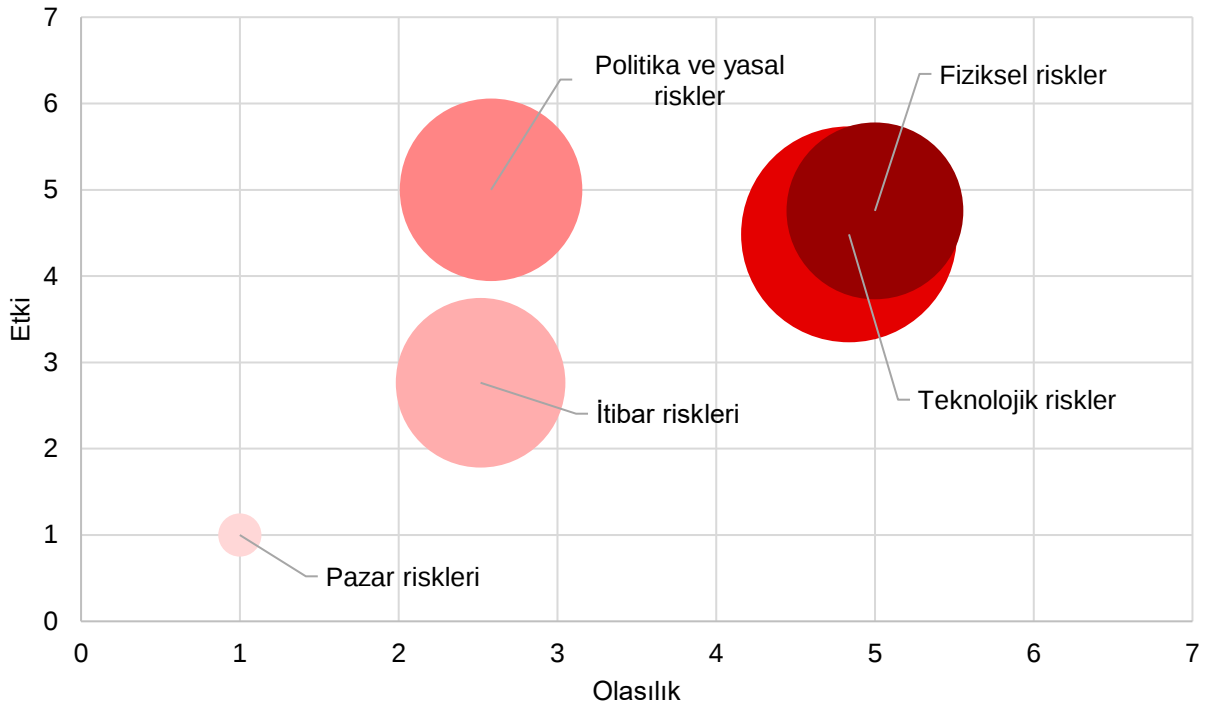
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Orman yangınları, kontrolsüz tahribat gibi ekosisteme zarar veren faaliyetlerin engellenmesi
- Sektörde tüm paydaşlar ile birlikte hammadde planlaması yapılması
- Daha kısa sürede ağaç yetiştiriciliğine yönelik olarak mevcut durumda yasak olan GDO'lu ağaç üretiminin değerlendirilmesi
- Tesislerde aşırı yağış ve sel riski göz önüne alınarak önemli ekipman ve hammaddelerin üst katlarda ya da yerden yüksekte konumlandırılması, altyapının gözden geçirilmesi ve revize edilmesi

TASLAK

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.

Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi açısından çalıştaya katılım sağlayan 25 paydaşın görüşleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelere göre, fiziksel riskler ve teknolojik riskler, hem yüksek etki hem de yüksek olasılık taşıyan, ayrıca oldukça yüksek uyum gereksinimi ve aciliyet düzeyine sahip risk kategorileri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, bu iki risk grubunun iklim değişikliği bağlamında stratejik öncelik taşıdığını göstermektedir. Fiziksel riskler özellikle doğrudan iklim olaylarından kaynaklanan zararlar nedeniyle kritik bir pozisyonadadır. Sıcaklık artışı ve kuraklık tehlikesi nedeniyle tesisteki stok sahalarında yangınların oluşması, orman yangınları nedeniyle hammadde temininde maliyet artışı veya uygun nitelikte ürüne ulaşamama gibi sorunların yaşanması, aşırı yağış ve sel tehlikesine bağlı olarak tesis altyapısının zarar görmesi veya lojistik



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

operasyonların sektöre uğraması, kuraklık tehlikesi nedeniyle tesise su temininde güçlük yaşanması ve sıcaklık artışına bağlı olarak tesis içinde özellikle tutkal, boya ve cila gibi uygulamaların yapıldığı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması sektör açısından öne çıkan fiziksel iklim değişikliği riskleri arasında sıralanmaktadır.

Politika ve yasal risklerin gerçekleşme olasılığı yüksek görülmesine rağmen, etki düzeyleri daha sınırlı olarak değerlendirilmektedir. Mevzuata uyum sağlanmadığında hızla mali, operasyonel ve itibari kayıpların yaşanabileceği göz önüne alındığında analiz sonuçları ile uyumlu olarak bu gruptaki risklere uyum sağlama yönündeki aciliyet oldukça yüksektir. Bu nedenle sektörde faaliyet gösteren firmalar için, ulusal ve uluslararası politika değişikliklerine ve yasal düzenlemelere proaktif uyum stratejileri geliştirmek büyük önem arz etmektedir. Sektörde en öne çıkan politika ve yasal düzenleme riskleri arasında karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi ve AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı gereklerine uyum sağlanması konuları yer almaktadır.

İtibar riskleri ise orta düzeyde etki ve olasılık değerlerine sahip olmasına rağmen, uyum sağlama ihtiyacı ve aciliyet skorlarının yüksekliği ile dikkat çekmektedir. Bu durum, özellikle yatırımcı ve tüketici beklentilerinin sürdürülebilirlik doğrultusunda hızla değişmesi nedeniyle, işletmelerin yeşil aklama (greenwashing) gibi uygulamalardan kaçınmasının ve şeffaf raporlama süreçlerini geliştirmesinin önemini vurgulamaktadır. Öte yandan, pazar riskleri, tüm boyutlarda en düşük değerlere sahiptir. Bu durum, kısa vadede pazar dinamiklerinin diğer risk faktörlerine kıyasla iklim değişikliğine bağlı olarak daha az tehdit oluşturduğunu göstermektedir. Ancak tüketici davranışlarındaki hızlı değişim veya sürdürülebilir hammaddeye erişim sorunlarına bağlı olarak bu riskin orta vadede artma ihtimali göz önünde bulundurulduğunda, pazar kaynaklı dönüşüm ihtimalinin göz ardı edilmemesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Genel itibarıyla orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi açısından iklim değişikliğiyle bağlantılı risklerin sadece fiziksel etkilerle sınırlı olmadığı; aynı zamanda yasal düzenleme, teknolojik dönüşüm ve itibar kaybı boyutlarının da işletmeler için stratejik önem taşıdığı ortaya konmuştur. Uyum sağlama kapasitesi yüksek olan firmaların, iklim değişikliğine bağlı riskleri bir tehdit olarak görmek yerine, bu dönüşüm sürecini rekabet avantajına çevirmesi mümkün görülmektedir. Özellikle orman ve kağıt ürünleri sektöründe faaliyet gösteren tesislerde, sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarının benimsenmesi ile artan düzenleyici beklentilere daha kolay uyum sağlanması ve müşteri beklentileri nezdinde pazarda öne çıkılması söz konusu olabilir. Benzer şekilde mobilya üretim sektöründe, geri dönüştürülmüş veya biyobazlı malzemelerin kullanımını artırarak hem hammadde temini kaynaklı risklerin azaltımı hem de çevresel performansın artırılması sağlanabilir. Basım sektöründe ise düşük emisyonlu üretim teknolojilerine ve dijitalleşmeye geçilmesi ile enerji verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirlik odaklı müşteri beklentilerinin karşılanması mümkün olabilir. Uyum sürecinde erken aksiyon alan tesislerin, iklim değişikliğiyle bağlantılı politika, piyasa ve itibar risklerini daha etkin yönetebildiği; ayrıca sürdürülebilirlik odaklı finansman araçlarına ve ihracat olanaklarına daha kolay erişim sağladığı değerlendirilmektedir. Bu noktada çalıştay kapsamında ortaya konan çözüm önerileri açısından öne çıkan önlem önerileri aşağıda sıralanmıştır:

- Hammadde ve kaynak yönetimi açısından iklim değişikliğine bağlı risklere karşı hammadde temininde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla geri dönüşüm oranlarının artırılması, kağıt, plastik ve ahşap atıklarının yönetimi kapsamında yerel yönetimlerle iş birlikleri kurulması ve alternatif hammadde kaynaklarının oluşturulması odaklarında stratejiler geliştirilmelidir.

- Tesislerin sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı yağış ve sel gibi iklim kaynaklı tehlikelere karşı fiziksel dayanıklılığı teknolojik çözümler kullanılarak artırılmalı, erken uyarı ve risk azaltma sistemlerine yatırım yapılmalıdır.
- Düşük karbonlu üretim süreçlerine geçişi desteklemek için yeni teknolojilerin/ürünlerin geliştirilmesi noktasında üniversite-sanayi iş birlikleri önceliklendirilmeli, ortak test laboratuvarlarının kurulması ya da alternatif malzeme kullanımı gibi konularda sektör içi işbirliği artırılmalıdır.
- Uyum sürecinin hızlandırılabilmesi açısından iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik odaklı raporlama süreçleri şeffaf, doğrulanabilir ve uluslararası standartlara uyumlu hale getirilmelidir.
- Sürdürülebilir ürünlere olan talebin ve dönüşüm motivasyonunun artırılması için, tüketiciler ve üreticiler geri dönüştürülmüş ürünler ve çevre etiketi gibi uygulamalar sayesinde çevresel etkiler konusunda bilinçlendirilmelidir.
- İklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin artırılması noktasında ihtiyaç duyulan dönüşüm yatırımlarının hız kazanması için özel sektörün kapasitesi fark etmeksizin kolay erişim sağlayabileceği, sektör/konu odaklı teşvik ve finansman mekanizmaları geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

Bu çerçevede orman, kağıt ürünleri, matbaa ve basım sanayiinin 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: Orman, kağıt ürünleri, matbaa ve basım sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade

Önlem	Sorumlu	Vade
Tedarik Zinciri ve Hammadde Yönetimi		
Doğal hammaddelerin (kağıt, ahşap vb.) kalitesinde bozulma riskine karşı iklimlendirme altyapısının güçlendirilmesi	Özel sektör	Orta
Yangın riskine karşı stok sahalarında termal kameralı drone ile izleme ve güvenlik yatırımları	Özel sektör	Orta
Stok sahalarında uygun depolama ve kıvılcım önleyici malzemeler kullanılması	Özel sektör	Orta
Hammadde ve üretim süreçlerinde toz patlamasına karşı önlemlerin alınması	Özel sektör	Kısa
Atıkların kaynağında ayrıştırılması, geri dönüştürülmüş malzeme kullanım oranının artırılması	Özel sektör, Kamu	Orta
Sürdürülebilir orman yönetimi ve çok işlevli ağaçlandırma sahalarının yaygınlaştırılması	Kamu, Özel sektör	Uzun
Atık kağıt ithalat kotasının gözden geçirilmesi, izleme mekanizması oluşturulması	Kamu	Kısa
Biyorestorasyon projeleri ile alternatif finansman sağlanması	Finans	Orta
Alternatif hammaddeler ve üretim yöntemleri geliştirilmesi (ör. bambu katkılı ürünler, düşük selülozlu yöntemler, biyobozunur sunta, kenevir)	Ar-Ge	Orta-Uzun
Alternatif hammadde tedarikçilerinin puanlama yöntemiyle belirlenmesi ve firma hafızasında saklanması, ESG uyumlu ve sertifikalı tedarikçilerle işbirliği yapılması	Özel sektör	Kısa
Su Verimliliği ve Kaynak Yönetimi		
Kaynakta atık ayrıştırma altyapısının geliştirilmesi ve hane ölçeğinde bilinçlendirme	Kamu	Orta
Üretimde geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanım oranının artırılması	Özel sektör	Orta
Atık yönetiminde yerel yönetimlerle işbirliği ve atık getirme merkezlerinin güçlendirilmesi	Özel sektör, Kamu	Orta
Atıkların döngüsel ekonomiye kazandırılması (ör. sunta atıkları, sünger fireleri, fly ash, elek altı atıkları vb.) için işbirliği yürütülmesi	Özel sektör, Kamu	Orta
Atıksu geri kazanımı, düşük kirlilik yüküne sahip atıksuyun yeniden kullanımı, ileri arıtım teknolojileri, su tüketimi izleme sistemlerinin kurulması	Özel sektör	Orta
Düşük Karbonlu Üretim ve Temiz Teknolojiler		



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 80 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

Önlem	Sorumlu	Vade
Kapsam 3 emisyonlarına yönelik yıllara sari ve doğrulanabilir veritabanı kurulması	Özel sektör	Orta
Yönetim kurulu seviyesinde eğitim, raporlama birimleri kurulması, uzman istihdamı	Özel sektör	Kısa
Kapsam 3 emisyonlarının belirlenmesine yönelik Ar-Ge projeleri	Ar-Ge	Orta
Enerji verimli teknolojilerin seçilmesi, tesis içi enerji tüketiminin azaltılması	Özel sektör	Orta
Dijitalleşme ve otomasyon yatırımları ile süreçlerin optimizasyonu	Ar-Ge	Orta
Enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik odaklı inovasyon projeleri	Ar-Ge	Uzun
Altyapının Güçlendirilmesi		
HAZOP benzeri risk analiz yöntemlerinin uygulanması	Özel sektör	Orta
Tesislerde iklim değişikliği risk değerlendirmesinin yapılması	Özel sektör	Orta
Aşırı yağış ve sel riskine karşı kritik ekipman ve hammaddelerin yüksek katlarda/zeminden yüksekte konumlandırılması	Özel sektör	Orta
Enerji altyapısının iklime dirençli hale getirilmesi için kamu-özel işbirliği	Kamu, Özel sektör	Orta
Drenaj sistemlerinin düzenli temizliği, açık kanalların yapılması ve belediye işbirliği ile bakım	Özel sektör	Orta
Politika, Finansman ve İşbirliği		
Hesaplamaların doğrulanması için mekanizmaların geliştirilmesi	Kamu	Orta
Uluslararası standartlarla uyumlu mevzuat düzenlemelerinin hızlıca devreye alınması	Kamu	Kısa
Mevcut finansal doğrulamaya ekolojik ve çevresel unsurların dahil edilmesi	Kamu	Orta
GEKAP gelirlerinin çevre yatırımlarına yönlendirilmesi	Kamu	Kısa
ETS fonlarının sektörün desteklenmesine yönelik kullanılması	Finans	Orta
Düşük faizli ve uzun vadeli finansman modellerinin geliştirilmesi (ör. ATY, modernizasyon)	Finans	Orta
AB fonları dahil ek finansman kaynaklarının oluşturulması	Finans	Orta-Uzun
Teşvik mekanizmalarının kapsamlarının belirlenmesi için özel sektörden fizibilite alınması	Finans, Kamu	Orta
Ortak laboratuvarların kurulması (ör. gıda ile temas eden ambalaj malzemeleri için test altyapısı, yeni geliştirilen ürünlerin performans testleri için test altyapısı)	Özel sektör, Kamu	Orta
Üniversite-sanayi işbirliği programlarının genişletilmesi, ürün ticarileştirme süreçlerinin takibi	Kamu, Özel sektör	Orta
Genel Öneriler		
Ticari ormancılık faaliyetlerinin teşvik edilmesi	Kamu	Uzun
İzlenebilirliğin sağlanması (ör. FSC sertifikası entegrasyonu)	Özel sektör	Orta
Orman yangınları ve kontrolsüz tahribatın engellenmesi	Kamu	Kısa-Orta
Hammadde planlamasının tüm paydaşlarla yapılması	Kamu, Özel sektör	Orta
Hızlı büyüyen/GDO'lu ağaç üretiminin değerlendirilmesi	Ar-Ge, Kamu	Uzun
Sektörde iyi uygulamaların paylaşılması için rehber ve raporların hazırlanması	Kamu	Orta



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 81 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

KAYNAKÇA

- ÇŞİDB_a. (2025). *Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği*. Resmi Gazete, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/01/20250114-1.htm> adresinden alındı
- DB. (2024). *Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)*. T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı: <https://www.ab.gov.tr/53747.html> adresinden alındı
- DB. (2025). *Paris Anlaşması*. T.C. Dışişleri Bakanlığı: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> adresinden alındı
- EC . (2025). *'Fit for 55': Council adopts key pieces of legislation delivering on 2030 climate targets*. European Council (Council of the EU): <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/04/25/fit-for-55-council-adopts-key-pieces-of-legislation-delivering-on-2030-climate-targets/> adresinden alındı
- EC. (2025). *Delivering the European Green Deal*. European Commission: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en adresinden alındı
- EEA. (2024). *Water abstraction by source and economic sector in Europe*. European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/water-abstraction-by-source-and> adresinden alındı
- EPA. (2025). *Climate Risks and Opportunities Defined*. EPA United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/climateleadership/climate-risks-and-opportunities-defined#:~:text=Transition%20risks%20are%20those%20associated,and%20transition%20to%20renewable%20energy> adresinden alındı
- Esha, Z., Damania, R., Engle, N. (2023). *Droughts and Deficits: Summary Evidence of the Global Impact on Economic Growth*. World Bank.
- ESRB. (2024). *Climate-related risks and accounting*. European Systemic Risk Board, European System of Financial Supervision.
- ETKB. (2025). *Kyoto Protokolü*. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-kyoto-protokolu> adresinden alındı
- FDF. (2025). *Extended producer responsibility*. Food & Drink Federation: <https://www.fdf.org.uk/fdf/business-guidance-hubs/packaging/packaging-latest/extended-producer-responsibility/> adresinden alındı
- Gallo, F., Lepousez, V. (2020). *Assessing physical climate risks for financial decision makers: common methodologies, challenges and case studies*. Carbone 4. ClimINVEST project report.
- Garman, N. (2019). *How the California Wildfires Affected Supply Chains*. Thomas for Industry: <https://www.thomasnet.com/insights/how-the-california-wildfires-affected-supply-chains/> adresinden alındı
- GIZ. (2021). *Energy Efficiency in the Pulp and Paper Industry*. Sino-German Demonstration Project on Energy Efficiency in Industry .



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 82 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

- GIZ. (2024). *Climate Expert*. Sector Project Sustainable Economic Policy - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ): <https://www.climate-expert.org/en/home> adresinden alındı
- İDB. (2024). *Türkiye Cumhuriyeti Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı*. İklim Değişikliği Başkanlığı. adresinden alındı
- İDB_a. (2025). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*. 2025 tarihinde İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33> adresinden alındı
- İDB_b. (2025). *Paris Anlaşması*. İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34> adresinden alındı
- İDB_c. (2025). *Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi*. İklim Değişikliği Başkanlığı: <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/turkiyenin--8230-3143-20250210095501.pdf> adresinden alındı
- IPCC. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross Working Group discussions*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022). *The second part of the Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Joseph, R. (2022). *Rethinking wastewater: Chennai's journey towards water security*. World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/water/rethinking-wastewater-chennais-journey-towards-water-security> adresinden alındı
- Kyllmann, C. (2023). *Low water levels in Rhine river threat to German economic recovery – analysts*. Clean Energy Wire: <https://www.cleanenergywire.org/news/low-water-levels-rhine-river-threat-german-economic-recovery-analysts> adresinden alındı
- Medellín-Azuara, J., Escrivá-Bou, A., Rodríguez-Flores, J.M., Cole, S.A, Abatzoglou, J.T., Viers, J.H., Santos, N., Sumner, D.A. (2022). *Economic Impacts of the 2020-2022 Drought on California Agriculture*. Water Systems Management Lab. University of California.
- MGM. (2021). *Türkiye Kuraklık Projeksiyonları*. Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/kuraklikprojeksiyon.pdf> adresinden alındı
- Moody's. (2021). *Critical industries have substantial exposure to physical climate risks*. https://assets.website-files.com/5df9172583d7eec04960799a/618872a58d35f2643cbcaef2_BX9770_ESG_Critical%20industries%20have%20substantial%20exposure_7Nov2021.pdf adresinden alındı
- Motta, C., Naumann, G., Gomez, D., Formetta, G., Feyen, L. (2025). Assessing the economic impact of droughts in Europe in a changing climate: A multi-sectoral analysis at regional scale. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, s. 59, 102296.
- NBER. (2017). *TEMPERATURE EFFECTS ON PRODUCTIVITY AND FACTOR REALLOCATION*. National Bureau of Economic Research: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23991/w23991.pdf adresinden alındı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 83 / 84
Güncelleştirme Sayısı: 01

- OECD. (2025). *Fast-tracking Net Zero by Building Climate and Economic Resilience*. OECD : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/fast-tracking-net-zero-by-building-climate-and-economic-resilience_ac75431f/f2c22c96-en.pdf adresinden alındı
- O'Neill, B. M. (2022). *2022: Key Risks Across Sectors and Regions*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, New York, NY, USA. pp. 2411–2538, doi:10.1017/9781009325844.025: Cambridge University Press.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Ebi, K., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D., . . . Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change*, 169-180.
- Smithers, R.J., Gardner, A., Dworak, T. (2023). *Assessing climate change risks and vulnerabilities (climate risk assessment). A DIY Manual. Version 1*. EU Mission on Adaptation to Climate Change.
- Stacy, B. (2023). *Rebuilding economies after COVID-19: Will countries recover?* World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/rebuilding-economies-after-covid-19-will-countries-recover> adresinden alındı
- Taylor, K.E., Stouffer, R.J., Meehl, G.A. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, s. 485-498, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>.
- TB. (2025). *Yeşil Mutabakat Sanayi Planı*. T.C. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/yesil-mutabakat-sanayi-planı> adresinden alındı
- TB_a. (2025). *AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ormansizlasmanin-onlenmesi-mevzuati> adresinden alındı
- TB_b. (2025). *AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ambalaj-ve-ambalaj-atigi-mevzuati> adresinden alındı
- TB_d. (2025). *AB SKDM Bilgi Notu*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi/ab-skdm-bilgi-notu> adresinden alındı
- TB_e. (2025). *Gıda ile Temas Eden Geri Dönüştürülmüş Plastik Materyallere İlişkin Komisyon Tüzüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/gida-ile-temas-eden-geri-donusturulmus-plastik-materyallere-iliskin-komisyon-tuzugu> adresinden alındı
- TB_e. (2025). *Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/kurumsal-surdurulebilirlik-ozen-yukumlulugu> adresinden alındı
- Toczyłowska-Mamińska, R. (2017). Limits and perspectives of pulp and paper industry wastewater treatment – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 78, 764-772.



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

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

- 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. (2024, 11 1). *Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, 2023*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sanayi-Sektoru-Nihai-Enerji-Tuketim-Istatistikleri-2023> adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 12 31). *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)*. TÜİK İstatistik Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Sanayi-114> adresinden alındı
- TÜİK. (2025, Haziran 27). *Yıllık Sanayi Ürün (PRODCOM) İstatistikleri, 2024*. TÜİK Veri Portalı: [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2024-54189](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2024-54189) adresinden alındı
- UNCTAD. (2024). *Suez and Panama Canal disruptions threaten global trade and development*. UN Trade and Development: <https://unctad.org/news/suez-and-panama-canal-disruptions-threaten-global-trade-and-development> adresinden alındı
- UNEP. (2023). *Sectoral Risk Briefings: Insights for Financial Institutions - Climate Risks in the Industrial Sector*. UN Environment Programme Finance Initiative.
- Waidelich, P., Batibeniz, F., Rising, J., Kikstra, J.S., Seneviratne, S.I. (2024). Climate damage projections beyond annual temperature. *Nature Climate Change*, s. 14, 592-599.
- WEF. (2025). *The Global Risks Report 2025*. ISBN: 978-2-940631-30-8: World Economic Forum.
- West, J.M., Brereton, D. (2013). *Climate Change Adaptation in Industry and Business: A Framework for Best Practice in Financial Risk Assessment, Governance and Disclosure*. Australia National Climate Change Adaptation Research Facility (NCCARF).
- World Bank. (2010). *HEAT - Hands-on Energy Adaptation Toolkit*. Energy Sector Management Assistance Program.