



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

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

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

şubat 2026



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, şEHİRCİLİK VE
İKLİM DEğİşİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEğİşİKLİğİ
BAşKANLIğI



CLIMATECH4
INDUSTRY



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK
MAM



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



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

İKLİM DEğİşİKLİğİNE KARşI HASSAS SANAYİ SEKTÖRLERİNİN ADAPTASYON KAPASİTESİNİN RİSK DEğERLENDİRMESİYOLUYLA GELİşTİRİLMESİ PROJESİ

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

şubat 2026



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, şEHİRCİLİK VE
İKLİM DEğİşİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEğİşİKLİğİ
BAşKANLIğI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



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

ISBN: 978-625-6720-23-7
İSO Yayın No: 2026/4
Sertifika No: 52731

Şubat 2026
İstanbul

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

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

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

PROJE EKİBİ



TÜBİTAK MAM

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

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı



İSTANBUL SANAYİ ODASI

İSTANBUL SANAYİ ODASI

Burçin DEĞİRMENCİOĞLU
Erbil BÜYÜKBAY
Özge GÜVEN
Özlem ERCAN
Hüseyin TANRIVERDİ

Bu rapordaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM ve İSO sorumlu değildir.

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

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	5
KISALTMALAR LİSTESİ	6
1. GİRİŞ	7
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ	10
3. TÜRKİYE'DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU	12
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	19
4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi	23
4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları	24
5. ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ	35
5.1.1 Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük	37
5.1.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar	37
5.1.3 Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler	37
5.1.4 Su Temininde Güçlük	37
5.1.5 İklimlendirme İhtiyacının Artması	38
5.2. Geçiş Riskleri	38
5.2.1 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı	38
5.2.2 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği	38
5.2.3 AB Atık Çerçeve Direktifi	38
5.2.4 AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği	39
5.2.5 AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	40
5.2.6 AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi	40
5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	41
6. ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ	48
6.1. Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri	49
6.1.1 Enerji Verimliliğinin Arttırılması	49
6.1.2 Su Verimliliğinin Arttırılması	50
6.1.3 Kaynak Verimliliğinin Arttırılması	51
6.1.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	51
6.1.5 Altyapının İyileştirilmesi	51
6.1.6 İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi	52
6.1.7 Alternatif Hammadde Temini	52
6.1.8 Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi	52
6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları	53
7. GENEL DEĞERLENDİRME	56
KAYNAKÇA	63

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde önceliklendirilen alt sektörler	20
Tablo 4.2: Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları	22
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	25
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	26
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	27
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	28
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	30
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	31
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	32
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	34
Tablo 5.1: Geçiş ve fiziksel iklim riskleri	36
Tablo 5.2: Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı programı	40
Tablo 5.3: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları	44
Tablo 5.4: İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları	46
Tablo 7.1: Orman, kağıt ürünleri, matbaa ve basım sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade	59

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi	13
Şekil 3.2: İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı	15
Şekil 3.3: İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b)	16
Şekil 3.4: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde su ve atıksu istatistikleri	16
Şekil 3.5: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde enerji tüketimi istatistikleri	17
Şekil 4.1: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren firma sayısı (a) ve personel sayısı (b)	21
Şekil 4.2: Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı	24
Şekil 5.1: Çalıştaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%)	41
Şekil 5.2: Çalıştay fotoğrafları	42
Şekil 7.1: İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi	57

KISALTMALAR LİSTESİ

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

1

GİRİŞ

İstanbul Sanayi Odası koordinatörlüğünde ve TÜBİTAK MAM ortaklığında yürütülen “İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi (ClimaTech 4 Industry)” projesi Avrupa Birliği ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı kapsamında ortaklaşa finanse edilmektedir. İklim Değişikliğine Uyum Hibe Programı (CCAGP), iklim değişikliğine uyum projelerinin Türkiye’de yerel ve bölgesel seviyede uygulanmasını desteklemek için tasarlanmıştır. CCAGP, toplulukların dirençliliğini artırmayı, doğal kaynaklar ile ekosistemi korumayı ve etkilenebilir sosyal grupların yanı sıra şehirlerin ve ekonomik sektörlerin uyum kapasitesini geliştirmeyi hedeflemektedir. Nihai Faydalanıcısı, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), İklim Değişikliği Başkanlığı olup, ÇŞİDB Avrupa Birliği ve Dış

İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Yatırımları Daire Başkanlığı Hibe Programı’nın Sözleşme Makamı’dır. Projenin hedef grubu ve nihai faydalanıcıları üzerindeki beklenen etkisi, iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle başa çıkmada kilit bir ortak olarak özel sektörün farkındalığını artırmak ve imalat şirketlerini, iklimle ilgili riskleri değerlendirip uyum önlemleri geliştirmeleri konusunda desteklemektir. Böylelikle, Türkiye’deki imalat sanayinin iklim değişikliğine karşı uyum kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunulması ve dolaylı olarak toplulukların ve toplumun direncinin artırılması hedeflenmektedir. Projenin temel amacı, iklim değişikliğinin imalat sanayi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve sektörel uyum stratejilerinin oluşturulmasıdır. Bu çerçevede seçilen 3 alt sektör arasında bulunan gıda ürünleri, tekstil ürünleri ile orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayilerinde faaliyet gösteren 10 tesiste temiz



üretim etütlerini de kapsayan detaylı iklim değişikliği risk değerlendirmesi analizleri yapılmıştır. Buna ek olarak seçilen 30 tesiste genel bir değerlendirme çalışması yapılarak 3 alt sektör bazında iklim değişikliği risklerinin azaltılması amacıyla hayata geçirilebilecek stratejilerin değerlendirildiği sektörel eylem planlarının hazırlanması hedeflenmiştir. Ayrıca sanayi sektörlerinde karar vericilere genel bir bakış açısı sunulması amacıyla çalışmanın temel sonuçlarını, sektörel bazda toplanan verilerin özetini ve sanayi sektörleri uyum kapasitesini arttırmak amacıyla önerilebilecek uyum eylemlerine ilişkin değerlendirmeleri içeren bir rapor hazırlanması hedeflenmiştir.

Projenin en önemli bileşenlerinden biri farkındalık ve bilinçlendirme amacıyla organize edilmiş olan ve 2 döngüde özel sektör, kamu ve sivil toplum kuruluşlarından toplam 135 temsilcinin katılım sağladığı Mini MBA programıdır. TÜBİTAK MAM araştırmacıları ile finans ve kurumsal sürdürülebilirlik konusunda uzman kişiler

tarafından gerçekleştirilen Mini MBA programı; her biri 3 saat süreli toplam 6 oturumda iklim değişikliği temel kavramlar, risk analizi, temiz üretim ve denetimi, iklim uyum finansmanı ve kurumsal sürdürülebilirlik raporlaması konu başlıklarında 6 haftada tamamlanmıştır. Bu program çerçevesinde, proje kapsamında geliştirilen sanayi sektörlerine yönelik iklim değişikliği risk değerlendirmesi metodolojisinin projeye dahil edilmemiş tesislerde de uygulanabilmesi amacıyla bilinçlendirme çalışması yapılması hedeflenmiştir. Bunun dışında proje kapsamında teknoloji, finansman, iletişim odaklarında ve son olarak sanayiden 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 21-29 Mayıs 2025 tarihleri arasında fiziki olarak düzenlenmiş, çalıştaylarda toplam 90 katılımcının sektörde gerçekleştirebilecek fiziksel ve geçiş risklerine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri alınmıştır. Son olarak proje sonuçlarının paydaşlara aktarımının hedeflendiği "Sanayinin İklim Uyumunun Güçlendirilmesi Konferansı" başlıklı bir konferans 29 Eylül 2025 tarihinde fiziki olarak düzenlenmiştir. 100'ün üzerinde katılımcının yer aldığı bu toplantı çerçevesinde iklim değişikliğine uyuma yönelik ülkemizden ve Avrupa'dan güncel gelişmeler paylaşılmıştır. Devamında düzenlenen panel oturumunda konuşmacılar tarafından iklim değişikliğine uyum çerçevesinde küresel düzenlemeler, teknolojiler, finansal kaynaklar ve iklim risklerinin raporlaması konularında bilgiler aktarılmıştır. Konferans sektörel deneyim paylaşımları ve iyi uygulamalar özelinde sektör ve Ar-Ge temsilcilerinin sunumları ile tamamlanmıştır. Proje kapsamında gerçekleştirilen tüm faaliyetler projenin web sitesi (<https://www.iso.org.tr/climatech-industry-4/index.html>) üzerinden paydaşlara aktarılmıştır. Proje çalışmaları kapsamında hazırlanan bu rapor orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde oluşabilecek fiziksel ve geçiş riskleri hakkında bilgi verilmiş, proje kapsamında elde edilen bulgular değerlendirilerek, alt sektörlerde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılmasına yönelik olarak hayata geçirilebilecek uyum önlemleri öneriler halinde paylaşılmıştır.



2

İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNİN
İMALAT SANAYİ
ÜZERİNDEKİ
GENEL ETKİLERİ

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

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

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

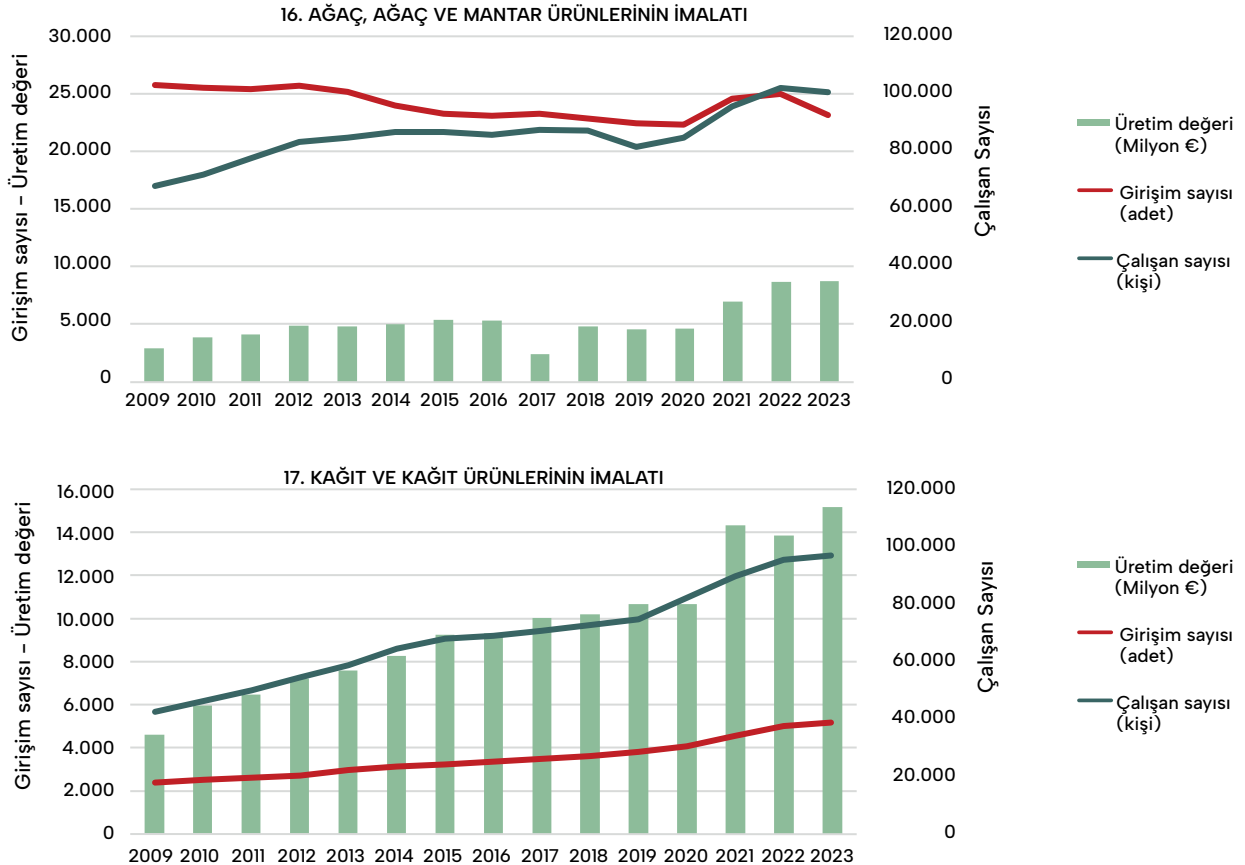
3

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

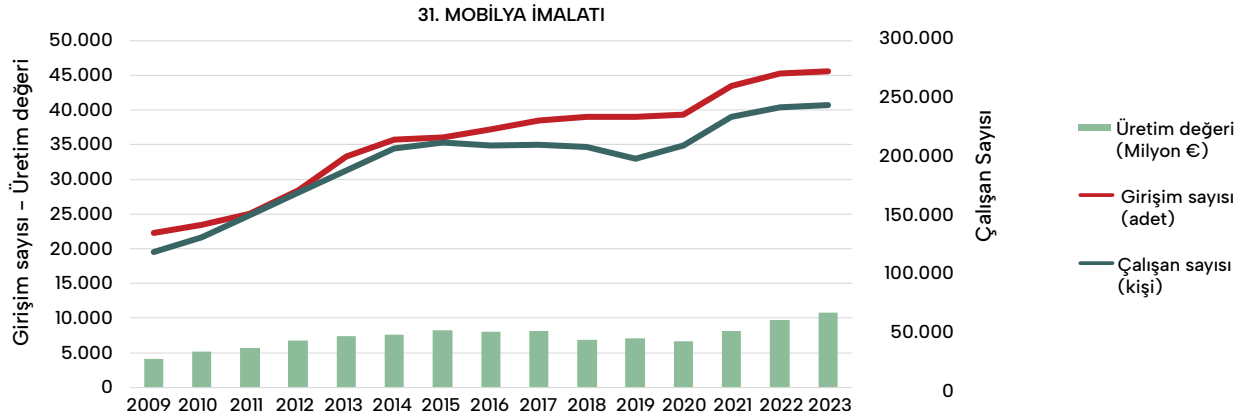
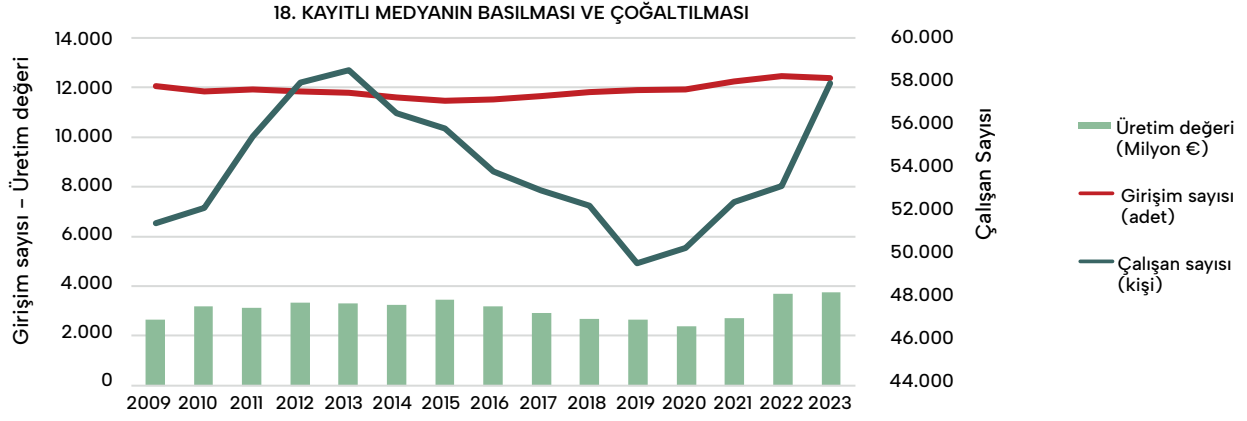
Türkiye imalat sanayiinin temel bileşenlerinden biri olan kağıt ürünleri ve mobilya imalatı, 2024 yılı itibarıyla toplam ürün satış değerlerinin %4'ünü oluşturmuştur (TÜİK, 2025). TÜİK tarafından yayınlanan 2009-2023 yılları arasında kapsayan 'Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)' incelendiğinde, 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. Kağıt 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_a, 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 kırılganlıkları ortaya koyduğu görülmektedir. Özellikle pandemi sonrası ambalaj malzemesi kullanımının artışına bağlı olarak kağıt ürünleri ve basım sektörlerinde hızlı bir genişleme görülmüştür.

Şekil 3.1 – Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi



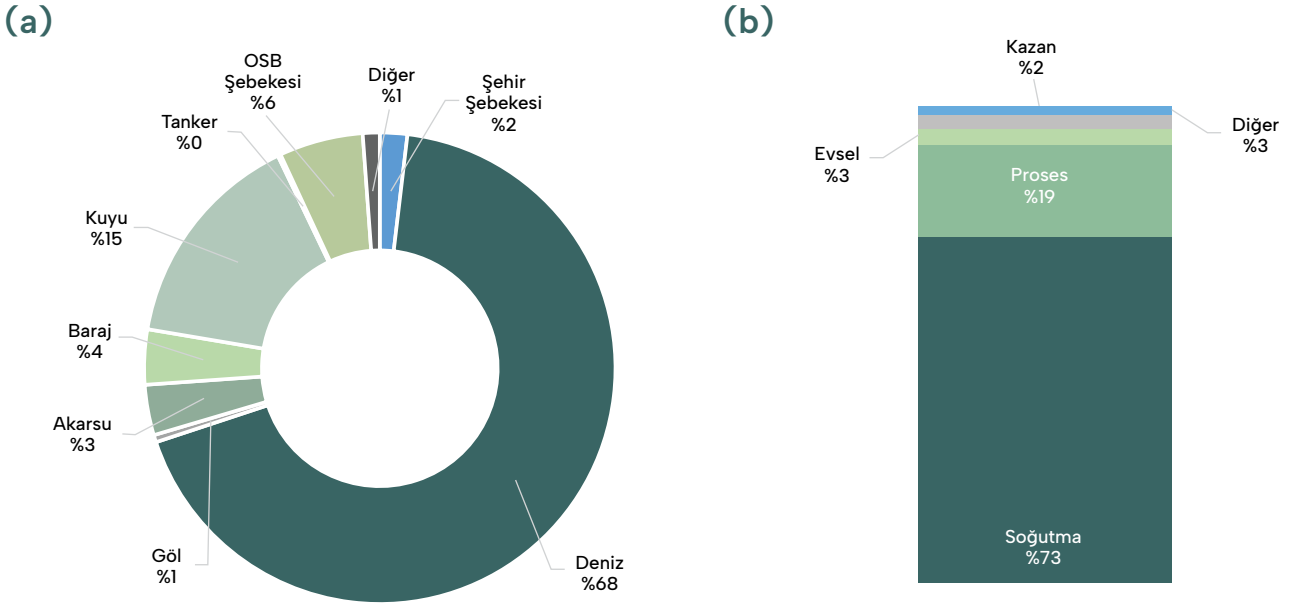
TÜRKİYE’DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU



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

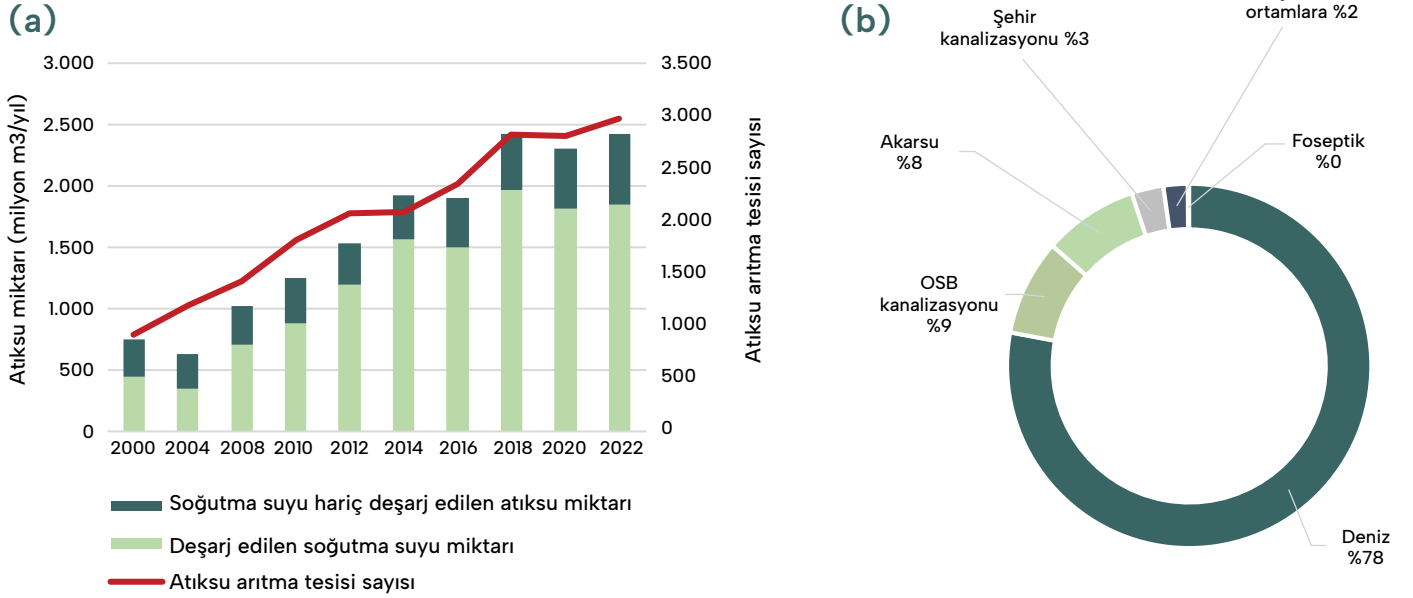


İmalat sanayi geneli için 2000-2022 yılları aralığında toplam deşarj edilen atıksu miktarı 3 katın üzerinde artış göstermiştir. Alıcı ortamlara göre dağılıma bakıldığında yaklaşık %80 oranında denize, %9 oranında OSB kanalizasyon sistemine ve %8 oranında akarsuya deşarj gerçekleştirildiği görülmektedir. 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).

TÜRKİYE’DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU

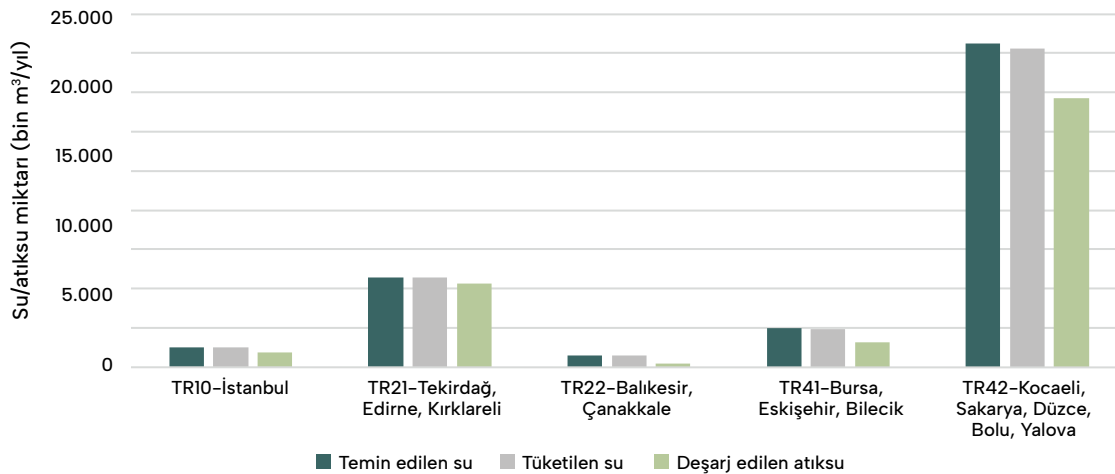
Şekil 3.3 – İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b)



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.

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

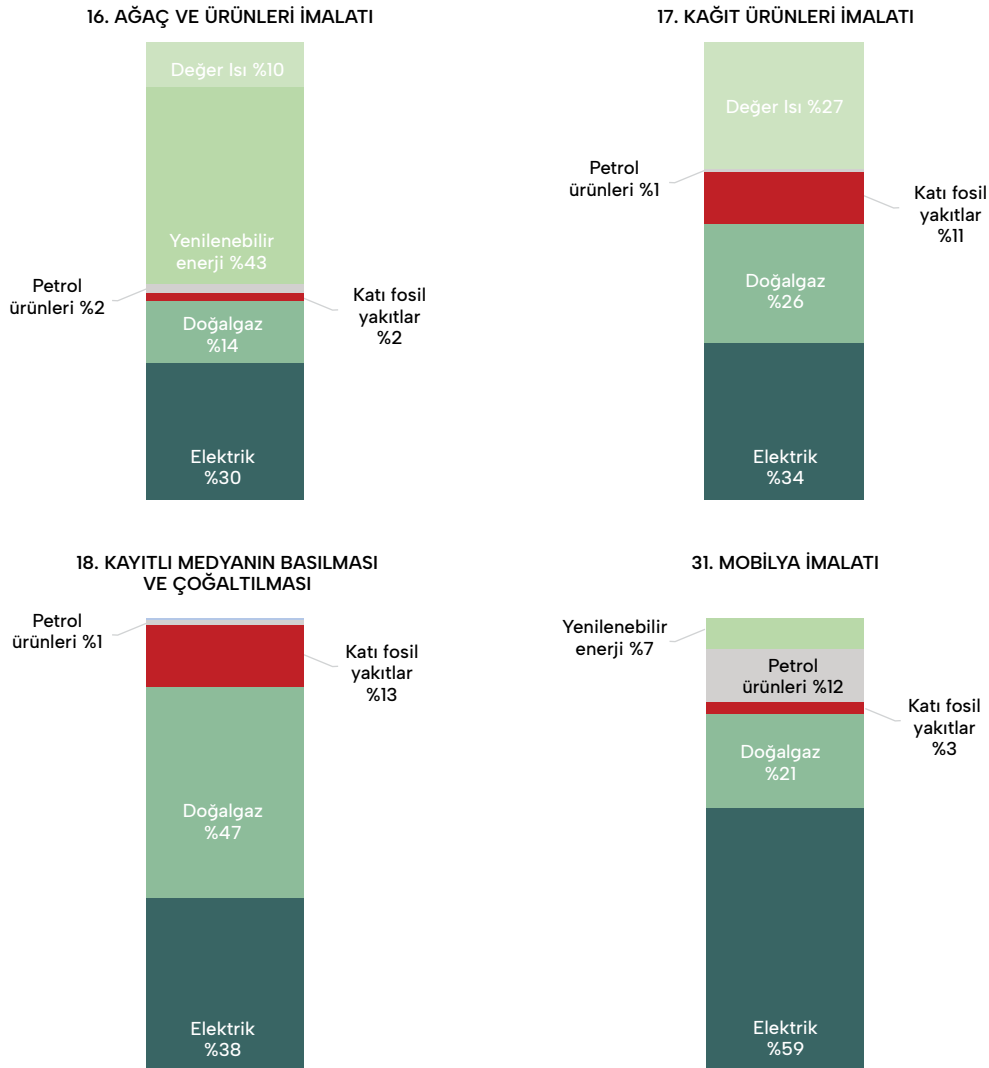


Not: Bu veriler, proje kapsamında “TÜİK İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti” kullanılarak oluşturulmuştur.

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_b, 2024).

Şekil 3.5 – Orman, kağıt ürünleri, mobilya ve basım sanayiinde enerji tüketimi istatistikleri



TÜRKİYE’DE ORMAN, KAĞIT ÜRÜNLERİ, MOBİLYA VE BASIM SANAYİİNİN MEVCUT DURUMU

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.

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.



4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
RİSK ANALİZLERİNE
YÖNELİK SAHA
ÇALIŞMALARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje kapsamında belirlenen 3 sektör özelinde öncelikli alt sektörlerin değerlendirilmesi amacıyla hem İSO'nun Kapasite Raporları Veritabanı'ndan elde edilen tüketim seviyeleri bilgileri değerlendirilmiş, hem de temiz üretim uygulamaları potansiyeli ve iklim riskleri çerçevesinde proje ekibinin mevcut tecrübeleri ve literatür bilgileri göz önüne alınmıştır. Projenin temel hedefi, geliştirilen iklim değişikliği risk değerlendirme metodolojisinin farklı sektörlerde uygulanabilirliğini göstermek

olduğundan, iklim değişikliği risklerinin daha yoğun hissedilebileceği alt sektörlerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda, 4 haneli NACE kodlarına göre 10 öncelikli alt sektör temiz üretim denetimi için, ek olarak 80 öncelikli alt sektör ise iklim değişikliği risk analizleri için belirlenmiştir. 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

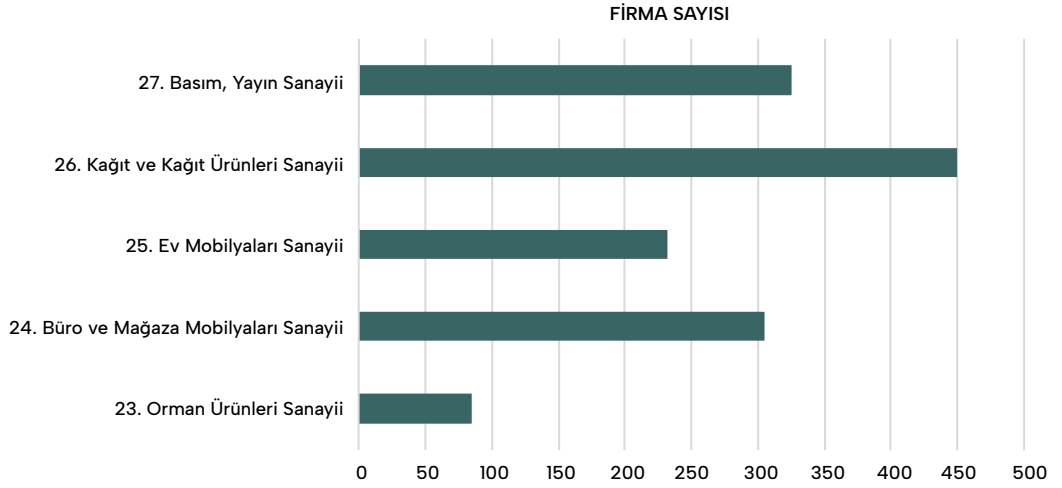
ISO Meslek Komitesi	Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)
Orman Ürünleri Sanayii	16.10: Ağaçların biçilmesi ve planlanması 16.21: Ahşap kaplama paneli ve ağaç esaslı panel imalatı 16.22: Birleştirilmiş parke yer döşemelerinin imalatı 16.23: Diğer bina doğramacılığı ve marangozluk ürünlerinin imalatı 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 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

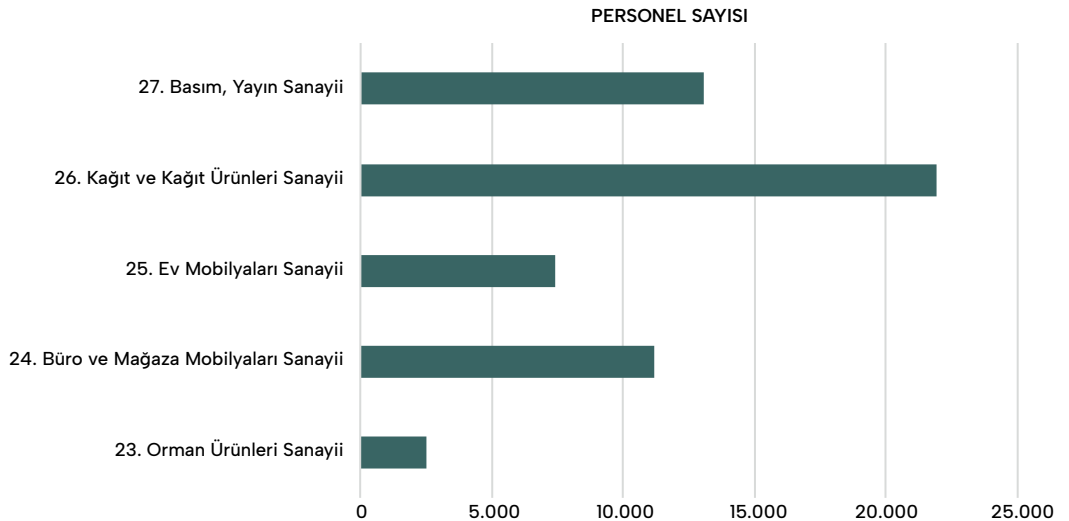
komitelerinin takip ettiği görülmektedir. Bu firmalar için kapasite raporlarında yer verilen toplam enerji tüketimi seviyesi 45,5 milyon TEP seviyesindedir. Enerji tüketimi açısından en öne çıkan alt sektörler, Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayii ve Basım, Yayın Sanayii sektörleri olarak değerlendirilmiştir. 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 sayısı (a) ve personel sayısı (b)

(a)



(b)



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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 empenye edilmiş olanlar ile krepon ve kırışık kağıtlar dahil)	3
17.21.12: Kağıt veya mukavvadın 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 vatkadan 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, teçhizatlı 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 risk analizi gerçekleştirilmeyen projelere daha az güvenle yatırım yapılması ve verimsiz süreçlere dayalı ürünlere daha az talep olması gibi finansman ve piyasa riskleri ve toplumun ihtiyaçlarının dikkate alınmaması nedeniyle oluşabilecek itibar riskleri yer almaktadır. Proje kapsamında hazırlanan metodoloji ile tesis özelindeki fiziksel risklerin detaylı bir şekilde ortaya konması hedeflenmiş olup, sektör özelinde geçiş riskleri ise sektör temsilcilerinin katılım sağladığı çalıştaylar, ikili görüşmeler ve literatür taraması doğrultusunda ortaya konmuştur. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliği risk değerlendirmesinin, tehlike (hazard), maruziyet (exposure) ve kırılganlık (vulnerability) arasındaki etkileşimi dikkate alan üç boyutlu bir çerçevede yapılmasını önermektedir. IPCC, tehlikeyi “can kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, ayrıca mülk, altyapı, geçim kaynakları, hizmet sağlama ve ekosistemlerde hasar ve kayıplara neden olabilecek doğal veya insan kaynaklı bir fiziksel olay veya eğilimin olası oluşumu” olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle, iklimle ilgili bir olay (örn; aşırı hava olayları) veya iklim değişkenleri üzerindeki bir eğilim (örn; ortalama sıcaklıklardaki artış) iklim tehlikesi olarak sınıflandırılabilir. Risk değerlendirmesinin ikinci bileşeni olan maruziyet, IPCC tarafından “insanların varlığı; geçim kaynakları;

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.

türler veya ekosistemler; çevresel işlevler, hizmetler ve kaynaklar; altyapı veya olumsuz etkilenebilecek yer ve ortamlardaki ekonomik, sosyal, çevresel veya kültürel varlıklar” olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, risk altındaki unsurlar (örn; vatandaşlar, altyapı, varlıklar) maruziyet değerlendirmesi için tanımlanabilirken, maruz kalma derecesi ve süresinin değiştirilmesi riskin artmasına veya azalmasına neden olabilir (örn; kıyı bölgelerdeki nüfus yoğunluğu). IPCC tarafından “olumsuz etkilenme eğilimi veya yatkınlığı” olarak tanımlanan ve risk değerlendirmesinin son bileşeni olan kırılganlık, zararlar karşısındaki duyarlılık ve başa çıkma-uyum sağlama kapasitesinin mevcut olmaması gibi çeşitli kavram ve unsurları kapsar. Kırılganlık iki farklı özelliği bünyesinde barındırır; fiziksel, sosyal ve ekonomik faktörlere (örn; yaş dağılımı, altyapı projeleri için kullanılan malzemelerin türü) bağlı duyarlılık (sensitivity) ve vatandaşların ve kuruluşların iklim değişikliği ile ilgili etkilerle başa çıkma ve bunlara uyum sağlama becerisine (örn; erken uyarı sistemlerinin mevcudiyeti, yerel bilgi) bağlı kapasite (adaptive capacity) (IPCC, 2020). Proje kapsamında oluşturulan iklim değişikliği risk değerlendirme metodolojisi tehlike, maruziyet ve kırılganlık bileşenlerini dikkate almaktadır.

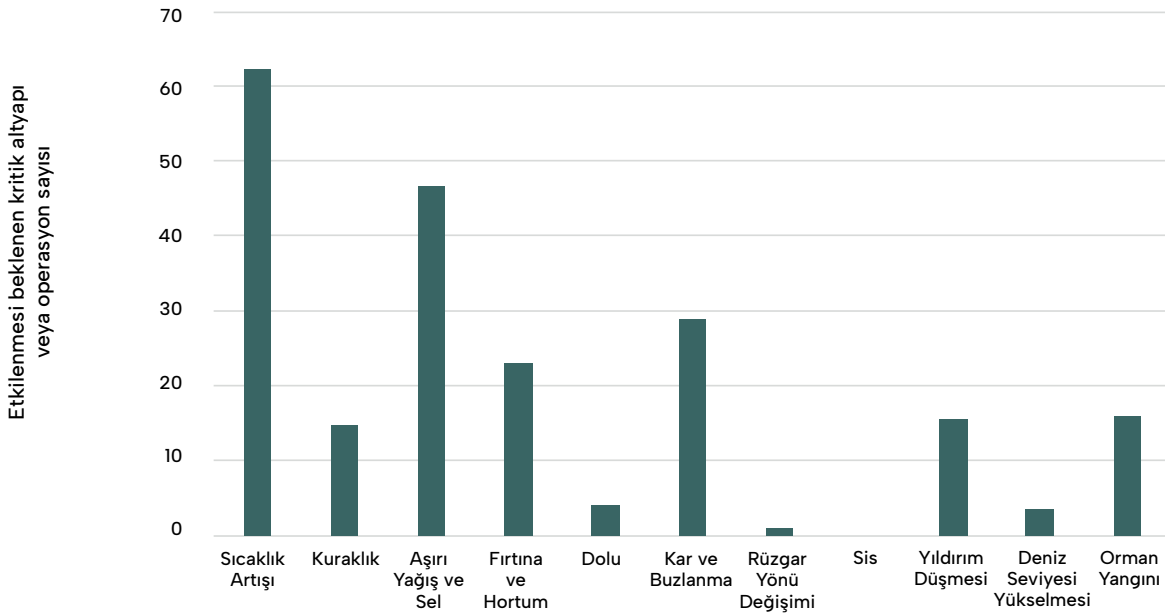
Bu çerçevede projede fiziksel risklerin değerlendirilebilmesi amacıyla TÜBİTAK MAM ekibi tarafından geliştirilen excel tabanlı risk değerlendirme aracı kullanılarak tesis özelinde iklim değişikliği etki, etkilenebilirlik ve risk analizlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Söz konusu analizler çerçevesinde tesislerde iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi beklenen altyapı ve operasyonların belirlenmesi

sonrasında her bir kritik altyapı ve operasyon için kırılabilirlik 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 217 adet kritik altyapı veya operasyon tanımlanmış olup, bunların yaklaşık %29'u 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).

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 kırılabilirlik seviyelerine Tablo 4.3'te yer verilmiştir. Genel itibariyle en fazla kritik altyapı veya operasyonun belirlendiği sıcaklık artışı için kırılabilirliğin 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. Son yıllarda artan sıcak hava dalgalarına bağlı olarak kompresör arızaları, pano ısınmaları ve açık stok alanlarında küçük çaplı yangın risklerinin realize olduğu tespit edilmiştir. Buna 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 kırılganlık seviyeleri

İklim Tehlikesi	Duyarlılık					Uyum Sağlama Kapasitesi					Kırılganlık				
	1- Etkisi Çok Düşük	2- Etkisi Düşük	3- Etkisi Orta	4- Etkisi Yüksek	5- Etkisi Çok Yüksek	1- Kapasite Çok Düşük	2- Kapasite Düşük	3- Kapasite Orta	4- Kapasite Yüksek	5- Kapasite Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sıcaklık Artışı	3	13	22	19	5	1	9	29	17	6	0	12	29	20	1
Kuraklık	0	2	2	10	1	0	3	6	5	1	0	1	6	8	0
Aşırı Yağış ve Sel	4	5	12	18	7	1	11	16	14	4	2	6	17	17	4
Fırtına ve Hortum	1	5	6	10	2	1	5	8	8	2	0	4	11	8	1
Dolu	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	1	0
Kar ve Buzlanma	3	5	5	15	1	2	4	8	13	2	1	4	15	7	2
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	1	1	7	7	0	0	1	6	9	0	0	1	10	5	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	1	0	1	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1	2	0
Orman Yangını	0	3	4	9	1	0	2	8	7	0	0	0	11	6	0



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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 sıcaklık ve nem artışına bağlı olarak çalışanlarda termal konfor sorunları, halsizlik ve tansiyon problemleri yaşandığı görülmektedir. Bu durumun iş gücü kaybına ve operasyonel verimlilikte düşüşe neden olduğu izlenmektedir.	Bazı tesislerde sıcak hava dalgaları döneminde çalışanlarda sağlık sorunları yaşanmıştır.
Depolama ve stok yönetimi	Nem dengesinin bozulması, ürün kalitesinde sorun	Hammaddelerin ve yarı mamüller için ideal nem oranı ve ürün bütünlüğü/işlenebilirliği sıcaklık artışından etkilenmektedir.	Nem dengesizliği nedeniyle üretim sorunları (hammaddenin çatlaması vb.) yaşanmıştır.
Üretim alanları	Sıcaklık ve nem değişimleri nedeniyle kalite kaybı	Özellikle boya, baskı ve tutkallama gibi sıcaklığa hassas proseslerde viskozite değişimleri ve kuruma sürelerindeki sapmalar nedeniyle kalite kayıpları yaşandığı görülmektedir.	Sıcaklık dalgalanmaları üretim kalitesini bozarak fireleri artırmıştır.
Enerji temini	Ekipman veriminde düşüş, arıza riski	Aşırı sıcaklıklar elektrik panoları, trafolar ve özellikle kompresör sistemlerinde aşırı ısınmaya yol açarak ekipman verimini düşürmekte, plansız duruşlara ve teknik arıza risklerinde artışa neden olmaktadır.	Kompresörlerin hararet yapması sonucu üretim duruşları yaşanmıştır.
Hammadde stok alanları	Yangın riski, hammadde kaybı	Açık alanlarda stoklanan odun dışı ve odun bazlı hammaddelerin aşırı kuruma neticesinde yanıcılık dirençleri azalarak, yangın riskini kritik seviyelere ulaştırabilmektedir.	Stok sahalarında aşırı kuruma kaynaklı küçük çaplı tutuşmalar 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	Şiddetli yağış hadiselerinde arıtma tesisleri ve iletim hatlarının deşarj kapasiteleri aşılabilmektedir.	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 etkilenmektedir. Hammadde ve bitmiş ürünlerde ıslanma, kirlenme ve bozulmaya bağlı ekonomik kayıplar oluşmaktadır.	Bazı tesislerde sel sonucu depolarda ürün kaybı yaşanmıştır.
Enerji altyapısı	Elektrik kesintisi, kısa devre, yangın riski	Su baskınında pano ve trafo merkezlerinin zarar görmesi ve kısa devre oluşması riski artmaktadır.	Geçmişte yağış dönemlerinde enerji altyapısında arızalar yaşanmıştır.
Üretim binaları	Fiziksel zarar, üretim durması	Aşırı yağış hadiselerinde çatı alanlarında sızıntı ile veya zemin seviyesinde suyun yükselmesi ile üretim sahalarının su basması söz konusu olmaktadır.	Bazı tesislerde yağış sonrası üretimde kesintiler yaşanmıştır.
Lojistik ve sevkiyat alanları	Ulaşım kesintisi, ürünlerin zarar görmesi	Şiddetli yağışlar tesis içi yolları ve sevkiyat rampalarını kullanılamaz hale getirerek, lojistik süreçleri aksatabilir.	Geçmişte aşırı yağışlar nedeniyle sevkiyatlarda gecikmeler yaşanmıştır.

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.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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	Ulaşımda kesinti, tedarik ve sevkiyat gecikmeleri	Karayolu taşımacılığı kar ve buzlanma hadiselerinden doğrudan etkilenebilmektedir. Güzergahların kapanması hammadde akışında kesintilere yol açabilmektedir.	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 çalışmamaktadır.	Bazı tesislerde kış aylarında üretim aksamaları yaşanmıştır.
Enerji ve buhar temini	Isı kaybı, yakıt tüketiminde artış	Düşük dış ortam sıcaklıkları, buhar hatlarında ve enerji iletim sistemlerinde ısı kayıplarının artmasına neden olabilmektedir. Bu durum, sistem verimliliğinin düşmesine ve birim üretim başına düşen enerji maliyetlerinin yükselmesine yol açabilmektedir.	Önceki dönemlerde buhar tüketiminde artış rapor edilmiştir.
Atıksu arıtma tesisleri	Biyolojik süreçlerde verim kaybı	Soğuk hava biyolojik arıtma tesislerindeki mikroorganizmaları olumsuz etkileyerek, metabolik hızlarını yavaşlatabilmektedir. Bu durum, arıtma veriminin düşmesine ve deşarj standartlarının korunmasında zorluklara yol açmaktadır.	Bazı tesislerde kış dönemlerinde kapasite düşüşleri yaşanmıştır.
Hammadde ve stok yönetimi	Form bozulması, küflenme, lojistik gecikmeler	Hammaddeler soğuk ve nem nedeniyle fiziksel deformasyona uğramakta, bu durum hammadde hazırlık süreçlerinin uzamasına ve stok yönetiminde operasyonel güçlüklerin oluşmasına yol açmaktadır.	Geçmiş dönemlerde bazı hammaddelerde kayıplar görülmüştür.
Personel ulaşımı	İş gücü kaybı, üretim duraksaması	Kar yağışı ve buzlanma hadiseleri, personel servislerinin ve çalışanların tesise güvenli erişimini engellemektedir.	Yoğun kış koşullarında bazı tesislerde personel ulaşımı kesilmiştir.
Tesis içi lojistik	Forklift ve araç kullanımında aksamalar	Fabrika sahası içerisindeki yollarda meydana gelen buzlanmalar, forklift ve diğer iş makinelerinin hareket kabiliyetini kısıtlayarak, tesis içi malzeme transferlerinde gecikmelere ve operasyonel kaza risklerinin artmasına yol açmaktadır.	Önceki kış aylarında tesis içi ulaşım aksamalar rapor edilmiştir.
Ürün sevkiyatı	Müşteri teslimatlarında gecikme	Karayolu sevkiyat süreçleri, kar ve buzlanma nedeniyle ulaşım ağlarında yaşanan tıkanıklıklardan olumsuz etkilenmektedir.	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 rüzgar ve hortum riskine karşı kırılgan durumdadır. Şiddetli rüzgarların tesis çatılarında ve dış cephe kaplamalarında yapısal hasarlara yol açabildiği, bu durumun iş sağlığı ve güvenliği risklerini artırarak operasyonel duruşlara neden olabildiği izlenmektedir. 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. Yeraltı su seviyelerindeki düşüşlerin kuyu verimliliklerini olumsuz etkilediği ve su yoğun proseslerde soğutma çevrimi aksaklıklarına sebebiyet verebildiği görülmektedir. Son yıllarda bazı tesislerde 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. Yüksek gerilim hatlarına ve trafo merkezlerine isabet eden yıldırımların hassas elektronik kartlarda arızalara ve kontrol sistemlerinde veri kayıplarına yol açabildiği izlenmektedir. 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. Kıyı şeridindeki lojistik terminallerin ve depolama alanlarının su altında kalma riskinin, hammadde tahliye süreçlerini doğrudan etkileyebileceği öngörülmektedir. Geçmişte doğrudan bir olumsuz örnek yaşanmamıştır.



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Orman yangınları, orman ürünleri sanayisinin hammaddeleri için en büyük risklerden biridir. MDF, sunta, kereste, karton ve selüloz gibi hammaddelerin tedariğinde yangınlara bağlı aksamalar, fiyat artışları ve üretim duruşları yaşanabilir. Özellikle ithalata bağımlı ürünlerde, küresel yangınların lojistik süreçleri sekteye uğratma potansiyeli yüksektir. Yangınların hammadde sahalarındaki biyoçeşitliliği ve ağaç kalitesini bozarak uzun vadeli tedarik güvenliğini tehlikeye atabildiği görülmektedir. 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. Dolu taneleri fiziksel darbe etkisiyle panel yüzeylerinde mikro çatlaklara ve verim kayıplarına yol açarak, enerji üretim maliyetlerini artırmaktadır. 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 (örn; cilahane) iklimlendirme/klima/vantilatör kullanımı, 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
Üretim alanları	Havalandırma ve fan kullanımı, periyodik bakım	Çalışma saatlerinin sıcaklığa göre ayarlanması, izolasyon ve soğutma kapasitesinin güçlendirilmesi
Enerji temini	Jeneratör, kojenerasyon destek sistemi, yedek doğalgaz kazanı, periyodik bakım-onarım	Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, atık ısı geri kazanımı uygulamalarının yaygınlaştırılması, enerji izleme sistemleri kurulumu, motor sürücülerini ile enerji verimliliğinin artırılması
Hammadde stok alanları	Yangın birimi, düzenli sulama, yangın tatbikatları, stok alanlarında gözetim	Kapalı depo sahaları kurulması, erken uyarı ve otomatik alarm Sistemleri kurulumu, aktif soğutma/gölgelendirme altyapısı oluşturulması
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, toz toplama sistemlerinin ve kompresörlerin modernizasyonu	Kapalı ortam iklimlendirme kapasitesinin yükseltilmesi, yedekli sistemlerin kullanımı, enerji verimliliği projelerinin hayata geçirilmesi

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

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Atıksu altyapısı ve arıtma tesisleri	İlave arıtma tesisi kapasitesi, yağmur suyu kanalı bağlantıları kurulumu, dengeleme tankı kapasite arttırımı, periyodik bakım	Set duvar yapılması, kapasite arttırımı, mazgal ve drenaj hatlarının genişletilmesi, deşarj edilen dere yataklarının düzenli takibi ve bahar aylarında yerel yönetim koordinasyonunda ekstra temizlik çalışmaları
Depo ve stok alanları (kapalı/açık)	Palet üzerinde depolama, tente ve sundurma, kısmi izolasyon uygulamaları	Açık stok alanlarının kapatılması, drenaj altyapısının güçlendirilmesi, erken uyarı ve alarm sistemleri kurulumu
Enerji altyapısı (trafo, pano, jeneratör)	Trafoaların yüksek kotlara taşınması, jeneratör altyapısı	Kritik ekipmanların çevresine bariyet duvarları eklenmesi
Üretim binaları ve tesis altyapısı	Çatı ve mazgal bakımları, kısmi tamiratlar, düzenli temizlik	Drenaj ve mazgal kapasitesinin artırılması, çatı izolasyon iyileştirmeleri, yeni yatırımlarda sel riskini minimize eden yüksek kotlu temel tasarımlarının uygulanması
Tehlikeli atık depolama	Kapalı alan, kör kanal sistemi, periyodik bakım	Ek izolasyon ve sızıntı kontrol sistemlerinin uygulanması
Sevkiyat alanları	Araçların sevkiyat esnasında bina içine alınması, sevk kontrol sistemi uygulamaları	Sundurma kurulması, ek sevkiyat güzergahları geliştirilmesi

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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
Üretim tesisleri ve yapısal elemanlar (Binalar, çatılar, drenaj hatları, silolar)	Aşırı yağış ve sel, fırtına ve hortum, dolu, kar ve buzlanma	Çatı ve mazgal bakımları, sifonik sistemler, yer seviyesinden yüksek depolama, drenaj hatlarında kapasite artırımı	Drenaj kapasitesinin artırılması, çatı izolasyon iyileştirmeleri, dere yatağı temizliği takibi, fırtınaya dayanıklı yapısal güçlendirmeler
Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi (Hammadde temini, ürün sevkiyatı, dış rotalar)	Kar ve buzlanma, fırtına ve hortum, aşırı yağış ve sel, orman yangını	Alternatif güzergah planlaması, emniyet stoğu uygulamaları, sigorta süreçleri, atık kağıt gibi girdiler için toplama altyapısının geliştirilmesi	Erken uyarı sistemleri entegrasyonu, ters lojistik uygulamaları, kenevir gibi alternatif hammadde Ar-Ge çalışmaları ve tedarikçi portföyünün iklim risklerine göre çeşitlendirilmesi, atık kağıt toplama çalışmaları açısından yerel yönetimler ile işbirliğinin artırılması
Enerji ve yardımcı tesis altyapısı (Pano odaları, trafolar, enerji nakil hatları, kompresörler, kojenerasyon, GES)	Yıldırım düşmesi, aşırı yağış ve sel, fırtına ve hortum, dolu, sıcaklık artışı	Yıldırım koruma altyapısı (paratoner, parafudr, topraklama vb.), panoların yükseltilmesi, yenilenebilir ve/veya yerinde enerji üretimi uygulamaları	Aşırı gerilim koruma sistemleri uygulamaları, atık ısı geri kazanımı çalışmalarının yaygınlaştırılması, kompresörlerde hava kaçağı tespiti, hibrit enerji sistemlerine (yenilenebilir-enerji depolama-şebeke optimizasyonu) yatırım yapılması
Su ve atık yönetim sistemleri (Arıtma tesisleri, su kuyuları, deşarj hatları)	Kuraklık, aşırı yağış ve sel, sıcaklık artışı	Dengeleme tankları kapasite artırımı, atıksu geri kazanım sistemleri, ek su depolama kapasiteleri, makine bazlı su tüketimi izleme	Yağmur suyu toplama sistemlerinin değerlendirilmesi, ileri arıtma teknolojilerine yatırım gerçekleştirilmesi
İş gücü ve saha operasyonları (Personel ulaşımı, tesis içi lojistik, açık stok sahaları)	Kar ve buzlanma, sıcaklık artışı, fırtına ve hortum	Periyodik araç kontrollerinin gerçekleştirilmesi, tesis içi iklimlendirmede atık ısı kullanımı	Esnek vardiya planları, acil durum senaryolarının geliştirilmesi, kritik ekipmanlar açısından yedek personel listesi oluşturulması

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 - Mevcut Durum				Risk - Gelecek Projeksiyonu					
	1- Çok Düşük Maruziyet	2- Düşük Maruziyet	3-Orta Maruziyet	4- Yüksek Maruziyet	5- Çok Yüksek Maruziyet	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek				
Sıcaklık Artışı	6	17	17	17	5	0	11	21	27	3	0	0	13	46	3	0	0	32	30
Kuraklık	0	7	0	8	0	0	1	6	8	0	0	0	4	11	0	0	0	14	0
Aşırı Yağış ve Sel	4	13	10	13	6	1	7	16	15	7	0	1	11	28	6	0	0	31	7
Fırtına ve Hortum	2	4	4	11	3	0	1	12	9	2	0	0	7	17	0	0	0	14	1
Dolu	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0
Kar ve Buzlanma	1	5	9	10	4	0	3	11	13	2	0	0	15	14	0	0	5	22	2
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	1	1	5	8	1	0	1	6	9	0	0	0	1	8	7	0	1	8	7
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	1	3	0	0	0	1	3	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3
Orman Yangını	0	4	4	6	3	0	0	6	10	1	0	0	6	10	1	0	0	2	11

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 iklim riskleri

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

5.1. Fiziksel Riskler

Fiziksel riskler ise, iklim değişikliğinin doğrudan veya dolaylı olarak sanayi tesisleri, tedarik zincirleri ve iş gücü üzerindeki etkilerinden kaynaklanmakta olup, iklim değişikliği ile ilişkilendirilen aşırı hava olayları (akut) veya uzun vadeli olaylar (kronik) nedeniyle oluşabilmektedir. Akut iklim tehlikeleri arasında aşırı yağış ve sel, fırtına veya orman yangınları gibi olaylar yer alırken, uzun vadeli iklim tehlikeleri arasında sıcaklık artışı, kuraklık ve deniz seviyesindeki yükselmeler 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.

5.1.1 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.

5.1.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar

Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi hava olayları deniz ve kara taşımacılığını sekteye uğratarak, hem ithal girdilerin hem de ihracat 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,

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.

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.

5.1.3 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.

5.1.4 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.

5.1.5 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 kesintiye uğradığı görülmektedir. Sıcaklık artışı matbaa sektöründe belirli ekipmanlarda verim kaybı oluşması ve arızaların sıklaşması gibi etkileri dışında, tüm alt sektörlerde tutkal, boya ve cila gibi uygulamalarda dönemsel zorlukları da beraberinde getirmektedir. Sıcaklık artışının biyolojik prosesler üzerindeki etkisinin atıksu arıtma tesislerinde görüldüğü, dönemsel soğutma ihtiyacının artış gösterdiği de kaydedilmiştir.

5.2. Geçiş Riskleri

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

5.2.1 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. İlk etapta büyük işletmeler için 30 Aralık 2025, küçük ve mikro işletmeler için 30 Haziran 2026 itibarıyla başlatılması planlanan uygulama dönemi Aralık 2025'te yapılan güncelleme ile birer yıl ertelenmiştir. Uygulama döneminde, AB pazarına arz edilecek veya AB'den ihraç edilecek mevzuat kapsamı ürünlerin, ormansızlaşmaya sebep olmaması, ilgili ülkenin ulusal mevzuatına uygun üretilmiş olması ve beraberinde özen yükümlülüğü beyanı taşıması gerekmektedir. Tamamen geri dönüştürülmüş hammadde kullanılarak üretilen ürünler mevzuat kapsamına dahil olmamakla birlikte mevzuatın Ek-1 listesinde yer alan ürünlerin üretimde belirli bir miktarda birincil hammadde olarak kullanılması durumunda söz konusu birincil hammadde için özen yükümlülüğü ortaya çıkacaktır (TB_a, 2025; EC, 2025).

5.2.2 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'na 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_b, 2025).

5.2.3 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. Ülkemizde kâğıt üretim sektöründe tüketilen atık kağıdın 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 kağıdın 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).

5.2.4 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 hazırlanması gerekmektedir. Türkiye’deki üreticilerin



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

5.2.5 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).

5.2.6 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

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.

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).

Tablo 5.2 – Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı

Saat	Gündem maddesi
Geçiş Riskleri	
09:30 – 10:00	Proje bilgilendirme sunumu ISO & TÜBİTAK MAM
10:00 – 12:30	Yuvarlak masa toplantıları Sektörel iklim değişikliği riskleri üzerine gerçekleştirilecek yuvarlak masa toplantısında katılımcıların sektör tecrübeleri ve görüşleri üzerinden sözlü katkıları alınarak, 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

5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı Sonuçları

Proje kapsamında hazırlanması hedeflenen Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin yer aldığı yarım gün süren 3 sektörel çalıştay düzenlenmesi planlanmıştır. Bu çerçevede 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.

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.

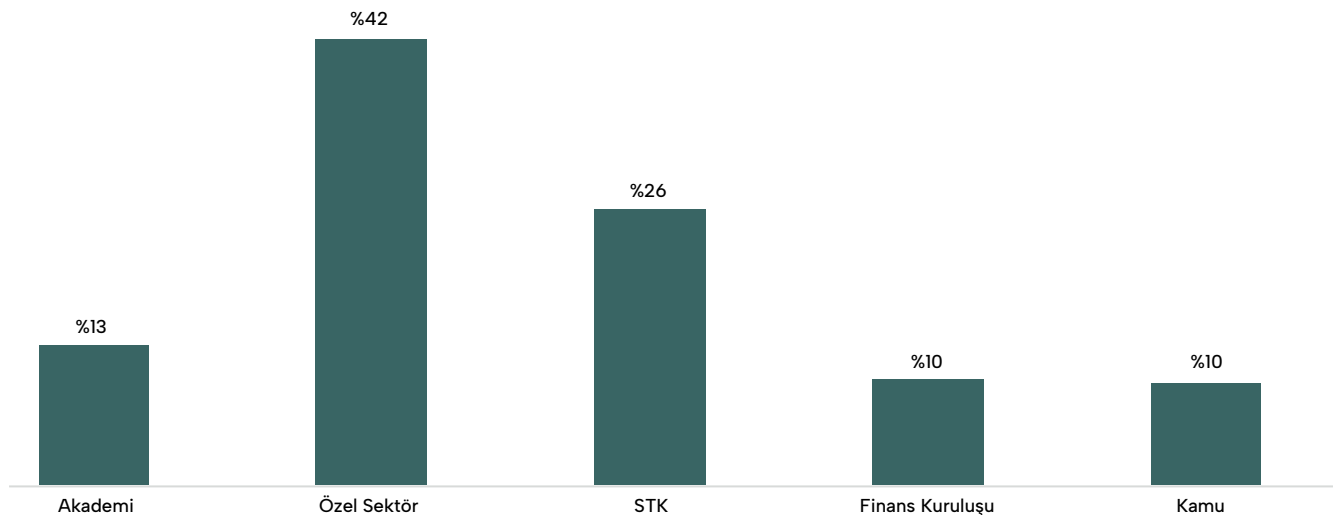
1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?
2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?
3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?
4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?
5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı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



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

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 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 selefona kaplama uygulamaları olarak görülmektedir. Geri dönüşüm esnasında kağıttan ayrılması güç olan selefona 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.

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

• 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 sınırdaki 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.

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

Tablo 5.3 – İklim değışikliğı risklerinin değlendirilmesi – 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 değıştirme gerekliliğı ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
1. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na uyum sağlama gerekliliğı (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 gerekliliğı (G)	4,1	2,3	4,2	3,5	3,8	8,9
3. Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliğı gereklerine uyum sağlama gerekliliğı (G)	4,1	2,6	4,1	3,5	3,7	9,0
4. AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı gereklerine uyum sağlama gerekliliğı (G)	4,3	2,6	3,8	3,2	3,7	8,5
5. AB Atık Çerçeve Direktifi gereklerine uyum sağlama gerekliliğı (G)	4,0	2,5	3,8	3,7	3,7	8,8
6. AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliğı gereklerine (örn; zorunlu eko tasarım kriterleri, dijital ürün pasaportu) uyum sağlama gerekliliğı (G)	3,4	2,8	3,3	3,4	3,2	7,1
7. Karbon ve su ayak izi raporlama yükümlölüklerinin 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.) değışmesi (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 yükümlölüklerin artması nedeniyle pazar kaybı yaşanması (G)	3,8	2,5	4,1	3,6	3,7	8,6
13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğı (G)	4,3	2,1	4,0	4,2	3,8	9,5
14. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğı (G)	3,2	2,8	3,2	3,5	3,0	6,7
15. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğı (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 aksamlar (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 gerekliliğı (G)	3,8	2,6	3,8	3,1	3,4	7,8
22. AB Mikroplastik gereklerine uyum sağlama gerekliliğı (G)	2,4	2,3	2,5	2,5	2,5	3,2

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 ***
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:

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

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

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

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

- 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 tıraşlama 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

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

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 sevkiyatına ilişkin kısıtlama çalışmalarının kritik bir risk alanı olduğu vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, “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

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 ***
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
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
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.



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 sınırlayan en önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Sektörde enerji verimliliği önlemleri, “iyi işletme

Enerji yönetimi için gerekli olan dijital izleme ve otomasyon sistemlerinin sektörde sınırlı düzeyde kullanılıyor olması, tüketim kalıplarının doğru analiz edilmesini ve iyileştirme fırsatlarının tespitini zorlaştırmaktadır.

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 ısınnın 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 (GIZ, 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.

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.

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.

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.

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

Hammadde tedariki sektörün en kırılgan alanlarından biridir. Kâğıt sanayiinde atık kâğıt toplama ve geri dönüşüm kapasitesinin artırılması, yurtdışına bağımlılığı azaltmak açısından önemlidir.

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

Bu standartların farklı güçlü yönleri bulunmakla birlikte, küresel ölçekte parçalı bir raporlama yapısı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (International Financial Reporting Standard - IFRS) Vakfı, raporlama çerçevelerini uyumlu hale getirmek ve yatırımcıların güvenilir, karşılaştırılabilir bilgilere erişimini sağlamak amacıyla Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu (International Sustainability Standards Board - ISSB)'nu kurmuş ve S1-S2 standartlarını geliştirmiştir. IFRS'nin bu yaklaşımı, SASB'nin finansal önemlilik

kriterlerini, GRI'nin paydaş odaklı yaklaşımını ve <IR>'in entegre raporlama perspektifini dikkate alarak bütüncül bir sistem sunmaktadır.

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

6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı Sonuçları

Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinden 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)
- 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 gözetken çok işlevli ağaçlandırma sahalarının yaygınlaştırılması (Kamu)
- Atık kağıt özelinde ithalata yönelik kota

uygulamasının sektörel etkilerinin gözden geçirilmesi, değerlendirmeler doğrultusundan 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 iklime 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)
- 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

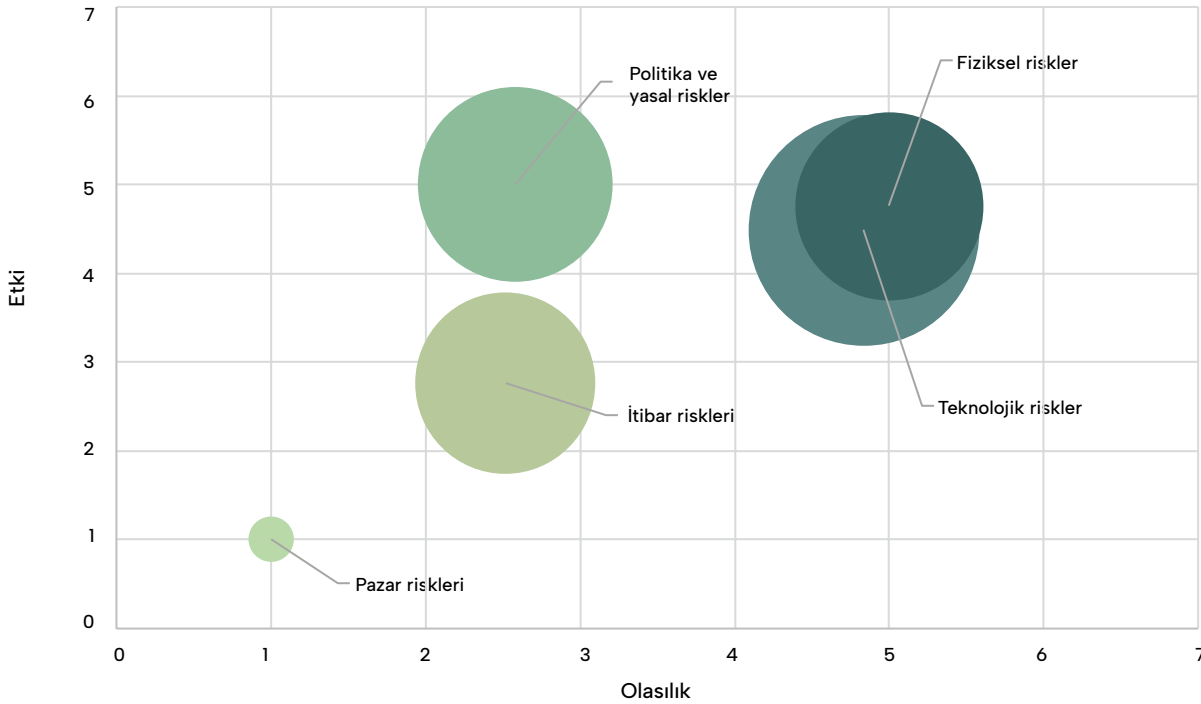
7

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 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 kâğıt 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 arttırılarak hem hammadde temini kaynaklı risklerin azaltımı hem de çevresel performansın arttırılması sağlanabilir. Basım sektöründe ise düşük emisyonlu üretim teknolojilerine ve dijitalleşmeye geçilmesi ile enerji verimliliğinin arttırılması 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 arttırılması, 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 arttırılmalı, 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 arttırılmalıdır.
- 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 arttırılması için, tüketiciler ve üreticiler geri dönüştürülmüş ürünler ve çevre etiketi gibi uygulamalar sayesinde çevresel etkiler konusunda bilinçlendirilmelidir.
- İklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin arttırılması 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 sanayinin 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 gerçekleştirilmesi	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
Tedarik zincirinin yerel hammadde kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve lojistik rotaların iklim risklerine göre optimize edilmesi	Özel sektör	Kısa-Orta
Su Verimliliği ve Kaynak Yönetimi		
Kaynakta atık ayrıştırma altyapısının geliştirilmesi ve hane ölçeğinde bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi	Kamu	Orta
Üretimde geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanım oranının artırılması	Özel sektör	Orta
Atık yönetimde yerel yönetimlerle işbirliği kurulması 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
Yağmur suyu hasadı sistemlerinin kurulması ve proses suyu olarak kullanımı için altyapı oluşturulması	Özel sektör	Orta

Önlem	Sorumlu	Vade
Düşük Karbonlu Üretim ve Temiz Teknolojiler		
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 projelerinin geliştirilmesi	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 projelerinin geliştirilmesi	Ar-Ge	Uzun
Sıcaklık artışına bağlı verim kaybını önlemek için kompresör ve elektrik panoları gibi kritik ünitelerde soğutma/iklimlendirme kapasitesinin artırılması	Özel sektör	Kısa
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 gerçekleştirilmesi	Kamu, Özel sektör	Orta
Drenaj sistemlerinin düzenli temizliği, dere yataklarının rehabilitasyonu ve temizliği açısından yerel yönetimler ile işbirliği kurulması	Özel sektör	Orta
Çatı ve cephe yalıtımlarının aşırı hava olaylarına (fırtına, yoğun kar yükü) dayanıklı hale getirilmesi ve periyodik statik kontrollerin yapılması	Özel sektör	Kısa
Yıldırım düşmesi riskine karşı paratoner sistemlerinin kontrolü ve hassas elektronik cihazlar için aşırı gerilim koruyucuların kurulumu	Özel sektör	Kısa
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

Önlem	Sorumlu	Vade
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 Kamu	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
Aşırı sıcaklarda çalışma saatlerinin düzenlenmesi, mola alanlarının iklimlendirilmesi ve çalışanlara uygun KKD ve serinletici meşrubat desteği sağlanması	Özel sektör	Kısa
Yoğun kar ve buzlanma dönemlerinde personel ulaşımı ve sevkiyat sürekliliği için acil durum eylem planlarının (taşeron yönetimi dahil) oluşturulması	Özel sektör	Kısa

Orman ürünleri, kâğıt ürünleri, mobilya ve basım sanayinde iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmaya yönelik önlemler; hammadde ve tedarik zinciri yönetiminden su verimliliğine, düşük karbonlu üretim teknolojilerinden altyapı dayanıklılığına ve politika-finansman mekanizmalarına uzanan geniş bir çerçevede ele alınmıştır. Tedarik zincirinde sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılması, alternatif hammadde kaynaklarının geliştirilmesi, geri dönüştürülmüş malzeme kullanım oranlarının artırılması ve yangın, sıcaklık artışı ile kuraklık gibi fiziksel risklere karşı tedarik operasyonlarının güçlendirilmesi ile kısa vadede kırılganlığın azaltılması öngörülmektedir. Orta ve uzun vadede ise biyobozunur kompozitlerin kullanımı, bambu veya kenevir gibi alternatif hammaddelerin geliştirilmesi, dijital izlenebilirlik sistemlerinin oluşturulması ve düşük karbonlu lojistik çözümler sektörel dayanıklılığı artıran başlıca dönüşüm alanları olarak değerlendirilmektedir. Su ve kaynak verimliliği

kapsamında atıkların kaynağında ayrıştırılması, ileri arıtma ve geri kazanım teknolojilerinin kullanılması, atıksuyun yeniden kullanımının artırılması ve üretimde geri dönüştürülmüş malzemenin payının yükseltilmesi kritik önemdedir. Düşük karbonlu üretim için enerji verimli teknolojilere geçiş, süreç otomasyonu, atık ısı geri kazanımı, dijitalleşme yatırımları ve sürdürülebilirlik odaklı Ar-Ge çalışmaları ön plana çıkarken; altyapı tarafında aşırı yağış, sel ve yangın risklerine karşı depolama alanlarının güçlendirilmesi, kritik ekipmanların korunması, drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi ve enerji altyapısının iklim etkilerine dayanıklı hâle getirilmesi gerekmektedir. Politika ve finansman mekanizmalarında ise doğrulanabilir raporlama süreçlerinin kurulması, sürdürülebilir ürünlere talebi artıracak sertifikasyon ve etiketleme uygulamalarının yaygınlaştırılması, düşük faizli finansman imkânlarının geliştirilmesi ve kamu-özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi sektörün uyum kapasitesini destekleyen temel araçlar arasında yer almaktadır.

Bu raporda sunulan değerlendirmeler, orman ürünleri, kâğıt ürünleri, mobilya ve basım sanayinin iklim değişikliğine bağlı risklerini bütüncül bir şekilde ele almakta ve sektörün uyum kapasitesini güçlendirmeye yönelik önlemleri sistematik bir çerçevede ortaya koymaktadır. Çalışmanın kapsamı ve proje uygulayıcılarının rolü gereği, önerilerin uygulama zaman çizelgesi veya performans göstergeleri gibi unsurlarla detaylandırılması hedeflenmemiştir. Bununla birlikte, raporda sunulan bulgular ve öneriler;

politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve sektörel paydaşlar için yol gösterici bir çerçeve oluşturmakta ve sektörün uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik stratejik kararların şekillenmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Gelecek dönemde orman ürünleri, kâğıt ürünleri, mobilya ve basım sanayi özelinde uygulamaya yönelik uyum yol haritalarının, ilgili paydaşların katılımıyla geliştirilmesi sektörün dirençliliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

- BMİDÇS. (1992). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Rio de Janeiro.
- ÇŞİDB_a. (2025). İklim Değişikliği. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://iklim.csb.gov.tr/> adresinden alındı
- ÇŞİDB_b. (2025). Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/01/20250114-1.htm> adresinden alındı
- EC. (2025, December). Clarity and predictability to ensure a smooth entry into application of the EU Deforestation Regulation. European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_2939 adresinden alındı
- GIZ. (2021). Energy Efficiency in the Pulp and Paper Industry. Sino-German Demonstration Project on Energy Efficiency in Industry .
- IPCC. (2020). The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross Working Group discussions. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2021). Climate Change 2021 The Physical Science Basis Summary for Policymakers-Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022). The evidence is clear: the time for action is now. We can halve emissions by 2030. Intergovernmental Panel on Climate Change: <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/> adresinden alındı
- NASA. (2025). US National Aeronautics and Space Administration. Global Climate Change- Vital Signs of the Planet: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> ve <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/> adresinden alındı
- NDC. (2025). Republic of Türkiye The Second Nationally Determined Contribution (NDC 3.0). Türkiye Cumhuriyeti.
- TB_a. (2025). AB 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_c. (2025). Sürdürülebilir Ürünler İçin Eko-Tasarım Tüzüğü – ESPR. T.C. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/surdurulebilir-urunler-icin-eko-tasarim-tuzugu-espr> adresinden alındı
- TB_d. (2025). AB SKDM Bilgi Notu. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi/ab-skdm-bilgi-notu> adresinden alındı
- TB_e. (2025). Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü. T.C. 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.

- TÜİK. (2023, 12 13). Su ve Atıksu İstatistikleri, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=-Su-ve-Atıksu-Istatistikleri-2022-49607> adresinden alındı
- TÜİK. (2025, Haziran 27). Yıllık Sanayi Ürün (PRODCOM) İstatistikleri, 2024. TÜİK Veri Portalı: [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2024-54189](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2024-54189) adresinden alındı
- TÜİK_a. (2024, 12 31). Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2). TÜİK İstatistik Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Sanayi-114> adresinden alındı
- TÜİK_b. (2024, 11 1). Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sanayi-Sektoru-Nihai-Enerji-Tuketim-Istatistikleri-2023> adresinden alındı



İSTANBUL
SANAYİ ODASI

www.iso.org.tr



ist_sanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi



istanbulsanayiodasi