



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

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

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

Ekim, 2025



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim Eylemi
Seçilen Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİğİ
BAŞKANLIğI



PROJE EKİBİ



**İSTANBUL
SANAYİ ODASI**

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

Burçin DEĞİRMENCİOĞLU
Erbil BÜYÜKBAY
Özge GÜVEN
Özlem ERCAN
Hüseyin TANRIVERDİ

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

İstanbul Sanayi Odası

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

Yazışma Adresi:

P.K. 21 41470 Gebze KOCAELİ

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 3 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	7
KISALTMALAR LİSTESİ	9
1. GİRİŞ	11
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ	13
2.1. Fiziksel Riskler	13
2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi	15
2.1.2 Sıcaklık Artışı	18
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel	22
2.1.4 Orman Yangını	23
2.2. Geçiş Riskleri	24
2.2.1 Politika ve Yasal Riskler	25
2.2.2 Teknolojik Riskler	28
2.2.3 Pazar Riskleri	28
2.2.4 İtibar Riskleri	29
3. TÜRKİYE'DE TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU	31
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	39
4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi	41
4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları	42
5. TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ	53
5.1. Geçiş Riskleri	54
5.1.1 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği	54
5.1.2 AB Atık Çerçeve Direktifi	54



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 4 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

5.1.3	AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı	55
5.1.4	AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği.....	55
5.1.5	AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	56
5.1.6	AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi	56
5.2.	Fiziksel Riskler	56
5.2.1	Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük	57
5.2.2	Tedarik Zincirinde Aksaklıklar	57
5.2.3	Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler	57
5.2.4	Su Temininde Güçlük	57
5.2.5	İklimlendirme İhtiyacının Artması	58
5.3.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı Sonuçları	58
6.	TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ	71
6.1.	Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri	71
6.1.1	Enerji Verimliliğinin Arttırılması.....	71
6.1.2	Su Verimliliğinin Arttırılması	72
6.1.3	Kaynak Verimliliğinin Arttırılması.....	73
6.1.4	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	74
6.1.5	Altyapının İyileştirilmesi	75
6.1.6	İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi	76
6.1.7	Alternatif Hammadde Temini.....	76
6.1.8	Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi	77
6.2.	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştayı Sonuçları	78
7.	GENEL DEĞERLENDİRME	82
KAYNAKÇA.....		88



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 5 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1:	Tekstil ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler	39
Tablo 4.2:	Proje kapsamında çalışma gerçekleştirilen alt sektörler ve tesis sayıları.....	41
Tablo 4.3:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılmalılık seviyeleri	44
Tablo 4.4:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Sıcaklık artışı	45
Tablo 4.5:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında beklenen etkiler – Kuraklık.....	45
Tablo 4.6:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Sıcaklık artışı	47
Tablo 4.7:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Kuraklık.....	47
Tablo 4.8:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar bazında uyum önlemleri – Diğer tehlikeler.....	48
Tablo 4.9:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyeleri	51
Tablo 5.1:	Geçiş ve fiziksel riskler.....	53
Tablo 5.2:	Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı	58
Tablo 5.3:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 1. Grup sonuçları.....	63
Tablo 5.4:	İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi – 2. Grup sonuçları.....	68
Tablo 6.1:	Tekstil terbiye işlemlerinde yeniden kullanım suları için kaliteli standartları	72
Tablo 7.1:	Tekstil ürünleri üretimi sanayiinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik önlem önerileri, paydaşlar ve tahmini vade	85



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 6 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 7 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1:	İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları	14
Şekil 2.2:	Marmara Bölgesi'nde yıllık toplam yağış miktarı ve kurak gün sayısı değişimi (1990-2024) ...	17
Şekil 2.3:	Marmara Bölgesi'nde SPEI kuraklık indisi değişimi (1990-2024)	18
Şekil 2.4:	Marmara Bölgesi'nde yıllık sıcaklık değişimi (1990-2024)	20
Şekil 2.5:	Marmara Bölgesi'nde ısıtma ve soğutma ihtiyacı değişimi (1990-2024)	20
Şekil 2.6:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 sıcaklık tahminleri (1990-2100)	21
Şekil 2.7:	Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)	22
Şekil 2.8:	İstanbul'da SSP3-7.0 senaryosuna göre uzun dönemli CMIP6 toplam yağış verileri (1990-2100)	23
Şekil 2.9:	Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi	24
Şekil 3.1:	Tekstil ve deri ürünleri üretimi sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)	32
Şekil 3.2:	İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)	33
Şekil 3.3:	İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)	34
Şekil 3.4:	Tekstil ürünleri üretimi açısından su ve atıksu istatistikleri	35
Şekil 3.5:	Tekstil ve deri ürünleri üretimi açısından enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024)	36
Şekil 4.1:	Tekstil ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı	40
Şekil 4.2:	Tekstil ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren tesisler için iklim tehlikeleri bazında belirlenen kritik altyapı veya operasyon sayısı	42
Şekil 5.1:	Çalışmaya katılım sağlayan sektör temsilcilerinin dağılımı (%)	59
Şekil 5.2:	Çalıştay fotoğrafları	60
Şekil 7.1:	İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi	82



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 8 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 9 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

KISALTMALAR LİSTESİ

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



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİşİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
İşbirlik Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİşİKLİĞİ
BAşKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK
MAM



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 10 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





1. GİRİŞ

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

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

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

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

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



Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 12 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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



2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İMALAT SANAYİ ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ

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

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

2.1. Fiziksel Riskler

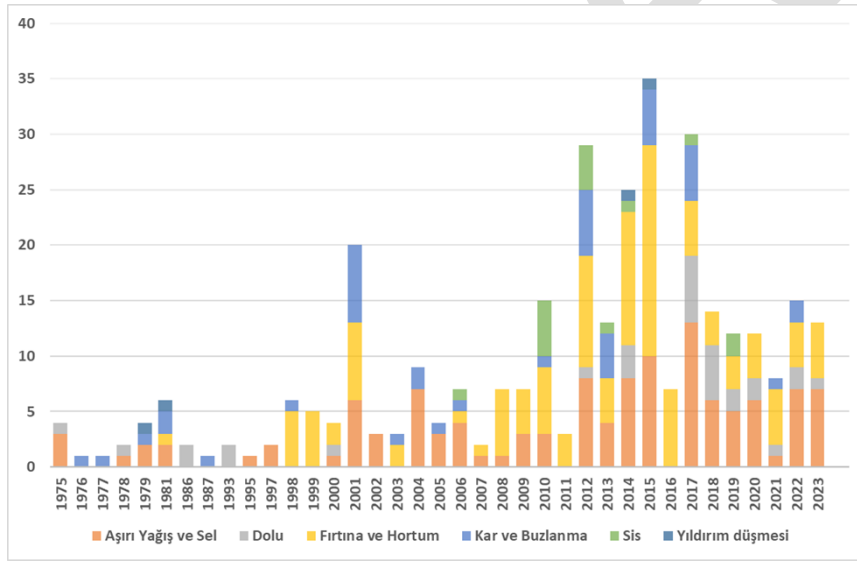
İmalat sanayinde faaliyet gösteren şirketler, coğrafi konumlarına ve tedarik zincirlerinin yapısına bağlı olarak iklim değişikliğinden kaynaklanan çeşitli fiziksel risklere maruz kalmaktadır. Bu riskler fırtınalar, seller, dolu,



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

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

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



Şekil 2.1: İstanbul'da yaşanan aşırı hava olayları

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

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

2.1.1 Kuraklık ve Su Stresi

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 16 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

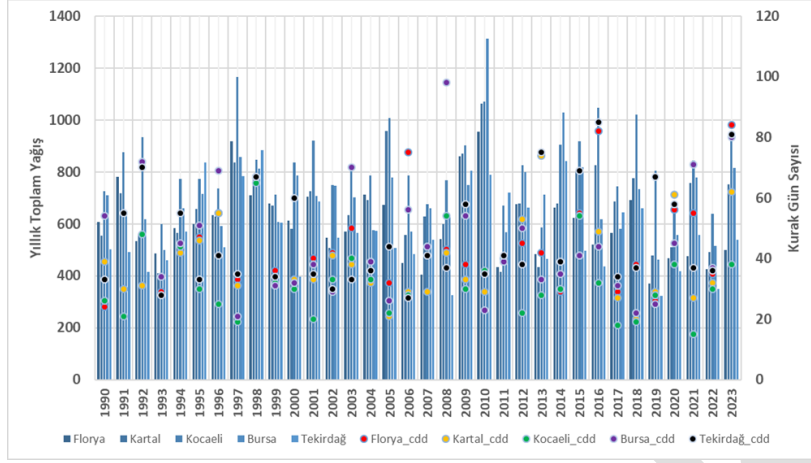
Marmara Bölgesi'nde kuraklığa ilişkin bir değerlendirme yapabilmek adına bölgede bulunan 5 meteorolojik istasyonun verileri irdelenmiştir. Kocaeli'ye düşen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 826 mm ile diğer 4 istasyona oranla belirgin şekilde yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2.2). Bölgedeki ortalama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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 17 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

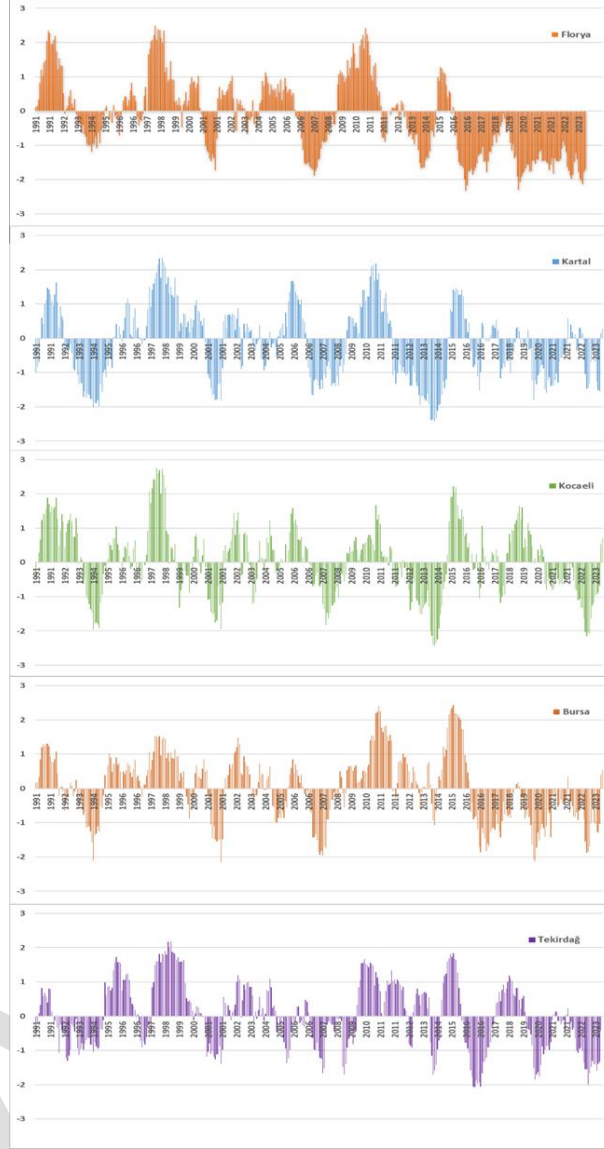
Standartlaştırılmış Yağış - Evapotranspirasyon İndisi (the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index-SPEI) iklimsel su dengesine (Yağış-Evapotranspirasyon) dayandığından kurak dönemlerin tanımlanmasında önerilmektedir (Vicente-Serrano vd., 2010). SPEI indisi değerleri sınıflandırması 2,00 ve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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 18 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

2.1.2 Sıcaklık Artışı

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 19 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

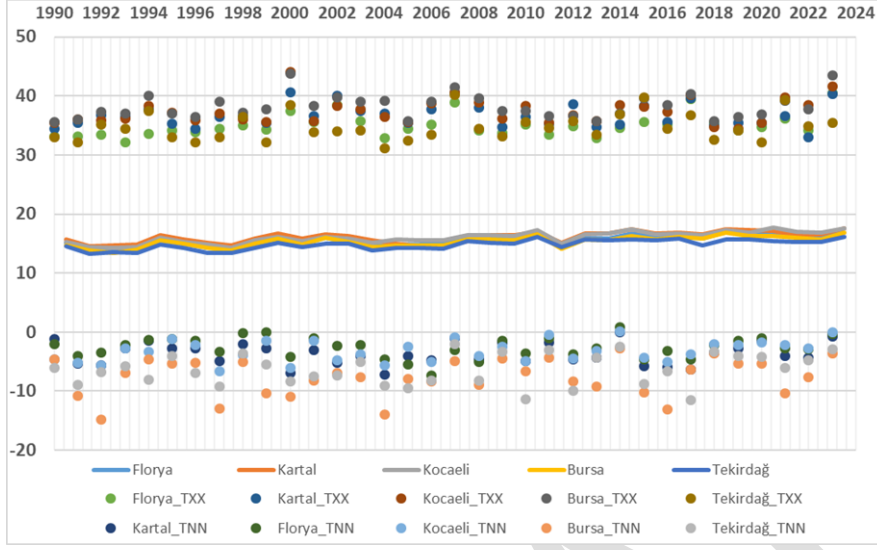
Marmara Bölgesi içerisinde yer alan ve bölgeyi en iyi temsil edecek uzun dönemli ölçüm geçmişine sahip Florya, Kartal, Kocaeli, Bursa ve Tekirdağ istasyonlarında sıcaklık verileri incelenmiş olup; hem ortalama sıcaklıklar hem de ekstrem değerlerde önemli gözlemler ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.4). Ortalama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

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

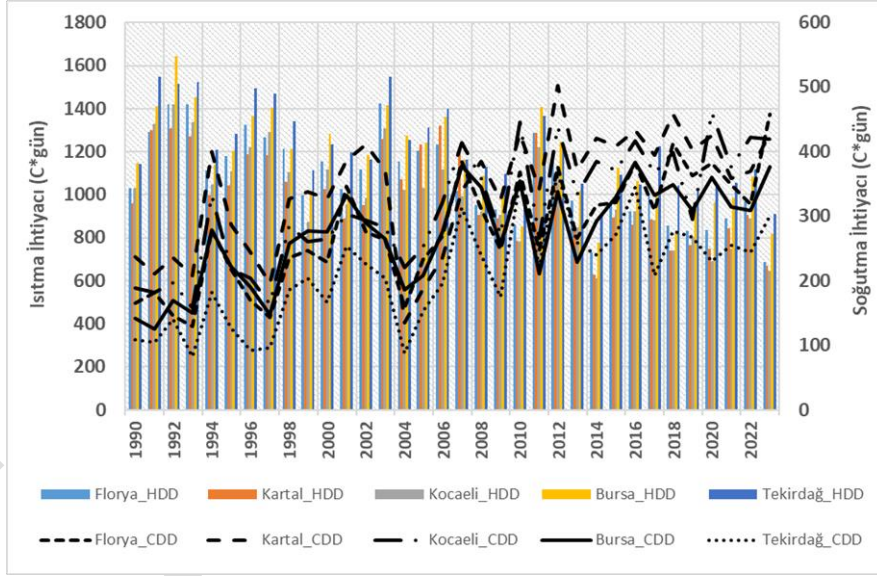


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 20 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



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



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

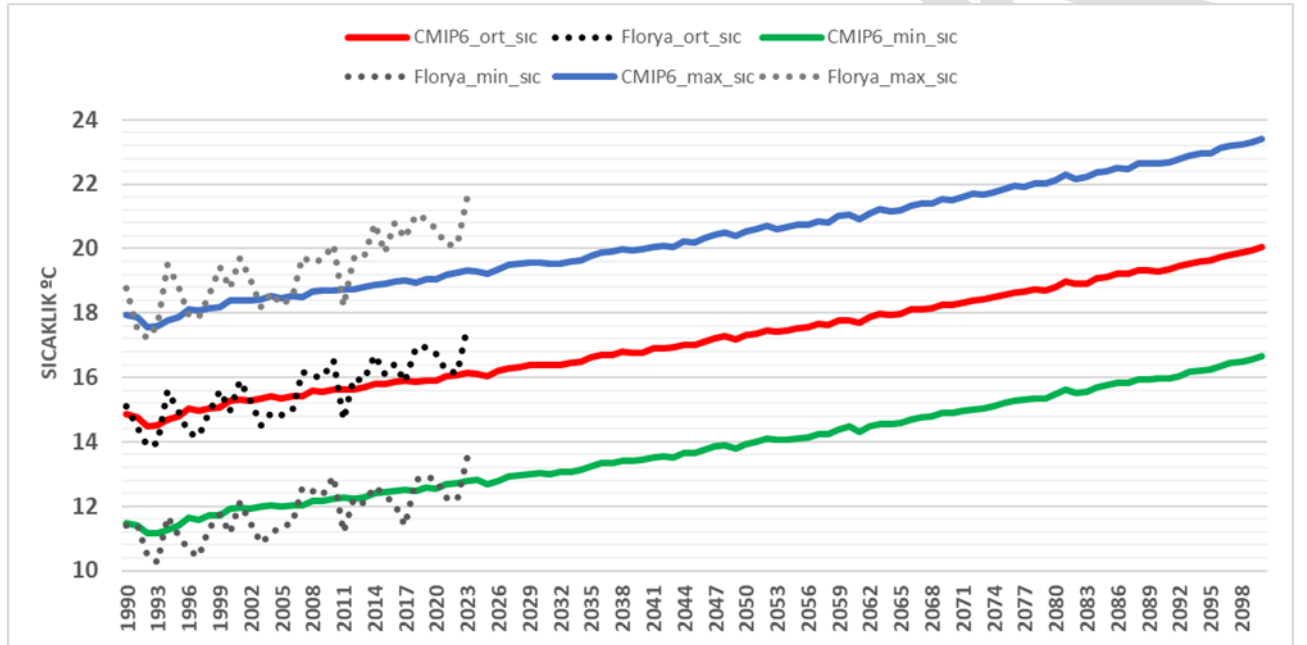
Bölgedeki değişen iklim koşullarını analiz edebilmek için CMIP6 projesi kapsamında üretilen simülasyon verilerinden faydalanılmıştır. CMIP6 verileri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu'nun temelini oluşturan kapsamlı ve detaylı bir veri setidir. Bu veriler, iklim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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 21 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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



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

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

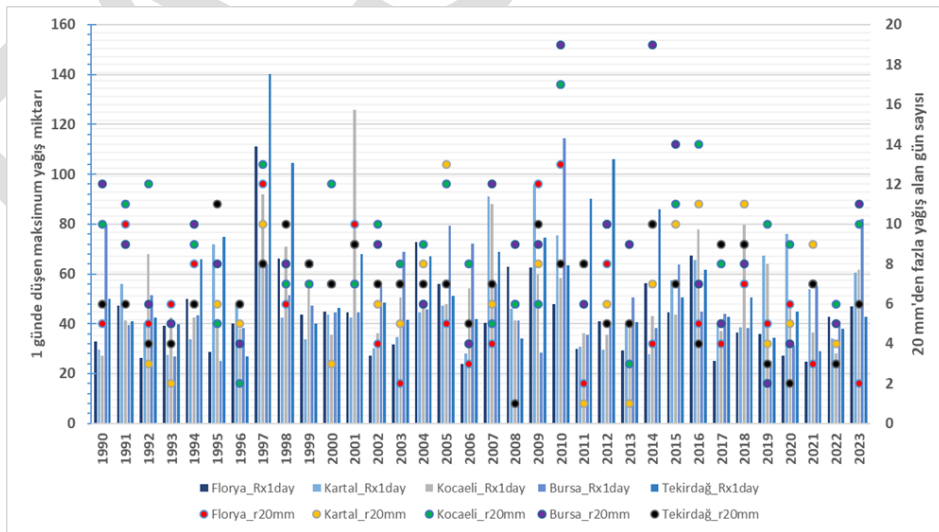
2.1.3 Aşırı Yağış ve Sel

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

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

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

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

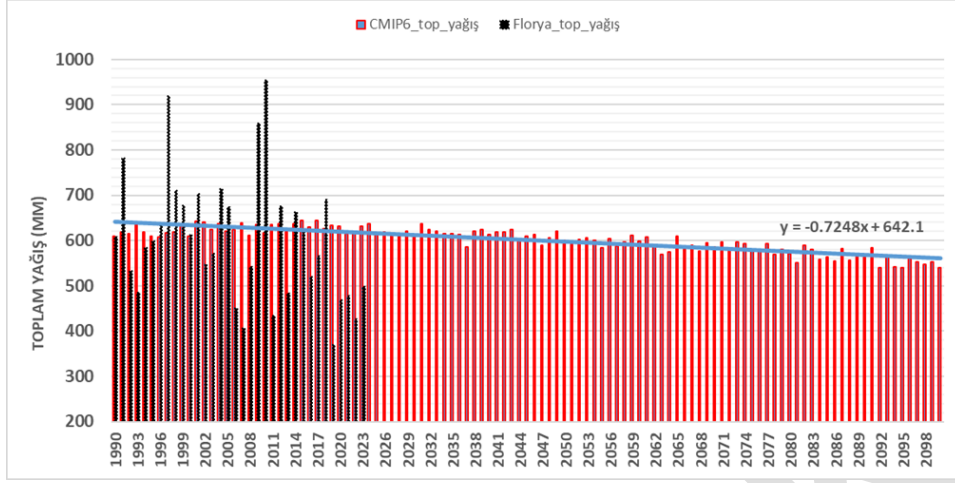


Şekil 2.7: Marmara Bölgesi'nde yağış indislerinin değişimi (1990-2024)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 23 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



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

2.1.4 Orman Yangını

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

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

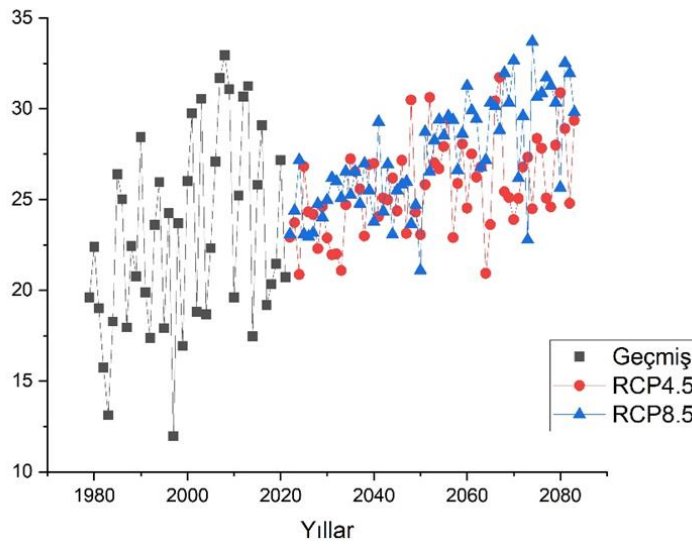
Yangın Hava İndeksi (FWI), ormancılık, yerel planlama ve afet risk yönetiminde kullanılan, kuraklık tehlikesi kategorisine ait bir göstergedir. Yüksek endeks değerleri, orman yangını riskinin arttığını gösterir. Kanada Ormancılık Servisi tarafından geliştirilen bu indeks, sıcaklık, yağış, bağıl nem ve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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 24 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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



Şekil 2.9: Marmara Bölgesi için yangın hava indeksi değişimi

2.2. Geçiş Riskleri

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

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

2.2.1 Politika ve Yasal Riskler

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

2.2.1.1 Uluslararası Mevzuat Kaynaklı Riskler

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

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

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

Fit-for-55 (55'e uyum)

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 26 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)

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

2.2.1.2 Ulusal Mevzuat Kaynaklı Riskler

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

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-BMİDÇS (2004)

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

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

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

Kyoto Protokolü (2009)

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





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 27 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

Paris Anlaşması (2016)

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

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 28 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Stratejisi

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

2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Sanayi Sektörü Stratejileri

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

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

2.2.2 Teknolojik Riskler

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

2.2.3 Pazar Riskleri

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 29 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

2.2.4 İtibar Riskleri

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



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 30 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





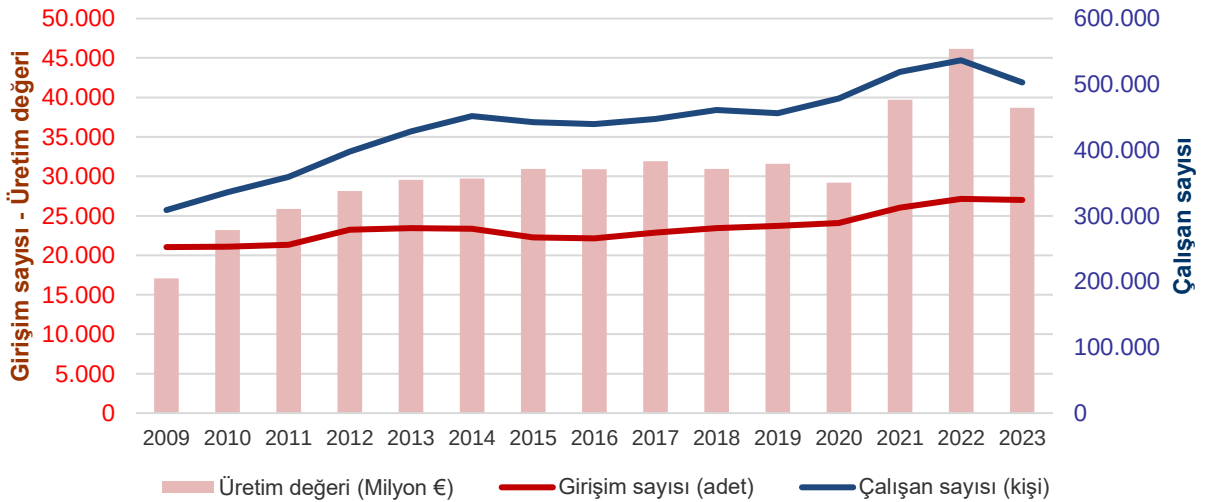
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 31 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

3. TÜRKİYE’DE TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU

Türkiye imalat sanayiinin temel bileşenlerinden biri olan tekstil ürünleri imalatı, 2024 yılı itibarıyla toplam ürün satış değerlerinin %6,1’ini oluşturarak sektörün ekonomik ağırlığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2025). TÜİK tarafından yayınlanan 2009-2023 yılları arasını kapsayan ‘Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)’ incelendiğinde, tekstil ve deri ürünleri imalatı açısından girişim sayısı, istihdam ve üretim değerinde genel olarak artış yönlü bir eğilim olduğu görülmektedir (Şekil 3.1). Tekstil ve deri ürünleri imalatında girişim sayısı 2009 yılında yaklaşık 36 bin iken 2023 yılında 42 bin seviyesine yükselmiştir. Çalışan sayısı ise aynı dönemde yaklaşık 495 bin kişiden 671 bin kişiye çıkarak sektörde güçlü bir istihdam artışı yaşandığını göstermektedir. 2009–2023 yılları arasında toplam üretim değeri döviz bazında yaklaşık 2 katın üzerinde bir büyüme kaydetmiştir. Alt sektörler değerlendirildiğinde girişimlerin yaklaşık olarak %60’ının ‘13.9 Diğer tekstil ürünlerinin imalatı’ alt sektöründe faaliyet gösterdiği, bu alt sektörün toplam üretim değeri içindeki payının ise %45 seviyesinde olduğu görülmektedir. Girişim başına üretim değeri incelendiğinde, en yüksek değerin ‘13.10 Tekstil elyafının hazırlanması ve bükülmesi’ alt sektöründe gerçekleştiği; bu alt sektörü sırasıyla ‘13.20 Dokuma’ ve ‘13.9 Diğer tekstil ürünlerinin imalatı’ sektörlerinin izlediği dikkat çekmektedir. Deri ürünlerinin imaları ise hem girişim hem de istihdamda sürekli artış kaydetmiş, üretim değerinde 2009-2023 arasında yaklaşık 2,3 katlık bir artış gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Genel itibarıyla tekstil ve deri sanayi Türkiye imalat sanayiinde hem üretim hem de istihdam açısından stratejik bir ağırlığa sahiptir. Sektör, özellikle Avrupa Birliği pazarına yönelik dış satımda kritik bir konumda bulunmaktadır. 2019-2020 döneminde küresel daralmanın ve pandemi etkilerinin sektörde geçici düşüşler yarattığı, ancak 2021 sonrası özellikle teknik tekstiller, ev tekstili ve deri ürünleri ihracatındaki artış sayesinde güçlü bir toparlanma yaşandığı görülmektedir. Küresel ölçekte dijitalleşme, hızlı moda trendleri ve sürdürülebilirlik talepleri sektörün dönüşümünde belirleyici rol oynamaktadır. Türkiye, güçlü üretim kapasitesi, esnek tedarik zinciri yapısı ve AB’ye coğrafi yakınlığı sayesinde küresel pazarda rekabetçi bir konumunu korumaktadır. Bununla birlikte, sektörün yüksek enerji ve su tüketimi, kimyasal kullanımına dayalı çevresel baskılar ve karbon ayakizi gibi alanlarda uyum ve dönüşüm ihtiyacı giderek önem kazanmaktadır.

13. Tekstil ürünlerinin imalatı

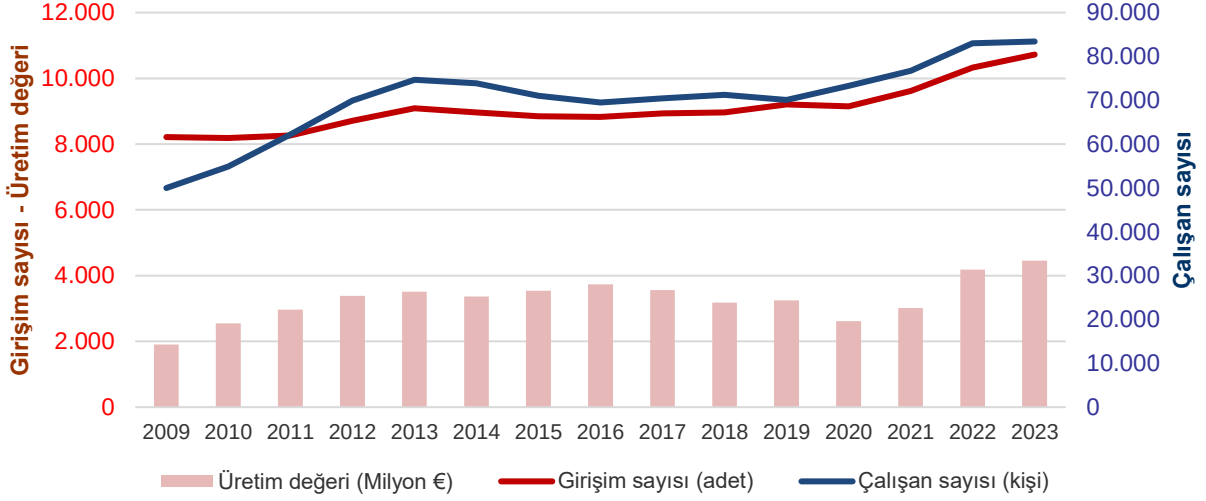




Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 32 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

15. Deri ve ilgili ürünlerin imalatı

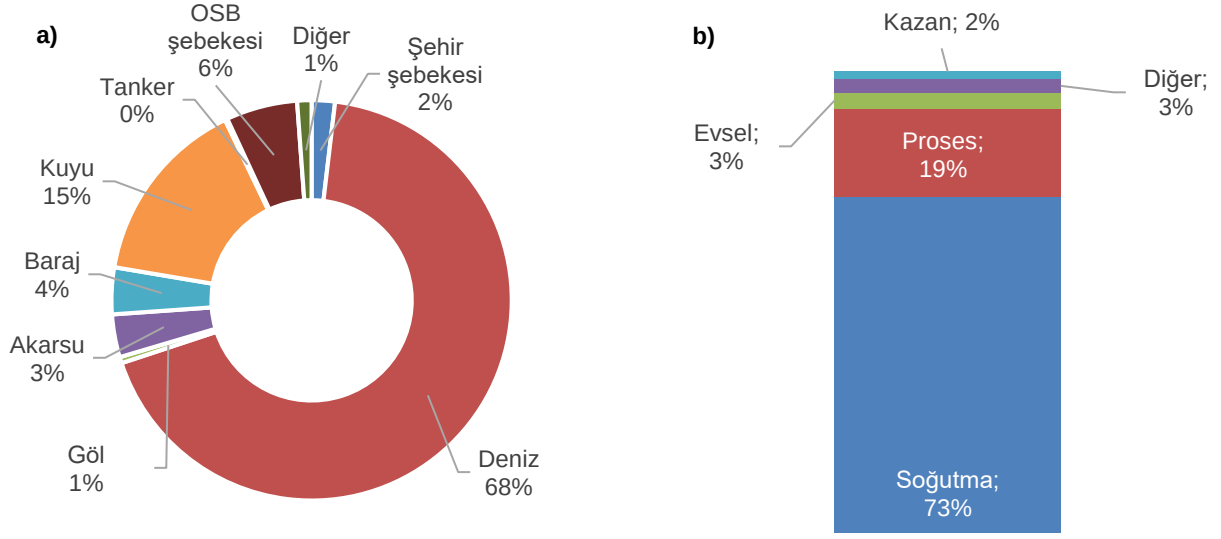


Şekil 3.1: Tekstil ve deri ürünleri üretimi sektörlerinde üretim değeri, girişim sayısı ve çalışan sayısının 2009-2023 yılları arasında değişimi (TÜİK, 2024)

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



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



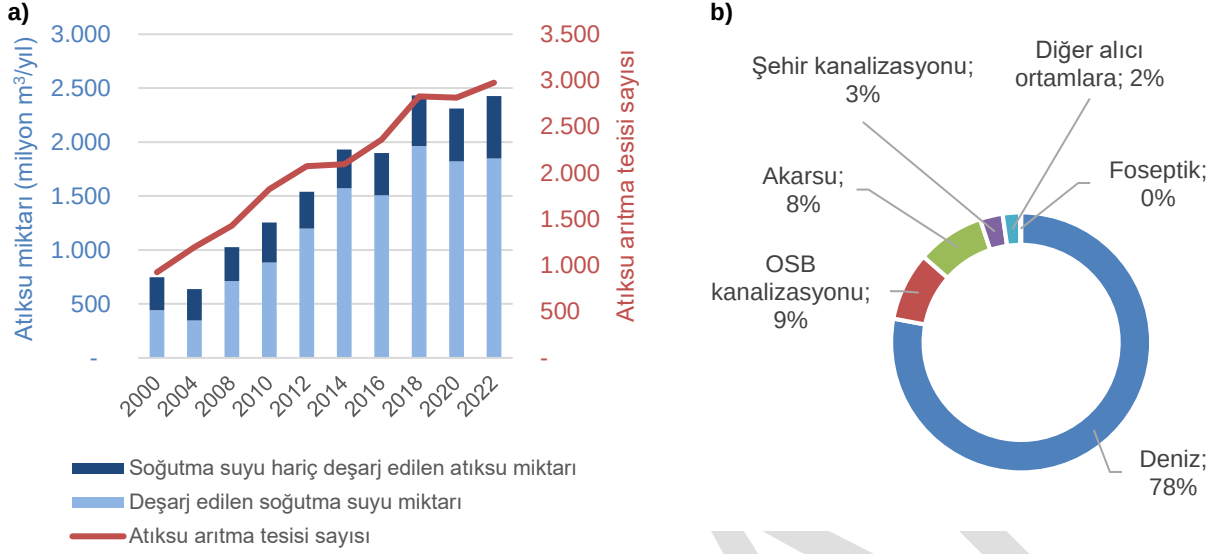
Şekil 3.2: İmalat sanayi toplam çekilen (a) ve tüketilen (b) su miktarının dağılımı (TÜİK, 2023)

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 34 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



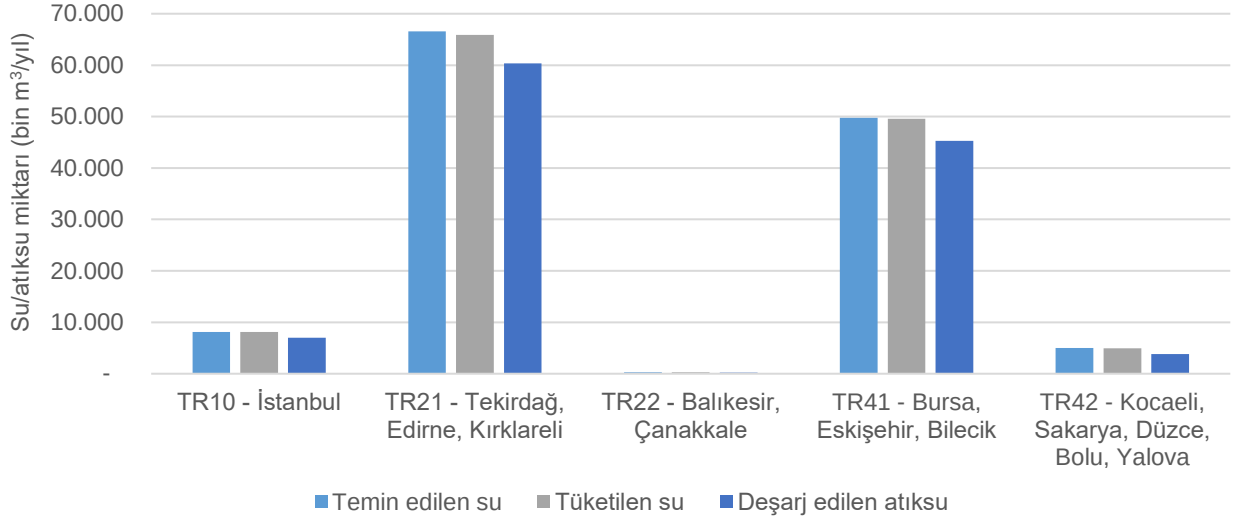
Şekil 3.3: İmalat sanayi toplam deşarj edilen atıksu miktarı (a) ve 2022 yılı için alıcı ortama göre dağılımı (b) (TÜİK, 2023)

Proje kapsamında tekstil ürünleri üretimi açısından Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren tesisler için TÜİK tarafınca oluşturulmuş su ve atıksu istatistikleri üzerinde de bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede İBBS-II (İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması) bölgeleri bazında en yüksek su tüketiminin %37 pay ile Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerini kapsayan TR21 bölgesinde gerçekleştiği değerlendirilmiştir. Bu bölgeyi %38 pay ile TR41 (Bursa, Eskişehir, Bilecik) bölgesi takip etmiştir. Bu dağılım, söz konusu bölgelerde yoğunlaşan iplik, dokuma, boya-apre ve hazır giyim gibi su tüketimi açısından yoğun alt sektörlerin varlığı ile uyumlu görülmektedir. Özellikle Tekirdağ ve Edirne'de iplik ve dokuma tesislerinin; Bursa'da ise boya-apre ve konfeksiyon üretim tesislerinin yoğunlaştığı bilinmektedir. Bu bölgelerde su tüketiminin yüksek olması, yalnızca tesis yoğunluğu ile değil, aynı zamanda üretim profillerinin su yoğunluğu ile de açıklanabilmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 35 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



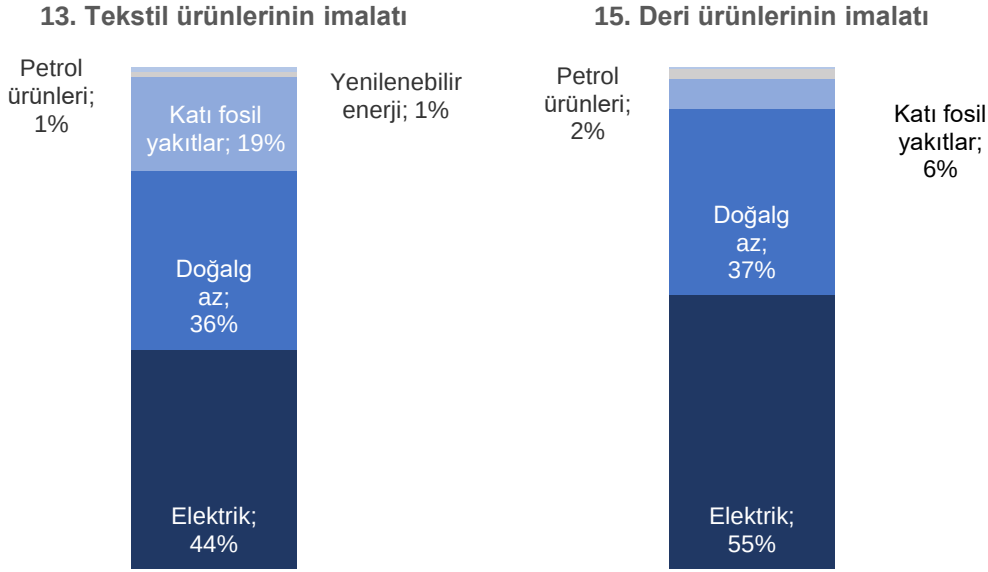
Not: Bu veriler, proje kapsamında "TÜİK İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti" kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 3.4: Tekstil ürünleri üretimi açısından su ve atıksu istatistikleri

2023 yılında tekstil ve deri ürünleri üretiminde yaklaşık 132 bin TJ düzeyinde enerji tüketilmiş olup, bu miktar imalat sanayi toplam tüketiminin yaklaşık %8'ine karşılık gelmektedir. Tekstil ürünleri imalatında enerji girdilerinin dağılımına bakıldığında, en yüksek payın %44 ile elektriğe ait olduğu; bunu %36 ile doğalgaz ve %13 ile linyit tüketiminin izlediği görülmektedir. Deri ürünleri imalatında ise toplam 4.167 TJ seviyesindeki enerji tüketimi, ağırlıklı olarak %55 elektrik ve %37 doğalgaz kullanımı ile şekillenmektedir. Bu tablo, tekstil ürünleri imalatında elektrik ve doğalgaz tüketiminin öne çıktığını, linyit kullanımının ise sınırlı olmakla birlikte hâlâ önemli bir paya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Deri ürünleri imalatında ise elektrik yoğunluğunun daha belirgin olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, tekstil ve deri ürünleri sanayinde enerji verimliliği uygulamaları ile birlikte yenilenebilir enerji entegrasyonunun özellikle elektrik tüketimi üzerinden karbon ayakzının azaltılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir (TÜİK, 2024).



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



Şekil 3.5: Tekstil ve deri ürünleri üretimi açısından enerji tüketimi istatistikleri (TÜİK, 2024)

Tekstil ve deri ürünleri üretim sektörü, özellikle yüksek su ve enerji tüketimi ile hammaddelerin tarıma ve hayvancılığa dayalı tedarik zincirine bağımlılığı nedeniyle iklim değişikliğine uyum kapasitesi açısından önemli riskler barındırmaktadır. Büyük ve orta ölçekli tesisler, enerji yönetimi sistemleri, atıksu arıtma yatırımları, proses optimizasyonu ve uluslararası kalite standartlarına uyum sayesinde daha yüksek uyum sağlama kapasiteleri ile öne çıkmaktadır. Bu tesislerde geri kazanım çözümleri ve enerji verimliliği uygulamaları da hayata geçirilmiş olup, iklim risklerine karşı güçlü bir teknik kapasite sağlamaktadır.

Buna karşın, küçük ve orta ölçekli işletmeler için uyum kapasitesinin sınırlı olabileceği değerlendirilmektedir. Bu işletmelerde finansman, teknik bilgi, personel eğitimi ve yatırım olanakları kısıtlıdır. Özellikle su ve enerji yoğun prosesler ile deri işleme yatırımlarının yüksek maliyetleri, uyum önlemlerinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Sektörün uyum kapasitesini sınırlandıran bir diğer unsur ise bölgesel altyapı riskleridir. Bazı bölgelerde su kaynaklarının kısıtlı olması ve altyapıdaki yetersizlikler, tesislerin operasyonel sürekliliğini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, tesislerin şehirlerin su yönetimi politikalarıyla daha güçlü bir entegrasyon içinde olması gerekmektedir.

Tekstil ve deri ürünleri üretiminde iklim değişikliğine bağlı tedarik zinciri kırılganlıkları da belirgin bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Tarıma dayalı pamuk ve hayvansal hammaddelerdeki dalgalanmalar ile lojistik altyapıdaki aksaklıklar, hammadde tedarikinde kesintilere yol açabilmektedir. Enerji ve su tüketimi açısından sektörün yüksek yoğunluğu, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji entegrasyonunun önemini ortaya koymaktadır. Sektörde su yönetimi, atıksu arıtımı ve geri kazanım uygulamaları, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliği ve iklim risklerine karşı dayanıklılığı açısından kritik rol oynamaktadır.

Son olarak, veri ve izleme eksikliği sektörün uyum kapasitesini sınırlandıran önemli bir faktördür. Su ve enerji tüketimi gibi temel göstergelerin düzenli, ayrıntılı ve erişilebilir şekilde izlenememesi, planlama ve



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 37 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

önceliklendirmede belirsizlik yaratmaktadır. Bu nedenle, uyum kapasitesinin güçlendirilmesi için tesis bazında dijital veri yönetimine yönelik teknik kapasite geliştirme faaliyetlerinin hayata geçirilmesi kritik önemdedir.

TASLAK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 38 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 39 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK ANALİZLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Proje kapsamında belirlenen 3 sektör özelinde öncelikli alt sektörlerin değerlendirilmesi amacıyla hem İSO'nun Kapasite Raporları Veritabanı'ndan elde edilen tüketim seviyeleri bilgileri değerlendirilmiş, hem de temiz üretim uygulamaları potansiyeli ve iklim riskleri çerçevesinde proje ekibinin mevcut tecrübeleri ve literatür bilgileri göz önüne alınmıştır. Projenin temel hedefi, geliştirilen iklim değişikliği risk değerlendirme metodolojisinin farklı sektörlerde uygulanabilirliğini göstermek olduğundan, iklim değişikliği risklerinin daha yoğun hissedilebileceği alt sektörlerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda, 4 haneli NACE kodlarına göre 10 öncelikli alt sektör temiz üretim denetimi için, ek olarak 80 öncelikli alt sektör ise iklim değişikliği risk analizleri için belirlenmiştir. Tekstil ürünleri üretimi özelinde önceliklendirilen 17 alt sektör Tablo 4.1'de verilmektedir.

Tablo 4.1: Tekstil ürünleri üretimi sektörü özelinde önceliklendirilen alt sektörler

ISO Meslek Komitesi	Alt sektör (Nace Rev.2 kodu ve tanımı)
İplik Sanayii	13.10: Tekstil elyafının hazırlanması ve bükülmesi
	13.94: Halat, urgan, kınnap ve ağ imalatı
	13.99: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer tekstillerin imalatı
	20.60: Suni veya sentetik elyaf imalatı
Tekstil Terbiye, Boya, Baskı Sanayii	13.30: Tekstil ürünlerinin bitirilmesi
Örme Kumaş Sanayii	13.91: Örgü (triko) veya tığ işi (kroşe) kumaşların imalatı
Dokuma Kumaş Sanayii	13.20: Dokuma
Ev Tekstili, Brode, Dantel, Nakış Sanayii	13.92: Giyim eşyası dışındaki tamamlanmış tekstil ürünlerinin imalatı
	13.93: Halı ve kilim imalatı
	13.95: Dokusuz kumaşların ve dokusuz kumaştan yapılan ürünlerin imalatı, giyim eşyası hariç
	13.96: Diğer teknik ve endüstriyel tekstillerin imalatı
	13.99: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer tekstillerin imalatı
Konfeksiyon Yan Sanayii	13.96: Diğer teknik ve endüstriyel tekstillerin imalatı
	13.99: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer tekstillerin imalatı
	32.99: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer imalatlar
Deri, Yünlü Deri ve Saracıye Sanayii	15.11: Derinin tabaklanması ve işlenmesi; kürkün işlenmesi ve boyanması
	15.12: Bavul, el çantası ve benzerleri ile saraçlık ve koşum takımı imalatı (deri giyim eşyası hariç)

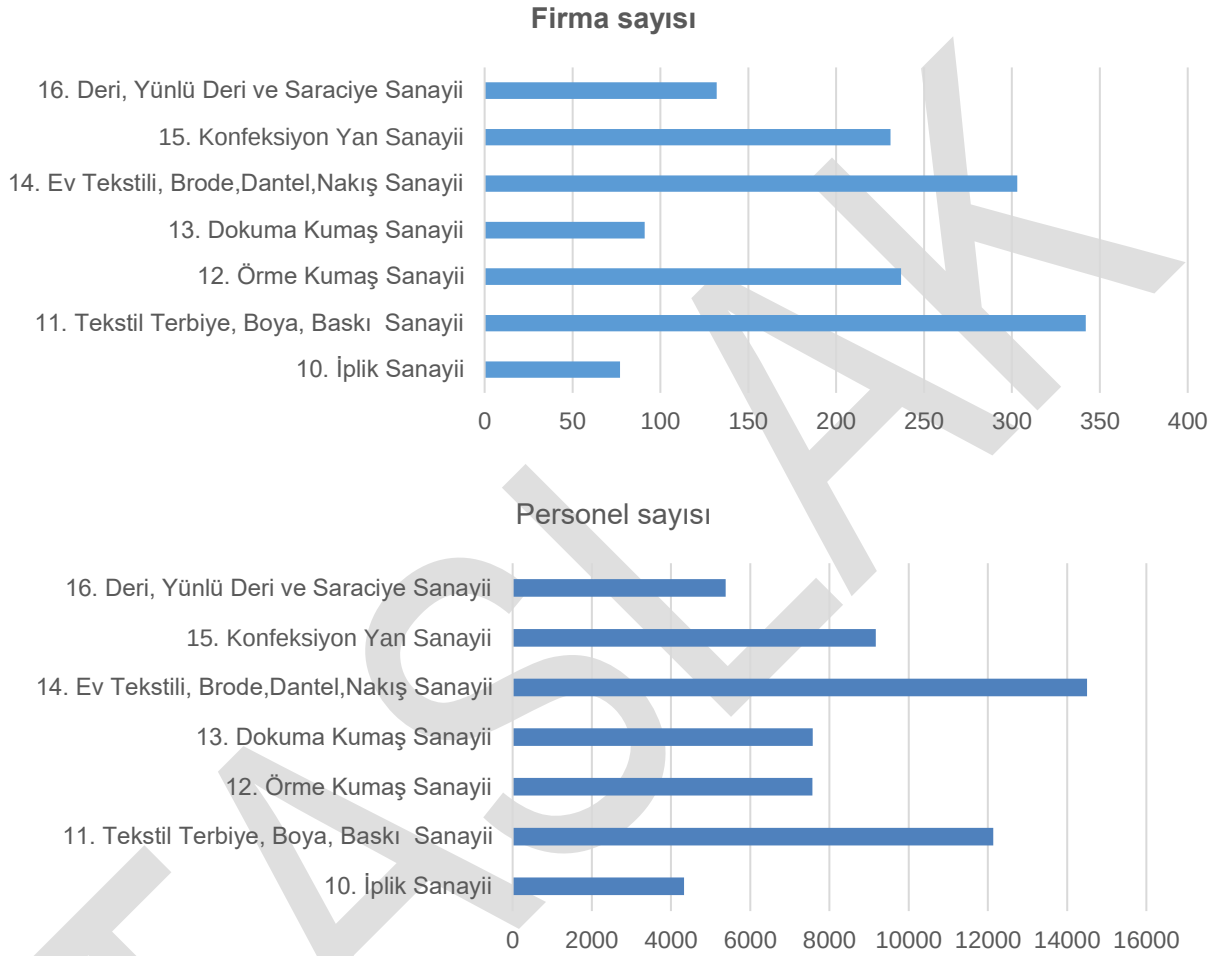
Bu alt sektörler özelinde ISO veri tabanından elde edilen bazı istatistikler bu bölümde aktarılmıştır. Tekstil ürünleri ve giyim eşyaları sanayinde önceliklendirilen yaklaşık 1.415 firma ve 60.700 personel bulunmakta olup (Şekil 4.1), kayıtlı firmaların %24'ünün Tekstil Terbiye, Boya, Baskı Sanayii komitesi altında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Personel sayıları açısından ise yoğunluğun %24 pay ile Ev Tekstili, Brode, Dantel, Nakış Sanayii komitesinde olduğu, bunu sırasıyla %20 ve %15 pay ile Tekstil Terbiye, Boya, Baskı Sanayii ve Konfeksiyon Yan Sanayii komitelerinin takip ettiği görülmektedir. Bu firmalar için kapasite raporlarında yer



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 40 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

verilen toplam enerji tüketimi seviyesi 146,1 milyon TEP seviyesindedir. Enerji tüketimi açısından en öne çıkan alt sektörler, Tekstil Terbiye, Boya, Baskı ve Ev Tekstili, Brode, Dantel, Nakış 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: Tekstil ürünleri sanayinde faaliyet gösteren firma ve personel sayısı

Söz konusu alt sektörlerde iklim değişikliği risk değerlendirmesi çalışmasının yürütüleceği tesislerin belirlenebilmesi amacıyla ilki 23 Mart 2023 tarihinde olmak üzere ilgili alt sektörlerde ISO üyesi firma temsilcilerine 7 farklı duyuru ile davet iletilmiştir. Gönüllülük esaslı olarak yürütülecek bu çalışma kapsamında tekstil ürünleri üretimi sektöründen 27 tesis başvuruda bulunmuş olup, alt sektörlerin çeşitliliğine dikkat edilerek bunlardan 14 tanesinde iklim değişikliği risk değerlendirme odaklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.2). Ek olarak bu tesislerden 3 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
13.10.15: Suni ve sentetik elyafların bükülmesi ve iplik haline getirilmesi (filament ipliği ve suni ipek elyafı imalatı hariç)	2
13.20.17: Doğal kil ve yünden dokuma kumaş imalatı	1
13.20.22: Suni ve sentetik filamentlerden ve devamsız elyaflardan dokuma kumaş (suni ve sentetik elyaftan dokuma tül kumaş dahil) imalatı (havli veya şönil kumaş, havlu kumaş, tülbent, pelüş vb. İmeği kesilmemiş kumaşlar ile kot, kadife ve tafting kumaşlar hariç)	3
13.20.24: Cam elyafından dokuma kumaş imalatı (cam elyafından dar kumaşlar dahil)	1
13.30.01: Kumaş ve tekstil ürünlerini ağartma ve boyama hizmetleri (giyim eşyası dahil)	5
13.30.02: Tekstil elyaf ve ipliklerini ağartma ve boyama hizmetleri (kasarlama dahil)	1
15.11.10: Deri ve kürklü deri imalatı (kürkün ve derinin tabaklanması, sepilenmesi, boyanması, cilalanması ve işlenmesi)(işlenmiş derinin başka işlemlere tabi tutulmaksızın yalnızca tamburda ütülenmesi ve kurutulması hariç)	1

4.1. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Metodolojisi

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

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliği risk değerlendirmesinin, tehlike (hazard), maruziyet (exposure) ve kırılganlık (vulnerability) arasındaki etkileşimi dikkate alan üç boyutlu bir çerçevede yapılmasını önermektedir. IPCC, tehlikeyi “can kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, ayrıca mülk, altyapı, geçim kaynakları, hizmet sağlama ve ekosistemlerde hasar ve kayıplara neden olabilecek doğal veya insan kaynaklı bir fiziksel olay veya eğilimin olası oluşumu” olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle, iklimle ilgili bir olay (örn; aşırı hava olayları) veya iklim değişkenleri üzerindeki bir eğilim (örn; ortalama sıcaklıklardaki artış) iklim tehlikesi olarak sınıflandırılabilir. Risk değerlendirmesinin ikinci bileşeni olan maruziyet, IPCC tarafından “insanların varlığı; geçim kaynakları; türler veya ekosistemler; çevresel işlevler, hizmetler ve kaynaklar; altyapı veya olumsuz etkilenebilecek yer ve ortamlardaki ekonomik, sosyal, çevresel veya kültürel varlıklar” olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, risk altındaki unsurlar (örn; vatandaşlar, altyapı, varlıklar)



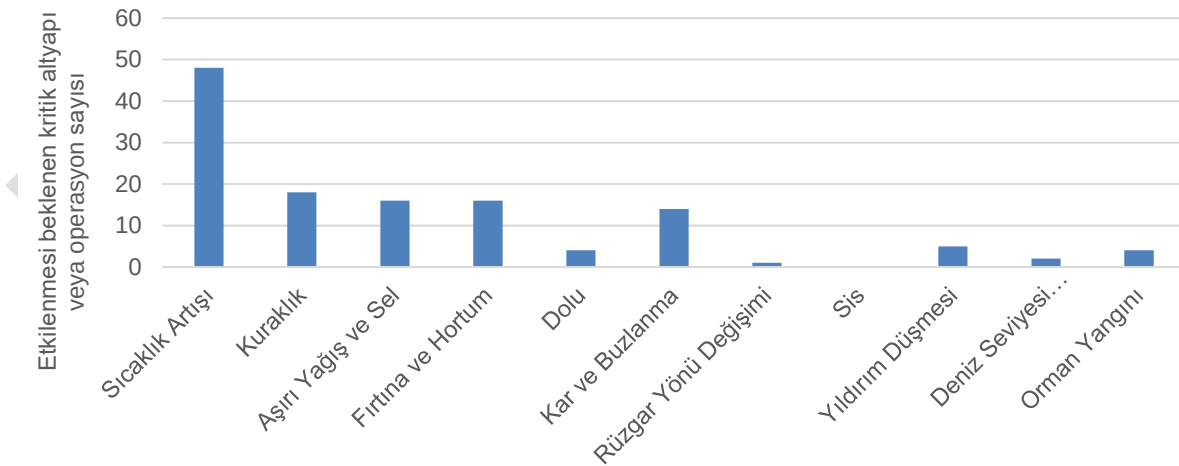
Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

maruziyet değerlendirmesi için tanımlanabilirken, maruz kalma derecesi ve süresinin değiştirilmesi riskin artmasına veya azalmasına neden olabilir (örn; kıyı bölgelerdeki nüfus yoğunluğu). IPCC tarafından “olumsuz etkilene eğilimi veya yatkınlığı” olarak tanımlanan ve risk değerlendirmesinin son bileşeni olan kırılganlık, zararlar karşısındaki duyarlılık ve başa çıkma-uyum sağlama kapasitesinin mevcut olmaması gibi çeşitli kavram ve unsurları kapsar. Kırılganlık iki farklı özelliği bünyesinde barındırır; fiziksel, sosyal ve ekonomik faktörlere (örn., yaş dağılımı, altyapı projeleri için kullanılan malzemelerin türü) bağlı duyarlılık (sensitivity) ve vatandaşların ve kuruluşların iklim değişikliği ile ilgili etkilerle başa çıkma ve bunlara uyum sağlama becerisine bağlı kapasite (adaptive capacity (örn; erken uyarı sistemlerinin mevcudiyeti, yerel bilgi)) (IPCC, 2020).

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

4.2. İklim Değişikliği Risk Değerlendirme Sonuçları

Çalışmaya dahil edilen 14 tesis özelinde oluşturulmuş olan iklim değişikliği risk değerlendirme tabloları dikkate alınarak parametreler bazında tekstil ürünleri üretimi özelinde öne çıkan konular değerlendirilmiştir. Bu tesisler için toplam 128 adet kritik altyapı veya operasyon tanımlanmış olup, bunların yaklaşık %38'i sıcaklık artışı tehlikesi ile ilişkilendirilmiştir. Kuraklık, aşırı yağış ve sel ile fırtına ve hortum tehlikeleri ise sektör için öne çıkan diğer risk gruplarını oluşturmaktadır (Şekil 4.2).



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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 43 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Tekstil ürünleri sanayinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen duyarlılık, uyum sağlama kapasitesi ve kırılganlık seviyelerine Tablo 4.3'te yer verilmiştir. Genel itibariyle en fazla kritik altyapı veya operasyonun belirlendiği sıcaklık artışı için kırılganlığın orta-yüksek seviyede değerlendirildiği görülmektedir. Bu çerçevede sıcaklık artışı için öne çıkan etki alanları Tablo 4.4'te verilmiş olup, sıcaklık artışının iklimlendirme ve soğutma sistemleri, makine ve ekipman, çalışan sağlığı, hammadde tedariki, depolama alanları ve enerji yönetimi gibi birçok altyapı ve operasyon üzerinde doğrudan etkiler yarattığı anlaşılmaktadır. Bu etkiler performans kaybı, üretim duruşları, kalite bozulmaları ve iş gücü verimliliğinde düşüş gibi sonuçlara yol açabilmektedir. Ayrıca, pamuk ve yün gibi tarımsal hammaddelerin iklim koşullarına yüksek duyarlılığı, sektörde kırılganlığı artıran temel unsurlardan biridir. Geçmiş yıllarda özellikle yaz aylarında yaşanan klima arızaları, hammadde kalite kayıpları ve çalışanlarda sağlık problemleri, bu riskin somut olarak hissedildiğini göstermektedir.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK

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

İklim Tehlikesi	Duyarlılık					Uyum Sağlama Kapasitesi					Kırılganlık				
	1- Etkisi Çok Düşük	2- Etkisi Düşük	3- Etkisi Orta	4- Etkisi Yüksek	5- Etkisi Çok Yüksek	1- Kapasite Çok Düşük	2- Kapasite Düşük	3- Kapasite Orta	4- Kapasite Yüksek	5- Kapasite Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sıcaklık Artışı	1	18	16	9	4	1	14	17	16	0	0	11	21	13	3
Kuraklık	0	1	5	7	5	1	6	6	3	2	0	2	4	8	4
Aşırı Yağış ve Sel	1	3	5	6	1	0	2	8	4	2	0	3	6	7	0
Fırtına ve Hortum	1	1	4	9	1	1	1	6	7	1	0	2	8	5	1
Dolu	0	1	2	1	0	0	1	2	1	0	0	0	3	1	0
Kar ve Buzlanma	0	4	5	5	0	0	3	4	7	0	0	3	7	4	0
Rüzgar Yönü Değişimi	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	0	0	3	2	0	0	0	2	1	2	0	1	4	0	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
Orman Yangını	0	1	0	3	0	0	1	2	1	0	0	1	0	3	0

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

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
İklimlendirme ve soğutma sistemleri	Yetersiz çalışması, verim kaybı, makine arızaları	Özellikle dokuma ve baskı bölümlerinde sıcaklık ve nem dengesinin bozulması kalite kayıplarına yol açabilir.	Zaman zaman üretim kayıpları ve klima arızaları raporlanmıştır.
Makine ve ekipman (dokuma tezgahları, iplik makineleri vb.)	Aşırı ısınmaya bağlı arıza, üretim durması, kalite kayıpları	Yüksek sıcaklıkta metal genleşmesi, elektronik sistem arızaları, iplik kopmaları görülebilir.	Yaz aylarında performans kaybı, duruşlar yaşanmıştır.
Çalışanlar (boyahane, apre, finisaj vb.)	Sağlık sorunları, verimlilik kaybı, iş kazaları	Termal stres, dikkat dağınıklığı ve devamsızlık riski artar.	Sıcak hava dalgalarında çalışan rahatsızlıkları bildirilmiştir.
Hammadde tedariki (pamuk, yün, keten vb.)	Kalite düşüşü, maliyet artışı, tedarik gecikmeleri	Tarımsal üretim iklim koşullarına duyarlı olup arz daralmaları yaşanabilir.	Kuraklık dönemlerinde tedarikte zorluklar olmuştur.
Depolama alanları (iplik, kumaş, kimyasal)	Kalite bozulması, yangın riski	Yüksek sıcaklık kimyasal reaksiyonları ve ürün özelliklerinde bozulmalara yol açabilir.	Elastan hammaddede bozulma ve depo kaynaklı kalite kayıpları yaşanmıştır.
Enerji yönetimi (elektrik, soğutma sistemleri, GES)	Enerji tüketiminde artış, maliyet yükselmesi, kesinti riski	Sıcaklık arttıkça soğutma ve havalandırma yükü artar, karbon ayakizi büyür.	Yaz aylarında enerji tüketimi artışı ve kesinti riskleri yaşanmıştır.

Kuraklık, tekstil sanayiinde en kritik iklim risklerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Tablo 4.5'te görüldüğü üzere, su temini, boyahane ve soğutma sistemleri, hammadde tedariki (özellikle pamuk, keten ve deri), üretim süreçleri ve enerji altyapısı kuraklık karşısında yüksek düzeyde kırılganlık göstermektedir. Kuraklık dönemlerinde suya erişimde yaşanan kesintiler üretimde duruşlara, işletme maliyetlerinde artışa ve tedarik zincirinde gecikmelere neden olabilmektedir. Özellikle pamuk gibi suya bağımlı hammaddelerin arzında yaşanan daralmalar kalite sorunlarını ve fiyat artışlarını beraberinde getirmektedir. Geçmişte bazı bölgelerde kuyu suyu seviyelerinin düşmesi, barajlarda su seviyelerinin kritik düzeylere gerilemesi ve su kısıtları nedeniyle üretimde aksaklıklar yaşanmıştır. Genel olarak bakıldığında, kuraklık tekstil ürünleri üretiminde hem üretim süreçlerini hem de tedarik zincirini doğrudan etkileyen, orta-yüksek kırılganlık düzeyinde bir risk alanı olarak öne çıkmaktadır.

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

Kritik altyapı / operasyon	Beklenen etkiler	Açıklama	Geçmiş hadiseler
Su temini (kuyu, baraj, OSB şebekesi)	Su kıtlığı nedeniyle üretimin durması veya maliyetlerin artması	Tekstil üretiminde yoğun su kullanımı nedeniyle kuraklık dönemleri ciddi kesintilere yol açabilir.	Baraj seviyelerinin düşmesi, kuyularda su çekilmesi sonucu dönemsel sıkıntılar yaşanmıştır.
Boyahane ve ıslak prosesler	Su yetersizliği nedeniyle üretim kapasitesinde düşüş	Boyama, apre ve yıkama işlemleri doğrudan suya bağımlıdır; kuraklık ciddi verim kaybı yaratır.	Kurak dönemlerde proseslerde su kalitesinde sertlik ve bakteri artışı yaşanmıştır.
Soğutma sistemleri (adyabatik kuleler, kondens hatları)	Soğutma suyu yetersizliği nedeniyle makine arızaları ve üretim kaybı	Su azlığı soğutma kapasitesini düşürerek ekipman verimliliğini azaltır.	Son yıllarda yaz aylarında su sıkıntısı nedeniyle kapasite kayıpları bildirilmiştir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 46 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Ham madde tedariki (pamuk, keten, deri vb.)	Kuraklık nedeniyle ham madde arzında daralma, fiyat artışı ve kalite kaybı	Tarımsal üretimde verim düşüşü ve iklim kaynaklı gecikmeler, tedarik zincirinde aksamalara yol açar.	Pamuk kalitesinde düşüş ve yurtiçi iplik temininde maliyet artışları yaşanmıştır.
Depolama ve kimyasal alanları	Su azlığı nedeniyle yangın riski ve ürünlerin bozulma ihtimali	Kimyasal stabilitesi ve depolama güvenliği için belirli nem koşulları gereklidir.	Depolarda kurak dönemlerde ürün bozulmaları ve riskli koşullar raporlanmıştır.
Enerji yönetimi	Suya dayalı soğutma ve enerji üretiminde kapasite kaybı	Kuraklık enerji maliyetlerini artırarak üretimde sürekliliği zorlaştırır.	Kuraklık dönemlerinde enerji tüketiminde artış ve maliyet yükselmeleri yaşanmıştır.

Aşırı yağış ve sel olayları, tesis altyapısı, depolama alanları ve lojistik operasyonlar için ciddi riskler doğurmaktadır. Özellikle zemin kotu düşük alanlarda mazgal tıkanmaları sonucu su baskınları meydana gelmiş, ham madde kayıpları ve üretim duruşları yaşanmıştır. Örneğin, Marmara Bölgesi'nde 2023 yılında yaşanan yoğun yağışlarda bazı tesislerin dış alan depo bölgelerinde su basması sonucu iplik, kumaş ve ambalaj malzemelerinde kayıplar oluşmuş, sigorta kapsamında tazminatlar alınsa da üretim birkaç gün durmuş ve ek maliyetler ortaya çıkmıştır. Çatı çökmeleri nedeniyle üretimin tamamen durduğu vakalar da raporlanmıştır.

Nispeten daha az kritik altyapı ve operasyonun tanımlandığı kar ve buzlanma tehlikesi, fırtına ve hortum olayları, özellikle denizyolu lojistiği ile yapılan ham madde ve ürün sevkiyatlarında kritik kesintiler yaratabilmektedir. Hindistan ve Endonezya gibi bölgelerde yaşanan yoğun muson yağmurları ve tropikal fırtınalar, liman operasyonlarını geciktirerek Türkiye'ye ham madde akışında süreksizliklere yol açmıştır. Ayrıca Marmara Denizi'nde yaşanan lodos vakaları denizyolu operasyonlarını etkilemiştir. Tesis altyapılarında ise çatı deformasyonları ve açık alandaki ekipmanların zarar görmesi riski mevcuttur. Dolu yağışları, özellikle çatı tipi güneş enerji santrali (GES) panelleri ve depo alanlarında risk yaratmaktadır. Dolu yağışı sonucu bazı GES panellerinde hasar meydana geldiği ve modül değişimleri yapılması gerektiği durumlar raporlanmıştır. Ayrıca tesislerin yağmur suyu kanallarında dolu sonrası tıkanmalar gözlemlenmiş, buna bağlı olarak bina içine giren su nedeniyle üretim operasyonları aksama riskiyle karşılaşmıştır.

Kar ve buzlanma, sevkiyat rampalarında tırların yanaşmasını engellemekte ve ham madde tedariki ile ürün lojistiğinde ciddi gecikmelere yol açabilmektedir. Örneğin bir tesiste 2022 kışında İstanbul'da yaşanan yoğun kar yağışı sırasında sevkiyatlar bir hafta durmuş, üretim birkaç gün kesintiye uğramıştır. Ayrıca kimyasal depolama hatlarında donma riski oluşarak pompalarda tıkanmalar yaşanabilmektedir. Rüzgar yönündeki değişimler, yangın ya da kimyasal emisyon olaylarında risk alanının yön ve mesafesini değiştirerek acil durum yönetiminde belirsizlik yaratabilmektedir. Özellikle yüksek kolon ve kulelerin rüzgar hızlarından etkilenme olasılığı mevcuttur. Ancak geçmişte bu konuda tesis özelinde önemli bir sapma ya da olumsuz vaka raporlanmamıştır. Yıldırım düşmesi, elektrik panoları, kimyasal depolama alanları ve üretim ekipmanları için ciddi risk oluşturmaktadır. Elektrik dalgalanmaları sonrası bazı cihazlarda (klima, bilgisayar, yazıcı) hasar meydana gelmiştir. Ayrıca tesislerin yakın çevresinde ölümlü yıldırım vakaları yaşanmış, bu da potansiyel riskin büyüklüğünü göstermektedir. Deniz seviyesindeki yükselmeler, kıyı tesisleri için uzun vadeli bir tehdit oluşturmaktadır. Liman operasyonları deniz taşkınları ve altyapı hasarları riski altındadır. Orman yangınları, özellikle pamuk ve viskon gibi tarımsal hammaddelerin üretildiği bölgelerde arz kesintilerine yol açabilmektedir. Kuraklık, sıcaklık artışları ve tarımsal alanlarda çıkan yangınlar ham madde arzını düşürmekte, kaliteyi bozmakta ve fiyatları artırmaktadır. Geçmiş yıllarda Avustralya'da yaşanan kuraklık ve yangınlar yün kalitesinde bozulmalara ve maliyet artışlarına neden olmuştur.

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

Sıcaklık artışı ile ortaya çıkan riskler karşısında tekstil ürünleri sanayiinde farklı ölçeklerde uyum önlemlerinin uygulanmaya başlandığı görülmektedir. Tablo 4.6’da yer aldığı üzere, mevcut durumda fanlar, klima sistemleri, havalandırma çözümleri, alternatif tedarikçi listeleri, jeneratör ve GES sistemleri gibi önlemler devrededir. Bununla birlikte önerilen uyum önlemleri arasında otomatik sıcaklık-nem kontrolü, enerji verimli iklimlendirme yatırımları, iklimlendirilmiş depolama alanlarının oluşturulması, çalışanlar için vardiya düzenlemesi ve eğitim programları gibi daha ileri düzey uygulamalar yer almaktadır. Bu çerçevede, hem üretim verimliliğinin korunması hem de çalışan sağlığının güvence altına alınması açısından iklim değişikliğine uyum stratejilerinin kurumsal düzeyde planlı ve sistematik bir şekilde geliştirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

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

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
İklimlendirme ve soğutma sistemleri	Fanlar, klima üniteleri, periyodik bakım	Otomatik sıcaklık-nem kontrol sistemleri, enerji verimli iklimlendirme, izolasyon yatırımları
Makine ve ekipman (dokuma tezgahları, iplik makineleri vb.)	Düzenli bakım, nem ölçümleri, havalandırma	Yüksek sıcaklık uyarı sistemleri, periyodik bakım sıklığının artırılması, otomasyon destekli izleme
Çalışanlar (boyahane, apre, finisaj vb.)	Havalandırma, gölgeli mola alanları, sağlık birimleri	Vardiya düzenlemesi, mola sürelerinin artırılması, iklimlendirilmiş çalışma alanları, eğitim programları
Hammadde tedariki (pamuk, yün, keten vb.)	Alternatif tedarikçi listeleri, sertifikalı ürün kullanımı	Uzun vadeli tedarik planları, erken sipariş, alternatif elyaf Ar-Ge çalışmaları
Depolama alanları (iplik, kumaş, kimyasal)	İzolasyonlu paketleme, FIFO uygulaması, havalandırma	İklimlendirilmiş depolama alanları, sürekli sıcaklık-nem izleme, yangın önleme sistemlerinin güçlendirilmesi
Enerji yönetimi (elektrik, soğutma sistemleri, GES)	Jeneratör, UPS sistemleri, mevcut GES uygulamaları	Hibrit enerji sistemleri (GES+şebeke), enerji verimli inverter sistemler, otomatik izleme ve optimizasyon yazılımları

Kuraklık riskine karşı tekstil sanayiinde çeşitli uyum önlemleri uygulanmaktadır. Tablo 4.7’de yer aldığı üzere, mevcut önlemler arasında ters ozmos sistemleri ile deniz suyunun arıtılarak kullanılması, su depolama kapasitelerinin artırılması, atıksu geri kazanımı, proses iyileştirmeleri ve su verimliliği sağlayan teknolojilerin kullanımı bulunmaktadır. Bununla birlikte önerilen uyum önlemleri arasında susuz veya düşük su tüketimli boyama teknolojilerine geçilmesi, yağmur suyu toplama sistemlerinin yaygınlaştırılması, su geri kazanımında ileri arıtma teknolojilerinin uygulanması ve su risk haritalarının çıkarılması gibi ileri düzey çözümler yer almaktadır. Ayrıca, hammadde tedariki açısından alternatif kaynakların geliştirilmesi ve stok planlamalarının güçlendirilmesi de kuraklık riskini azaltıcı önemli stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Bu çerçevede, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve döngüsel kullanımının artırılması, tekstil sektöründe kuraklık etkilerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir.

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

Kritik altyapı / operasyon	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Su temini (kuyu, baraj, OSB şebekesi)	Ters ozmos sistemleri, sınırlı su depolama, kuyu suyu kullanımı	Yağmur suyu toplama sistemleri, ileri arıtma teknolojileri, su risk haritaları oluşturulması



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 48 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Boyahane ve ıslak prosesler	Proses iyileştirmeleri, atıksu geri kazanımı, su sayaçları ile takip	Susuz/tuzsuz boyama teknolojileri, düşük su tüketimli makine yatırımları
Soğutma sistemleri (adyabatik kuleler, kondens hatları)	Kısmi geri kazanım uygulamaları, mevcut depoların kullanımı	Su geri dönüşüm oranlarının artırılması, soğutma kulelerinin renovasyonu
Hammadde tedariği (pamuk, keten, deri vb.)	Alternatif tedarikçi listeleri, yedek stok planlamaları, sertifikalı ürün kullanımı	Yerli alternatiflerin güçlendirilmesi, erken sipariş stratejileri, ikame elyaf Ar-Ge çalışmaları
Hammadde tedariği (pamuk, keten, deri vb.)	Alternatif tedarikçi listeleri, yedek stok planlamaları, sertifikalı ürün kullanımı	Yerli alternatiflerin güçlendirilmesi, erken sipariş stratejileri, ikame elyaf Ar-Ge çalışmaları
Depolama ve kimyasal alanları	İzolasyonlu depolama, nem ve sıcaklık ölçümleri	İklimlendirilmiş depolama alanları, sürekli izleme ve otomatik alarm sistemleri
Enerji yönetimi	Deniz suyunun arıtılarak kullanılması, GES yatırımları, enerji verimliliği projeleri	Hibrit enerji sistemleri (GES+şebeke), su verimli soğutma teknolojileri, finansal teşviklerin kullanılması

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

Kritik altyapı / operasyon	Tehlike	Mevcut uyum önlemleri	Önerilen uyum önlemleri
Sevkiyat alanı - Dış ortamda depolanan hammaddeler	Aşırı Yağış ve Sel	Düzenli mazgal temizliği, dalgıç pompa kullanımı, vidanjör ile rögar temizliği	Mazgal kapasitesinin artırılması, alanın yükseltilmesi, inşaat sonrası drenaj iyileştirmeleri
Elektrik pano odası - UPS	Aşırı Yağış ve Sel	Çatı güçlendirmesi ve koruyucu tabaka ile su alma riski azaltıldı	UPS destekli güç sistemlerinin artırılması, pano yalıtımı ve drenaj iyileştirmeleri
Sevkiyat alanı	Kar ve Buzlanma	Tuzlama yapılmakta, sınırlı stok kapasitesi mevcut	Daha yüksek stok kapasitesi, alternatif tedarik ve lojistik çözümleri
Tedarik zinciri ve lojistik	Fırtına ve Hortum	Alternatif karayolu taşımacılığı seçenekleri belirlenmiş	Erken uyarı sistemleri entegrasyonu, kritik tedarikçilerle kriz yönetim planları
Tedarik zinciri ve lojistik	Kar ve Buzlanma	Ürünler için sigorta süreçleri mevcut	Alternatif lojistik rotaları ve depolama çözümleri
Personel servisleri	Kar ve Buzlanma	Araç kontrolleri yapılmakta, personelin %70'i yürüme mesafesinde	Alternatif servis güzergahları, çalışanlar için esnek çalışma planı
Elektrik panoları	Yıldırım Düşmesi	Paratoner sistemler kurulmuş	Aşırı gerilim koruma sistemleri, yangın algılama-söndürme sistemleri
Tedarik zinciri ve lojistik	Fırtına ve Hortum	Sigorta, alternatif hammadde temini, erken sipariş uygulamaları	Kriz yönetimi kapasitesinin artırılması, teknolojik altyapı yatırımları
Tesis altyapısı	Aşırı Yağış ve Sel	Mazgal genişletme, yerden yüksek depolama	UPS destekli makineler, jeneratör sistemleri, yağış öncesi riskli malzemelerin taşınması
Tesis çatı alanı	Aşırı Yağış ve Sel	Mazgal temizliği, yerden yüksek depolama	Çatı izolasyonu iyileştirmeleri, jeneratör destekli sistemler
Çatı GES	Dolu	Modüler yapıda olduğu için birkaç panelin devre dışı kalması sistemi etkilemiyor	Doluya dayanıklı panel tasarımları, periyodik bakım, sigorta kapsamının genişletilmesi
Çatı GES	Fırtına ve Hortum	Temel bakım prosedürleri uygulanıyor	Afet dayanıklı tasarım, hibrit sistem entegrasyonu
Çatı GES	Aşırı Yağış ve Sel	Temel bakım prosedürleri uygulanıyor	Periyodik bakım, drenaj ve sigorta süreçlerinin iyileştirilmesi



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 49 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Enerji temini	Yıldırım Düşmesi	Paratoner ve afet farkındalık eğitimleri	Aşırı gerilim koruma sistemleri, izolasyon ve acil durum eğitimleri
Enerji temini	Aşırı Yağış ve Sel	Yağmur suyu drenaj sistemleri güçlendirilmiş	Elektrik panolarının yükseltilmesi, depo ürünlerinin suya dayanıklı ambalajlarda korunması
Orman arazilerine yakın tesisler	Orman Yangını	Risk yönetim planı, erken uyarı sistemleri, sigorta	Orman idaresiyle iş birliği, yangın gözetim sistemleri
Kıyı bölgelerindeki tesisler	Deniz Seviyesi Yükselmesi	Taşkın bariyerleri ve tahliye sistemleri	Altyapı güçlendirmeleri, kritik ünitelerin taşınması
Tesis altyapısı	Fırtına ve Hortum	Açık üretim ekipmanları fırtınaya dayanıklı tasarlandı	Hortum riskine karşı altyapı güçlendirmeleri
Tesis altyapısı	Yıldırım Düşmesi	Paratoner ve topraklama sistemleri	Periyodik kontrol ve bakım, ek güvenlik tedbirleri
Tesis altyapısı	Rüzgar Yönü Değişimi	Risk değerlendirmeleri mevcut	Rüzgar izleme sistemleri ve acil durum planlarının güncellenmesi

Tekstil ürünleri sanayinde faaliyet gösteren tesisler için öne çıkan kritik altyapı ve operasyonlar için belirlenen maruziyet, etki ve risk seviyelerine Tablo 4.9'da yer verilmiştir. Kritik altyapı ve operasyonlar bazında incelendiğinde sıcaklık artışı tehlikesi açısından en yüksek maruziyetin dokuma ve dijital baskı bölümlerinde iklimlendirme sistemleri ile kompresörler, soğutma kuleleri ve elektrik panoları gibi üretim devamlılığını doğrudan etkileyen altyapılarda olduğu görülmektedir. Bu alanlarda makine performansında düşüş, üretim duruşları ve yüksek maliyetli arızalar yaşanabilmektedir. Benzer şekilde elyaf, pamuk iplik ve kumaş tedariki sıcaklık değişimlerine karşı oldukça hassastır; tedarik kesintileri veya kalite kayıpları durumunda üretimin durması söz konusu olmakta, bu nedenle etkisi yüksek ve bazı durumlarda çok yüksek düzeyde değerlendirilmektedir.

Depo alanları (naylon iplik, yarı mamul ve ürün depoları) da sıcaklık artışına karşı yüksek maruziyet taşımakta olup, hem ürün kayıpları hem de kalite bozulmaları yaşanabilmektedir. Kimyasal depolama alanları için sıcaklık kaynaklı bozulma ve üretim kalitesinin düşmesi riski öne çıkmaktadır. Enerji altyapısı (elektrik panoları ve elektrik temini) sıcaklık artışına karşı yüksek maruziyet göstermekte, elektrik temininde kesintiler veya pano arızaları üretimi doğrudan durdurabilmektedir.

Çalışan sağlığı açısından değerlendirildiğinde, boyahane, RAM, apre ve büküm bölümlerinde çalışan personelin yüksek sıcaklıklara maruziyeti verimlilik kayıpları ve dikkat dağınıklığına yol açmakta; ofis ortamında çalışanlar için maruziyet düşük-orta seviyede iken, dış sahalarda (yükleme/indirme alanları) çalışanlar için maruziyet orta-yüksek seviyededir.

Genel olarak, tekstil ürünleri sanayinde sıcaklık artışı tehlikesine karşı en hassas alanlar dokuma ve baskı bölümleri, kompresör ve soğutma sistemleri, elektrik altyapısı, kimyasal ve hammadde depolama alanları ile kritik hammadde tedariki olarak öne çıkmakta; çalışanlar ve tesis genelinde ise maruziyetin düşük-orta seviyede olmasına karşın, üretim ve kalite güvenliği açısından etkilerin orta-yüksek düzeyde olduğu değerlendirilmektedir.

Kritik altyapı ve operasyonlar bazında incelendiğinde kuraklık tehlikesi açısından en yüksek maruziyetin boyahane üretimi, su temini ve adyabatik soğutma kuleleri gibi doğrudan suya bağlı operasyonlarda olduğu görülmektedir. Boyama işlemleri için suyun olmaması üretimi tamamen durdurmakta, tesisin bir haftadan uzun süre kapalı kalma riski doğurmaktadır. Benzer şekilde soğutma sistemleri ve kondens hatları, suyun



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 50 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

sağlanamaması durumunda üretimin sürdürülmesine imkân vermemekte, bu nedenle etki ve maruziyet çok yüksek seviyede değerlendirilmektedir.

Pamuk ve ham deri tedariki açısından da kuraklık kritik bir risk oluşturmaktadır. Suya bağımlı tarımsal üretimde verim kayıpları ve kalite düşüşleri, hammadde arzında daralmalara yol açmakta; bu durum doğrudan üretim kapasitesini ve ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Yerli pamuk üretiminin yanı sıra ithal ham deride de kuraklığa bağlı arz sıkıntıları yaşanabileceği öngörülmektedir.

Su yumuşatma üniteleri ve ters ozmos sistemleri gibi yardımcı tesis altyapılarında su temininde yaşanacak aksamalar, üretim genelinde kesintilere sebebiyet verebilmektedir. Ayrıca kuraklık, enerji üretim süreçlerinde kullanılan soğutma suyu temininde de kritik öneme sahiptir; bu alanlarda maruziyet yüksek, olası etkiler ise üretim duruşları ve kapasite kayıpları şeklinde öne çıkmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil ürünleri sanayinde kuraklık tehlikesine karşı en hassas alanlar boyahane üretimi, su temini altyapısı, soğutma sistemleri ve hammadde tedariki olarak öne çıkmakta; diğer altyapı ve operasyonlarda ise etkiler orta seviyede olmakla birlikte, üretim ve süreklilik açısından sektöre ciddi riskler getirdiği görülmektedir. Tüm bileşenlerin dikkate alındığı risk bileşeni açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, tekstil ürünleri üretimi açısından risklerin yoğunlaştığı alanlar hammadde temini, su temini ve kalitesi, soğutma sistemleri ve enerji tedariki, depolama alanları, lojistik operasyonlar ve çalışanların sıcaklık artışına maruziyeti olarak öne çıkmaktadır.

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

- Hammadde tedariki (pamuk, yün, keten, ham deri vb.)
- Su temini (özellikle boyahane ve soğutma sistemleri)
- Soğutma sistemleri, kompresörler ve enerji altyapısı
- Depolama alanları (kimyasal, iplik, kumaş ve yarı mamul)
- Lojistik operasyonlar (özellikle karayolu ve denizyolu taşımacılığı)
- Çalışanların sıcaklık artışına maruziyeti

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

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

İklim Tehlikesi	Maruziyet					Etki					Risk - Mevcut Durum				
	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	0	14	12	12	10	0	6	20	13	9	0	0	26	22	0
Kuraklık	0	1	3	8	6	0	0	5	7	6	0	0	5	13	0
Aşırı Yağış ve Sel	1	3	4	7	1	0	0	9	7	0	0	0	9	7	0
Fırtına ve Hortum	0	5	4	4	3	0	1	7	6	2	0	1	13	2	0
Dolu	0	3	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	3	1
Kar ve Buzlanma	0	3	1	7	3	0	2	3	7	2	0	0	5	9	0
Rüzgar Yönü Değişimi	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Sis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yıldırım Düşmesi	0	1	1	2	1	0	0	2	3	0	0	0	1	4	0
Deniz Seviyesi Yükselmesi	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0
Orman Yangını	1	1	0	2	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0	0



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 52 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK





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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 53 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

5. TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ

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

Tablo 5.1: Geçiş ve fiziksel riskler

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 54 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

5.1. Geçiş Riskleri

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

5.1.1 Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği

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

5.1.2 AB Atık Çerçeve Direktifi

Atıkların çevresel etkilerinin azaltılması, döngüsel ekonominin teşvik edilmesi ve kaynak verimliliğinin artırılması amacıyla 2023 yılında revize edilen AB Atık Çerçeve Direktifi kapsamında özellikle tekstil ve plastik atıklarının izlenebilirliği ve üretici sorumluluklarına ilişkin hükümler güçlendirilmiştir. Yeni düzenlemeler doğrultusunda, tekstil sektörü, yüksek hacimli üretim, hızlı tüketim döngüsü ve atık oluşumu nedeniyle öncelikli alanlardan biri olarak değerlendirilmektedir. 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 düzenleme ile üreticiler, piyasaya sürdükleri tekstil ürünlerinin kullanım ömrü sonrasındaki atık yönetiminden mali ve operasyonel olarak sorumlu tutulacaklardır. GÜS kapsamında, sürdürülebilir ürünler için daha düşük katkı payı öngören eko-modülasyon sistemi uygulanması hedeflenmekte

olup; toplanan ücretlerin, tekstil atıklarının ayrı toplanması, ayrıştırılması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesine yönelik yatırımları finanse edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, tekstil atıklarının liften life geri dönüşümüne yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, atıkların yalnızca çevreye uygun koşullarda işlendiğinden emin olunan ülkelere sevkiyatının sağlanması ve atık ile ikinci el ürün tanımlarının netleştirilmesi konularında da adımlar atılacaktır. Üreticilere kendileri adına GÜS yükümlülüklerini yerine getirmek üzere bir Üretici Sorumluluğu Örgütü (PRO) atanacak olup, PRO'lar aracılığıyla tüketicilere sürdürülebilir tüketim, ürünlerin doğru kullanımı, yeniden kullanım ve tamir imkanları gibi konularda bilgilendirme yapılması planlanmaktadır. 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. Bu yükümlülükler doğrultusunda, üreticilerin ürünlerinin çevresel etkilerini en aza indirecek önlemleri almaları ve sürdürülebilir üretim modellerine geçişi hızlandırmaları hedeflenmektedir (TB_f, 2025). Yine 2025 yılında revize edilen AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Tüzüğü ile AB pazarına ihraç edilecek tüm ambalaj malzemelerinin 2030 itibarıyla %100 geri dönüştürülebilir olması; ambalajlarda geri dönüştürülebilir içerik kullanımının artırılması ve ambalaj üretiminde birincil hammadde kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır. Bu çerçevede, AB içinde uygulanmaya başlanan dijital ürün pasaportu uygulamaları ve atık bilgi platformları gibi dijital çözümler, önümüzdeki dönemde dış pazarlara erişim açısından önem kazanacaktır (TB_b, 2025).

5.1.3 AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı

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

5.1.4 AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği

2024 yılında yürürlüğe giren Sürdürülebilir Ürünler için Eko-Tasarım Tüzüğü (ESPR- Eco-design for Sustainable Products Regulation) çerçevesinde 2024-2027 döneminde demir-çelik, alüminyum, tekstil ürünleri, mobilya, lastik, deterjan, boya, mineral yağ, kimyasal, bilgi teknolojileri cihazları ile enerji yoğun ürünlerde ürün bazlı eko-tasarım kurallarının belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu yönetmeliğe uyum sağlanabilmesi için ürün tasarım süreçlerinin döngüsel ekonomi ilkelerine göre yeniden yapılandırılması,



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 56 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

ürünlerin bileşenleri, geri dönüştürülmüş içeriği ve çevresel etkileri hakkında belgelendirme ve veri yönetimi altyapısının oluşturulması, ürünlerin dijital pasaport ile izlenebilirliğini sağlayacak sistemlerin kurulması, AB pazarına yönelik üretim yapan firmalar için uygunluk değerlendirme süreçlerine hazırlanılması gerekmektedir. Türkiye'deki üreticilerin eko tasarım odaklı Ar-Ge yatırımlarını artırmaları, tedarik zinciri şeffaflığını sağlamaları ve dijital altyapılarını güçlendirmeleri gerekecektir (TB_c, 2025).

5.1.5 AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması

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

5.1.6 AB Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi

2024 yılında kabul edilen Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü Direktifi (Corporate Sustainability Due Diligence Directive - CSDDD) ile tedarik zinciri boyunca çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Direktif kapsamında çocuk işçiliği, zorla çalıştırma, işçi sağlığı ve güvenliği ihlalleri, ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, çevre kirliliği ve Paris Anlaşması'na uyumlu bir iklim geçiş planının oluşturulması konuları ele alınmaktadır. Tekstil ürünleri üretimi sektörü açısından AB merkezli müşterilere üretim yapan firmaların raporlama yükümlülükleri çerçevesinde daha şeffaf, izlenebilir ve sürdürülebilir üretim süreçleri oluşturması gerekecektir. AB net cirosu 2028 yılı itibarıyla 900 milyon Euro üzeri, 2029 itibarıyla ise 450 milyon Euro üzeri olan firmalar kapsama dahil edilecek olup, küçük ve orta ölçekli şirketler (KOBİ) doğrudan mevzuat kapsamında değerlendirilmemekle birlikte kapsama dahil edilen büyük şirketlerin tedarikçisi veya alt sağlayıcısı olarak mevzuat hükümlerinden etkilenecektir (TB_e, 2025).

5.2. Fiziksel Riskler

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

kapsamlı bir risk yönetimi ve uyum stratejisi geliştirmesine yardımcı olmaktadır (UNEP, 2023; ESRB, 2024). İklim değişikliği kaynaklı fiziksel riskler, özellikle pamuk gibi doğal liflere dayalı üretim yapan işletmeler ile su ve enerji yoğun üretim süreçlerine sahip tekstil tesisleri için ciddi tedarik ve operasyonel sorunlar doğurabilecek niteliktedir. Tekstil sektörünü etkileyebilecek başlıca fiziksel riskler aşağıda özetlenmiştir.

5.2.1 Doğal Hammaddelere Erişimde Güçlük

Sıcaklık artışı, kuraklık ve aşırı hava olayları gibi iklim tehlikeleri, pamuk, yün ve viskon gibi doğal ve yarı doğal liflerin temininde sürekliliği tehdit etmektedir. Özellikle tarımsal üretime dayalı hammaddelerde verim düşüşü ve kalite sorunları, tedarik zincirlerinde aksamalara, maliyet artışına ve üretim planlamasında belirsizliklere yol açabilir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, tesislerde iklim olayları nedeniyle doğrudan hammadde tedarikinin tamamen durduğu bir durum yaşanmamakla birlikte, özellikle sürdürülebilirlik sertifikaları kapsamında temin edilmesi gereken nitelikli ürünlere erişimde zorluklar ve buna bağlı maliyet artışları gibi sorunlar gözlemlenmiştir.

5.2.2 Tedarik Zincirinde Aksaklıklar

Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi hava olayları deniz ve kara taşımacılığını sekteye uğratarak, hem ithal hammadde ve yardımcı malzemelerin hem de tekstil ürünlerinin lojistik süreçlerini yavaşlatabilmektedir. Bu durum, özellikle hızlı moda gibi kısa teslim sürelerine dayalı çalışan tekstil firmaları açısından müşteri memnuniyetinde azalma, sipariş iptalleri ve ihracat kayıpları anlamına gelmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, tesislerin stok kapasitesini artırması, alternatif ulaşım modlarını değerlendirmesi ve sevkiyat sigortası uygulamaları ile riskin azaltılabileceği, ancak tüm bu önlemlerin işletme maliyetlerini artırabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca, özellikle sıcaklık ve nem gibi çevresel koşullara duyarlı olan bazı hammadde ve ürün gruplarında (örn; özel boyalı kumaşlar veya teknik tekstiller), uygun taşıma koşullarının sağlanamaması halinde ürün kalitesinde bozulma ve maddi kayıpların olduğu bildirilmiştir.

5.2.3 Tesis Altyapısına Yönelik Tehditler

Aşırı yağış ve sel riski nedeniyle üretim tesislerinin altyapısı ile makine parkı, hammadde ve mamul ürün depo alanlarının zarar görmesi söz konusu olabilir. Bu durum, üretim duruşlarına, sipariş teslimatlarında gecikmelere ve sigorta maliyetlerinde artışa yol açabilmektedir. Özellikle düşük kotta, dere yataklarına veya su baskınına açık bölgelere yakın konumlanmış tesisler daha yüksek risk altındadır. Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, bazı tesislerde açık veya yetersiz korunaklı alanlarda depolanan pamuk, elyaf, kumaş ruloları gibi yanıcı ve suya duyarlı malzemelerin aşırı yağış sonrası zarar gördüğü ve bu nedenle üretimin kısa süreli durduğu ya da ürün kayıpları yaşandığı örnekler tespit edilmiştir.

5.2.4 Su Temininde Güçlük

Kuraklık, özellikle tekstil sektörü açısından boyama, yıkama ve terbiye gibi yüksek miktarda su tüketen üretim aşamalarında su temininde zorluklara neden olabilmektedir. Su kaynaklarının azalması, proses verimliliğini düşürebilmekte ve suya erişimin ciddi şekilde kısıtlandığı durumlarda üretim durma noktasına gelebilmektedir.

Ayrıca kurak dönemlerde yer altı ve yüzey sularının debisinin düşmesi su kalitesini de olumsuz etkileyebilmekte; tuzluluk, sertlik, ağır metal ve kirletici konsantrasyonlarında artış yaşanabilmektedir. Bu durum, özellikle tekstil proseslerinde istenmeyen renk sapmaları, kalite kayıpları ve ekipman aşınmaları gibi sonuçlara yol açabilmektedir. Üretim tesislerinde atıksu geri kazanımı ve su verimliliği uygulamaları ile bu risklerin azaltılması mümkün olmakla birlikte, bu tür yatırımların yapılması genellikle su maliyetlerinin üretim bütçesindeki payına göre değerlendirilmektedir. Proje kapsamında yapılan çalışmalarda, bazı firmaların şebekeden ya da kuyulardan su temininde yaşanan güçlükler nedeniyle tankerle su temini gibi geçici çözümlere yöneldiği ve bunun da işletme maliyetlerini artırdığı tespit edilmiştir.

5.2.5 İklimlendirme İhtiyacının Artması

Artan sıcaklıklar nedeniyle tekstil üretim tesislerinde işçi sağlığını ve ürün kalitesini koruyabilmek amacıyla iklimlendirme sistemlerine duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu durum enerji tüketimini ve işletme maliyetlerini yükseltirken, sera gazı emisyonlarının da artmasına yol açabilmektedir. Özellikle kapalı alanlarda iklimlendirme olmayan bölgelerde çalışma koşulları zorlaşmakta, bunun yanı sıra açık alanlarda yapılan sevkiyat ve diğer operasyonlarda da kesintiler yaşanabilmektedir. Sıcaklık artışı sebebiyle makinalarda bakım-onarım ihtiyacının artması ve ani duruşlara bağlı olarak kalite sorunlarının artması gibi sonuçlar da oluşmaktadır. Ayrıca, biyolojik proseslerin kullanıldığı atıksu arıtma tesislerinde sıcaklık artışı nedeniyle soğutma ihtiyacı artmakta ve proses verimliliğinde dalgalanmalar gözlemlenmektedir.

5.3. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Proje kapsamında hazırlanması hedeflenen Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin yer aldığı yarım gün süren 3 sektörel çalıştay düzenlenmesi planlanmıştır. Bu çerçevede tekstil ürünleri üretimi odağında organize edilen çalıştay 26 Mayıs 2025 tarihinde 09:30-12:30 saatleri arasında İstanbul Sanayi Odası Odakule binasında 27 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalıştay programı Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2: Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay programı

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 59 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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

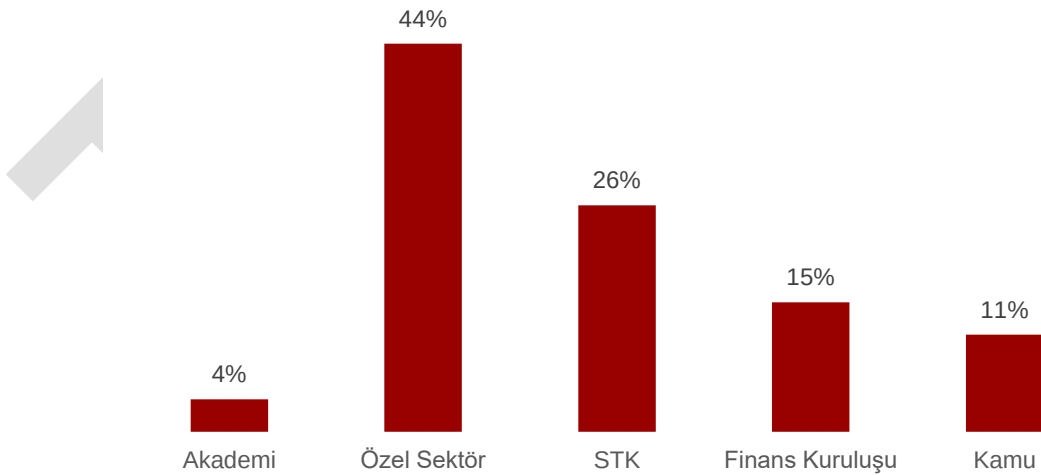
Yuvarlak masa oturumunun ilk kısmında katılımcılara dağıtılan tablolarda yer verilen risklere ilişkin bilgilendirme yapılarak, katılımcıların riskler üzerindeki görüş ve değerlendirmeleri alınmıştır. Bu çerçevede katılımcıların aşağıdaki 5 adet soruyu 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) aralığında puanlamaları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

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

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

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

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



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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 60 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01



Şekil 5.2: Çalıştay fotoğrafları

- Türkiye'deki bazı bakanlıklardan gelen geri bildirimlerde, AB mevzuatının henüz netleşmemiş olması nedeniyle Türkiye'deki mevzuat hazırlıklarının da geciktiği ifade edilmiş, bu durumun sektör açısından uyum sürecini yavaşlatabileceği değerlendirilmiştir. Mevzuat açısından, ulusal ve uluslararası düzenlemelerde bulunan boşlukların özellikle KOBİ ölçeğindeki firmalar açısından belirsizlik ve geçiş riski oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle "Ulusal ve uluslararası mevzuat belirsizlikleri" başlığının geçiş riski olarak tabloya eklenmesi önerilmiştir.
- Tekstil sektöründe mevcut düzenlemelerde (özellikle Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Uygulamaları Genelgesi) yer alan hükümlerin uygulanabilirliğinin zor olduğu, sektördeki firmaların bu kurallara uyum sağlamada çeşitli zorluklar yaşadığı vurgulanmış, "Temiz üretim tebliği ve genelgesi kriterlerine uyum sağlanması" ifadesi geçiş riski olarak tabloya eklenmiştir.
- Tekstil ve kimya sektörleri açısından, özellikle tekstil boyama süreçlerinde kimyasal kullanımına yönelik AB kaynaklı yeni düzenlemelerin gündeme gelebileceği, dolayısıyla kimya sektörünün de bu kapsama dahil edilmesi gerektiği belirtilmiştir.
- KOBİ'ler açısından karbon ve su ayakizi hesaplamaları gibi sürdürülebilirlik standartlarının eksikliği, sektörel sürdürülebilirlik raporlamalarının tamamlanmasını güçleştirmektedir. Bu durumun da hem piyasa rekabeti hem de finansmana erişim açısından önemli bir geçiş riski oluşturduğu belirtilmiştir. Özellikle hazırlıkları devam eden İklim Kanunu çerçevesinde ortaya konacak hükümlere uyum



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

sağlanması önemli bir geçiş riski olarak görülmekte olup, “İklim kanunu gereklerine uyum sağlanması” ifadesi geçiş riski olarak tabloya eklenmiştir.

- TSRS (Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları) kapsamındaki gelişmelerin, özellikle büyük firmalar nezdinde raporlama yükümlülüklerinin artmasına sebep olabileceği ve bu gelişmenin sektör üzerinde önemli etkiler yaratabileceği ifade edilmiştir. Bu kapsamda “TSRS kapsamında raporlama yükümlülüğünün oluşması” konulu geçiş riskinin tabloya eklenmesine karar verilmiştir.
- Greenwashing (yeşil badana) benzeri yanıltıcı çevre iddialarının firmalar açısından itibar kaybına neden olabileceği belirtilmiş, bu kapsamda şeffaflık ve doğrulama mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Buna istinaden “İtibar kaybı - greenwashing” başlıklı bir geçiş riski tabloya eklenmiştir.
- Bazı büyük markaların (örn; Inditex) tedarik zincirindeki sürdürülebilirlik hedeflerini kendi kriterlerine göre şekillendirdiği, organik pamuk gibi hammaddelerin tedarik edilip edilmemesinin ikinci planda kaldığı ifade edilmiştir. Bu durumun, tedarikçi firmalar açısından belirsizlik ve yatırım riski oluşturabileceği değerlendirilmiştir. Ortaklaştırılmış ve çerçevesi standartlar ile belirlenmiş sürdürülebilirlik hedeflerine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.
- Tekstil sektörü özelinde ortaya konan çevre etiketi uygulamasının ilk versiyonunda yer alan hedeflerin gerçekçi olmaması nedeniyle sektörde yaygın olarak uygulanamadığı, daha sonra revize edilen versiyonun ise AB versiyonunun birebir çevirisi olduğu, ancak buna rağmen çevre etiketinin yurt dışında yeterli tanınırlığa sahip olmadığı ve çevre etiketine sahip olmanın uluslararası pazarda firmalara avantaj sağlayamadığı 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’de yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre, kuraklık nedeniyle üretimde su temininde yaşanabilecek güçlükler fiziksel riskler içerisinde öne çıkmakta ve sektörün karşı karşıya olduğu en önemli risk olarak değerlendirilmektedir. Bu riskin sektöre etkisinin büyük olduğu, gerçekleşme olasılığının yüksek olduğu ve önlem alma ihtiyacının acil olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş zorunluluğu ve AB Atık Çerçeve Direktifi’ne uyum sağlama gerekliliği, yatırım ihtiyacı doğurması ve iş yapış şeklini dönüştürme gerekliliği nedeniyle öne çıkan geçiş riskleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi, AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği’ne uyum, kimyasalların kullanımına yönelik kısıtlamalar, çevresel-sosyal-yönetişim kriterlerine uyumsuzluk ve kurumsal sürdürülebilirlik raporlama yükümlülükleri sektör açısından dikkat çeken diğer önemli risk alanlarıdır. Ulusal ve uluslararası mevzuat belirsizlikleri ile TSRS kapsamında raporlama yükümlülüğü gibi tabloya sonradan eklenen geçiş riskleri de uyum süreci ve mevzuat altyapısı konularında belirsizliklere neden olduğu için sektör açısından önemli birer risk alanı olarak değerlendirilmiştir. Sektörün en hazırlıksız olduğu riskler arasında kuraklık nedeniyle su temininde yaşanabilecek güçlükler, sınırda karbon düzenleme mekanizması, karbon fiyatlandırma sistemleri ve altyapıyı etkileyebilecek aşırı hava olayları öne çıkmaktadır. Gerçekleşme olasılığı en yüksek olarak değerlendirilen riskler ise hammadde kaynaklarında iklim değişikliği nedeniyle yaşanabilecek sorunlar, karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi, kimyasal kısıtlamaları ve sürdürülebilirlik raporlama yükümlülükleri olmuştur. Bu bağlamda, söz konusu risklere uyum sağlanabilmesi için hem fiziksel



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 62 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

hem de geçiş risklerine karşı sektörün iş yapış şeklini değiştirmesini gerektiren yapısal önlemlerin ivedilikle hayata geçirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

TASLAK



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

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

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	4,4	2,4	3,6	4,2	4,0	9,6
14. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	3,6	2,3	3,1	4,2	3,4	7,6
15. Hammade kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	4,0	2,4	3,4	3,6	3,1	7,5
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle pamuk, viskon gibi doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,6	1,9	4,0	4,0	4,1	9,6
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	4,4	2,0	3,4	3,5	3,4	7,7
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	3,8	2,0	3,3	3,6	3,6	7,3
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,9	1,8	4,2	4,7	4,5	11,1
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	3,8	2,9	3,4	3,5	2,9	7,5
21. Ulusal ve uluslararası mevzuat belirsizlikleri (G)	4,1	2,0	3,8	4,1	3,9	8,9
22. İklim kanunu gereklerine uyum sağlanması (G)	3,9	2,3	3,6	3,8	3,9	8,4
23. TSRS kapsamında raporlama yükümlülüğünün oluşması (G)	3,7	2,6	3,6	3,2	3,4	7,4
24. Temiz üretim tebliği ve genelgesi kriterlerine uyum sağlanması (G)	4,0	2,3	3,3	4,0	3,6	8,2
25. İtibar kaybı - greenwashing (G)	3,8	2,4	3,5	4,1	3,8	8,5

Notlar:



Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 65 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

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

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

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

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



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylem
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK

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

- Katılımcılar, iklim kaynaklı aşırı hava olayları ve çevresel etkilerin enerji altyapısında kesintilere sebep olabileceğini; bunun da tekstil sektörünün yüksek enerji yoğunluğu göz önünde bulundurulduğunda üretim sürekliliğini riske atabileceğini ve sektörün enerji temininde kırılganlık yaratabileceğini belirtmiştir. Bu doğrultuda listeye “İklim tehlikeleri nedeniyle enerji temininde güçlük ve sürdürülebilirliğinin sağlanamaması” maddesinin eklenmesine karar verilmiştir.
- Yasal düzenlemelerdeki eksikliklerin ve uyumsuzlukların sektörün uyum sürecinde önemli bir engel teşkil ettiğini değerlendirilmiştir. Mevzuat eksikliklerine rağmen, sektördeki firmaların müşterilerinin sürdürülebilirlik ve çevresel standartlara ilişkin talepleri doğrultusunda hareket etmek zorunda olduğu vurgulanmıştır. Bu durum, firmaların mevzuat boşluklarını kendi iç politika ve uygulamalarıyla kapatmaya çalıştığını göstermekte, ancak bu yaklaşımın da sürdürülebilir ve tutarlı bir uyum süreci için yetersiz kaldığı ifade edilmiştir. Öte yandan, sıklıkla mevzuatsal çakışmalar ve kurumsal uyumsuzlukların yaşandığını ifade edilmiştir. Örneğin; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından her NACE kodu için belirlenmesi planlanan MET’ler (Mevcut En İyi Teknolojiler) ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın yürürlükteki MET düzenlemeleri arasında çakışma riski bulunduğu belirtilmiştir. Bu tür yetki ve düzenleme örtüşmeleri, sektörde uygulama karmaşasına ve yükümlülüklerin yerine getirilmesinde belirsizliklere yol açmakta; uyum süreçlerini zorlaştırmaktadır. Katılımcılar, bu tür çakışmaların önlenmesi için kurumlar arası eşgüdümün artırılması ve mevzuat uyumlaştırmasının sağlanması gerektiğini vurgulamıştır. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda “Ulusal ve uluslararası mevzuatlardaki boşluklar” şeklinde bir geçiş riskinin tabloya eklenmesi faydalı görülmüştür.
- Sıcaklık artışı ve kuraklık gibi iklim tehlikelerinin, özellikle hammadde üretiminin olduğu bölgelerde kırsal alanlardan kentlere veya farklı bölgelere yaşanan nüfus kaymalarını hızlandırabileceği ve sektörün temel hammaddelerini sağlayan bölgelerde çalışan insan sayısının azalmasına neden olabileceği vurgulanmıştır. İklim değişikliği kaynaklı yaşanması öngörülen bu göçlerin hammadde üretiminde iş gücü yetersizliğine sebep olacağı, bunun da üretim kapasitesinde düşme ve tedarik zincirinde aksamalara yol açacağı belirtilmiştir. Katılımcılar, bu durumun sektörün sürdürülebilirliği ve uzun vadeli planlamaları açısından bir risk unsuru olduğunu ifade etmiş, “Sıcaklık, kuraklık vb. iklim tehlikeleri kaynaklı göçlerin yaşanması ve işgücü yetersizliği (hammadde üretimi)” risk tanımının tabloya eklenmesine karar verilmiştir.

Bahsedilen risklerin tabloya ilave edilmesi sonrasında katılımcıların tabloda yer verilen 5 adet soruya her risk maddesi için ayrı ayrı olmak üzere 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) aralığında puan vermeleri istenmiştir. Bu çerçevede tüm katılımcıların iletmiş olduğu puanların ortalamasına Tablo 5.4’de yer verilmiştir. Bu çerçevede yapılan genel değerlendirmeye göre en yüksek risk düzeyine sahip başlık, geçiş riski kapsamında değerlendirilen düşük karbonlu üretim teknolojilerine geçiş zorunluluğu olmuştur. Bu risk, sektörün üretim süreçlerinde köklü dönüşümler gerektirmesi ve yüksek maliyetli yatırımlar içermesi nedeniyle sektör üzerindeki etkisi, yapısal değişim ihtiyacı ve aciliyet bakımından en üst düzeyde değerlendirilmiştir. Bunu takiben, karbon ve su ayakizi raporlamalarının zorunlu hale gelmesi, kimyasal kısıtlamaları ve AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği’ne uyum sağlama gerekliliği gibi düzenleyici geçiş riskleri de yüksek genel puanlarla öne çıkmaktadır. Bu başlıklar, özellikle raporlama,



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

ürün standartları ve sürdürülebilir üretim kriterlerine uyum açısından sektörde ciddi dönüşüm baskısı yaratmaktadır. Kuraklık nedeniyle üretimde su temininde yaşanabilecek güçlükler ise fiziksel riskler arasında en yüksek puan alan başlık olarak dikkat çekmektedir. Sektör açısından bu riskin etkisi büyük olmakla birlikte, hazırlık düzeyinin düşük olduğu ve önlem alma ihtiyacının acil olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, sıcaklık artışı nedeniyle iklimlendirme ihtiyacının artması ve iklim tehlikeleri nedeniyle enerji temininde yaşanabilecek zorluklar da fiziksel riskler arasında öne çıkan diğer başlıklardır. Yeşil/sürdürülebilir finansmana erişim zorluğu ve karbon fiyatlandırma sistemlerine uyum sağlama gerekliliği gibi ekonomik düzenlemelere ilişkin riskler de sektör üzerinde baskı yaratmakta, ancak bu konularda hazırlık düzeylerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, finansman ve mali mekanizmaların dönüşüm süreçlerinde kilit rol oynadığını göstermektedir. Buna karşılık, tüketici alışkanlıklarının döngüsel ekonomi modelleri doğrultusunda değişmesi, iklim kaynaklı göçlerin iş gücü temininde yaratabileceği sorunlar ve mevzuattaki boşluklar gibi başlıklar görece daha düşük genel puanlarla değerlendirilmiş, ancak uzun vadede etkileri derinleşebilecek potansiyel risk alanları olarak not edilmiştir. Sonuç olarak, yapılan değerlendirme sektördeki hem fiziksel hem de geçiş risklerine karşı bütüncül bir direnç artırımı ihtiyacını ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek öncelikli risk alanları için kapasite geliştirme, mevzuat uyumu, teknolojik dönüşüm ve finansmana erişim gibi temel alanlarda acil önlemler alınması gerekmektedir.

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

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

Risk tanımı * / Değerlendirme Kriteri *	1. Bu riskin sektör üzerindeki etkisi ne kadar büyük?	2. Sektör bu riske karşı ne kadar hazırlıklı?	3. Sektörde bu riskin gerçekleşme olasılığı ne kadar yüksek?	4. Bu riske karşı sektördeki tesislerin iş yapış şeklini değiştirme gerekliliği ne kadar yüksek?	5. Bu riske karşı sektörde önlem alma ihtiyacı ne kadar acil?	Genel ***
13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)	4,8	2,1	4,5	4,5	4,5	11,4
14. Endüstri 4.0 ve yapay zeka tabanlı üretim süreçlerine geçiş zorunluluğu (G)	3,3	2,4	3,8	4,3	3,3	8,2
15. Hammadde kaynaklarında biyobazlı veya geri dönüştürülmüş malzemelere geçiş zorunluluğu (G)	3,7	2,7	3,8	3,6	3,7	8,3
16. Sıcaklık artışı, kuraklık ya da orman yangınları gibi iklim tehlikeleri nedeniyle pamuk, viskon gibi doğal hammaddelerin kalitesinde bozulma ve/veya tedarikinde güçlük (F)	4,3	2,6	3,6	3,4	3,6	8,4
17. Aşırı yağış, sel, fırtına, kar ve buzlanma gibi iklim tehlikeleri nedeniyle deniz ve kara taşımacılığında aksamalar (F)	3,8	2,2	3,3	2,8	2,9	6,0
18. Aşırı yağış ve sel tehlikesi nedeniyle tesis altyapısının zarar görmesi (F)	3,4	2,8	3,0	3,0	2,7	5,9
19. Kuraklık tehlikesi nedeniyle üretimde su temininde güçlük (F)	4,6	2,0	4,0	4,0	4,0	9,6
20. Sıcaklık artışı tehlikesi nedeniyle üretimde bazı alanlarda iklimlendirme ihtiyacının artması (F)	4,0	3,3	3,9	3,1	3,6	8,9
21. İklim tehlikeleri nedeniyle enerji temininde güçlük ve sürdürülebilirliğinin sağlanamaması (F)	3,8	2,1	3,1	3,2	3,2	6,4
22. Ulusal ve uluslararası mevzuatlardaki boşluklar (G)	3,4	2,8	3,3	2,8	2,5	5,6
23. Sıcaklık, kuraklık vb. iklim tehlikeleri kaynaklı göçlerin yaşanması ve işgücü yetersizliği (hammadde üretimi) (F)	3,1	2,3	2,7	2,7	2,2	4,0

Notlar:

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

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

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 70 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
İklim Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



CLIMATECH
INDUSTRY 4



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK

6. TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ ÖZELİNDE UYUM STRATEJİLERİ

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

6.1. Saha Çalışmalarında Öne Çıkan Uyum Önlemleri

Tekstil ürünleri üretim tesislerinden elde edilen veriler, saha gözlemleri ve tesis yetkilileriyle gerçekleştirilen görüşmeler doğrultusunda, iklim değişikliğinin tekstil 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, tekstil ürünleri üretiminde iklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve ortaya konulmuştur.

6.1.1 Enerji Verimliliğinin Arttırılması

Tekstil ürünleri üretiminde enerji tüketiminin azaltılması, hem enerji maliyetlerinin düşürülmesi hem de sera gazı emisyonlarının azaltılması açısından kritik bir uyum önlemi olarak değerlendirilmektedir. Literatürde, küresel enerji tüketiminin önemli bir kısmının sanayi sektörlerinden kaynaklandığı, tekstil sanayinde ise boyama, kurutma, apre ve ram işlemleri gibi süreçlerde yoğun elektrik ve ısı enerjisi tüketimi gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, enerji verimliliğinin artırılması yalnızca maliyet avantajı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda sektörün karbon ayakzının azaltılmasına da doğrudan katkı sunmaktadır.

Proje kapsamında incelenen tesislerde enerji yönetimi uygulamalarına yönelik önemli adımlar atıldığı görülmektedir. ISO 50001 belgesi ile süreçlerin takip edilmesi ve enerji yönetim birimi kurulması, kurumsal düzeyde enerji verimliliği çalışmalarının sistematik biçimde yürütülmesini sağlamaktadır. Ayrıca enerji verimli makinelerin tercih edilmesi ve hava kaçaklarının düzenli olarak takip edilmesi, hem enerji maliyetlerini düşürmekte hem de işletme verimliliğini artırarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sunmaktadır.

Tesislerde ısı geri kazanımı sistemleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Boyama makinelerinden çıkan sıcak suyun eşanjörler yardımıyla tekrar değerlendirilmesi, ram makinelerindeki soğutma sularının geri kazanılması ve kazanlarda kullanılan ekonomizerler sayesinde doğalgaz tüketiminde azalma sağlanmaktadır. Benzer şekilde, baca gazındaki ısıdan faydalanarak sıcak su elde edilmesi de enerji döngüsünü daha verimli hale getirmektedir. Ayrıca tüm buhar ve sıcak su hatlarının izolasyonu, enerji kayıplarını en aza indiren uygulamalar arasında öne çıkmaktadır. Enerji tüketimlerinin düzenli olarak izlenmesi ve makine bazlı aylık raporlamaların yapılması, olası sorunların erken tespit edilmesini sağlamakta ve alınabilecek önlemler konusunda karar vericilere zaman kazandırmaktadır. Bununla birlikte, mekanik susuzlaştırma veya mikrodalga kurutma gibi ileri teknolojilerin henüz uygulanmadığı, bunun da enerji verimliliği potansiyelini sınırladığı görülmektedir.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 72 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Genel olarak, tekstil ürünleri üretiminde enerji verimliliği konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmakla birlikte, özellikle yüksek yatırım maliyetleri ve mevcut altyapının yeni teknolojilere uyumundaki zorluklar dönüşümün önündeki en büyük engeller olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, sektörde enerji verimliliğinin artırılması için finansman, teknolojiye erişim, kapasite geliştirme ve politika desteği kritik öneme sahiptir.

Proje kapsamında çalışılan 14 tekstil ürünleri üretimi tesisinin yarısında enerji etüt çalışmaları yürütülmüş olup, enerji yoğun proses ve ekipmanlar tespit edilerek verimlilik potansiyeli değerlendirilmiştir.

6.1.2 Su Verimliliğinin Artırılması

Tekstil ürünleri üretiminde su, boyama, apre, baskı, yıkama ve soğutma gibi birçok proseste tamamlayıcı girdi olarak yoğun şekilde kullanılmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık riskleri ve su kaynaklarının azalması, sektörde su verimliliğini kritik bir uyum önlemi haline getirmiştir. Literatürde tekstil sanayinin küresel ölçekte en yüksek su tüketimi olan sektörlerden biri olduğu, özellikle boyama ve terbiye işlemlerinde su kullanımının toplam tüketimin büyük bir kısmını oluşturduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle, suyun verimli kullanımı hem çevresel sürdürülebilirlik hem de işletme maliyetlerinin azaltılması açısından stratejik öneme sahiptir. AB Mevcut En İyi Teknikler Referans dokümanda (EU BREF) artırılmış atıksuların proseslerde yeniden kullanılabilmesi için yüksek, orta ve düşük kalite olmak üzere gruplandırma yapılmıştır.

- **Yüksek kaliteli sular:** boya banyoları, baskı patları, yıkama banyoları ve son durulama banyoları gibi tüm işlemler için kullanılabilir kalitededir. Bu sular, toplam su tüketiminin %10-20'si kadardır.
- **Orta kaliteli sular:** yıkama, ağartma, boyama/baskı ve apre işlemlerinden sonraki yıkama aşamaları için kullanılabilir. Tipik olarak, toplam su tüketiminin yaklaşık %50-70'i bu tür kullanımlardan oluşur.
- **Düşük kaliteli sular:** ekipmanın temizlenmesi, baskı patı kaplarının ve zeminlerin genel yıkanması için kullanılabilir. Bu tür sular, toplam su tüketiminin %10-20'sini temsil eder (EU, 2022).

Artırılmış suların proses suyu olarak yeniden kullanımında dikkat edilen bazı kalite parametrelerine ise Tablo 6.1'de yer verilmiştir.

Tablo 6.1: Tekstil terbiye işlemlerinde yeniden kullanım suları için kaliteli standartları

Parametre	Maksimum İzin Verilebilir Değerler		
	Yüksek Kalite	Orta Kalite	Düşük Kaliteli
Renk, (mg/L Pt)	Gözle görünmemeli	Gözle görünmemeli	Gözle görünmemeli
KOİ, mg/L	20-50	200	500-2000
pH	6,5-7,5	7,0-8,0	6,5-8,0
Toplam Sertlik, mg CaCO ₃ /L	90	100	100
Klorür, mg/L	500	500-2000	3000-4000

Kaynak: (EU, 2022)

Proje kapsamında incelenen tekstil tesislerinde su verimliliği için çok sayıda uygulamanın hayata geçirildiği görülmüştür. Örneğin bir tesiste kullanılan ters ozmos arıtma sistemleri ile mevcut su ihtiyacının yaklaşık %85'i karşılanarak dış su kaynaklarına bağımlılık ciddi şekilde azaltılmıştır. Ayrıca su tasarruflu makinelerin (örn; airjet

boya makineleri) kullanımı sayesinde proseslerde tüketilen su miktarı önemli ölçüde azaltılmakta, işletme maliyetlerinde de düşüş sağlanmaktadır.

Bazı tesislerde su tüketimi ana sayaçlar üzerinden izlenirken, bazılarında makine seviyesinde gerçekleştirilmektedir. Bu durum, tüketim kalıplarının analiz edilmesini, sorunların erken tespit edilmesini ve iyileştirme fırsatlarının önceden belirlenmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca özellikle sürekli yıkama makinelerinde düşük kirlilik içeren atıksu akımlarının ayrı toplanması ve aynı prosesin başlangıcında ya da diğer temizlik operasyonlarında kullanılması, tesislerin su verimliliğini artıran bir başka uygulamadır.

Yağmur suyu hasadı da alternatif bir uygulama olarak ortaya konmuştur. Genel itibarıyla tesislerde yağmur suyu, başta çatılar olmak üzere yollar ve otopark gibi sert zeminler ya da bina ve duvar çevresindeki drenaj borularından toplanabilmektedir. Yol veya otoparktan toplanan yağmur suyunda toprak, toz, lastiklerden kopan kauçuk ve araçlardan sızan yağ gibi kirleticiler olabilmektedir. Bu alanlardan toplanan sular için bu kirleticileri de filtre edebilen çift kademeli bir filtre tercih edilmelidir. En temiz yağmur suyu çatıdan toplanmaktadır ve suyun tek kademeli ve kaskatlı bir filtreden geçirilmesi yeterlidir.

Tekstil sanayinde su verimliliğini artırmaya yönelik mevcut uygulamaların yüksek fayda sağladığı görülmekle birlikte, yatırımların yüksek maliyeti, uzun geri ödeme süreleri ve mevcut altyapının yeni teknolojilere uyumundaki sınırlılıklar dönüşümün önündeki en büyük engeller arasında yer almaktadır. Bu nedenle, sektörde su verimliliğinin yaygınlaştırılması için finansman desteği, ileri arıtma teknolojilerine erişim, kapasite geliştirme programları ve politika teşvikleri kritik öneme sahiptir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil ürünleri üretiminde su verimliliği; ters ozmos ve membran filtrasyon uygulamaları gibi ileri atıksu geri kazanım sistemleri, su tasarruflu makine yatırımları, su tüketim izleme çalışmaları ve düşük kirlilik içeren akımların yeniden kullanımı ile önemli ilerlemeler kaydetmiş olup, gelecekte daha ileri arıtma teknolojilerinin ve yağmur suyu hasadı gibi tamamlayıcı uygulamaların sektörde yaygınlaştırılması gerektiği görülmektedir.

6.1.3 Kaynak Verimliliğinin Arttırılması

Tekstil ürünleri üretiminde kaynak verimliliği, hem çevresel etkilerin azaltılması hem de üretim maliyetlerinin optimize edilmesi açısından kritik bir alan olarak değerlendirilmektedir. Literatürde tekstil sanayinin en yüksek çevresel ayakzine sahip sektörlerden biri olduğu; özellikle su, enerji ve kimyasal tüketimi açısından yoğun kaynak kullanımı gerektirdiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle, kaynakların daha verimli yönetilmesi, iklim değişikliğine uyum sürecinde ve sürdürülebilir üretim hedeflerinde önemli bir araçtır.

Proje kapsamında incelenen tesislerde, boyama ve baskı operasyonlarında kaynak kullanımının optimize edilmesine yönelik çeşitli uygulamalar hayata geçirilmiştir. Açık renklere koyu renklere doğru planlanan boyama operasyonları sayesinde her bir renk geçişinde temizlik ihtiyacı azaltılarak hem su hem de kimyasal tüketimi düşürülmekte, hem de proses süreleri kısalmaktadır. Ayrıca airjet boya makineleri gibi yeni nesil, su tasarruflu teknolojilerin devreye alınmasıyla üretimde kaynak kullanımında ciddi iyileştirmeler sağlanmıştır.

Benzer şekilde, baskı sistemlerinde fikse gerçekleştirilen makinelerin tam kapasite kullanılmasına yönelik planlama yapılması, üretim hatlarının verimliliğini artırarak hammadde kayıplarını azaltmaktadır. Ram makinelerinde yüksek ısıda işlem gerektiren kumaşların ardışık planlanması ise enerji tüketiminde



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 74 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

optimizasyon sağlayan bir diğer uygulamadır. Deri boyamalarında ise açık ve koyu renklerin ayrı dolaplarda işlenmesi sayesinde renk farklılığı nedeniyle yapılan dolap temizlikleri minimize edilmekte, bu da hem su hem de kimyasal tüketimini azaltmaktadır.

Kaynak verimliliğini artırmaya yönelik bu planlama ve optimizasyon uygulamaları, işletme verimliliği, üretim sürekliliği ve çevresel performans üzerinde yüksek katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, literatürde de vurgulandığı üzere, sektörde kaynak verimliliğinin yaygınlaştırılması için ileri izleme teknolojilerinin entegrasyonu ve proses bazlı kaynak tüketimi analizlerinin yapılması kritik öneme sahiptir. Tesislerde kaynak verimliliğini arttırabilmek için öncelikle mevcut üretkenliği ölçmek gereklidir. Verimliliği ölçebilmek için üretime giren hammadde kayıtlarının tutulması, hangi hammaddenin/kimyasalın hangi üründe, ne zaman ve ne kadar kullanıldığının belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut üretkenlik doğru bir şekilde ölçüldükten sonra üretimde verimliliğin artırılması için takip edilebilecek başlıca adımlar şunlardır:

- Üretim planlamasının kaynak (enerji, su ve ham madde/kimyasal) tüketimini ve atık oluşumunu azaltacak şekilde oluşturulması (üretim miktarını ve kalitesini düşürmeden);
- Atık oluşumunu azaltacak üretim yöntemlerinin belirlenmesi ve uygulanması
- Üretimi yavaşlatan darboğazların kaldırılması veya iyileştirilmesi
- Teknolojik ve teknik yeniliklerin imalat sürecine dahil edilmesi
- İşçilerin eğitim düzeyinin artırılması

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil sanayinde kaynak verimliliği; planlama, yeni nesil makinelerin kullanımı ve proses optimizasyonu ile önemli ilerlemeler kaydetmiş olup, gelecekte dijital izleme teknolojileri, kapalı devre üretim sistemleri ve düşük kimyasal tüketimli proseslerin sektörde daha geniş ölçekte uygulanması gerektiği görülmektedir. Özellikle yeni nesil makinelerin finansmana erişim yoluyla daha yaygın hale getirilmesi ve çalışanlara yönelik kapasite geliştirme programları geliştirilmesi ön plana çıkan öneriler arasındadır.

Proje kapsamında çalışılan 14 tesisinin yaklaşık olarak %70'inde verimlilik veya sürdürülebilirlik birimi bulunmakta ve sürdürülebilirlik veya temiz üretim odaklı raporlar hazırlanmaktadır. Sektörel kıyaslama çalışmaları yürütülmektedir. Buna karşın tesislerin yalnızca %20'sinde sektörel kıyaslama çalışmaları yürütülmektedir.

6.1.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Tekstil ürünleri üretiminde yüksek elektrik tüketimi göz önüne alındığında, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi kaynakların entegrasyonu stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Proje kapsamında incelenen tesislerde bu alanda çeşitli uygulamalar mevcuttur. Çatı tipi Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) ile elektrik ihtiyacının bir kısmı karşılanmakta, böylece işletmenin enerji maliyetleri azaltılırken karbon ayakizi de düşürülmektedir. Bazı tesislerde çatı GES kullanımı kesintilere karşı tam bir çözüm olmasa da elektrik harcamaları üzerinde önemli bir etki yaratmaktadır. Ayrıca bazı tesislerde rüzgâr enerjisi yatırımları (RES) da öngörülmektedir.

Bunun yanı sıra, bazı tesislerde kojenerasyon tesislerinden buhar ve elektrik ihtiyacının karşılandığı görülmektedir. Bu uygulama yenilenebilir enerji yatırımlarıyla entegre edildiğinde sürdürülebilirlik açısından daha da yüksek katkı sağlamakla birlikte özellikle doğalgaz kullanımını arttırması açısından enerji arz güvenliği

problemleri de oluşturabilmektedir. Bazı tesislerde ise henüz yenilenebilir enerjiye yönelik bir çalışma başlatılmadığı, bu nedenle potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilemediği tespit edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil sanayinde yenilenebilir enerji kullanımı giderek artmakta, özellikle GES ve RES yatırımları sektörde öne çıkan uygulamalar arasında yer almaktadır. Bu yatırımların yaygınlaştırılması, sektörde enerji maliyetlerini azaltırken karbon emisyonlarının düşürülmesine ve enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesine doğrudan katkı sağlayacaktır. Gelecek dönemde, enerji depolama çözümleri ve hibrit sistemlerin entegrasyonu ile yenilenebilir enerji kaynaklarının etkinliğinin daha da artırılması önem arz etmektedir.

GES ve RES uygulamaları açısından öne çıkan en önemli problem tesisin bulunduğu bölgede trafo kapasitelerinin yetersiz olmasıdır. Proje kapsamında görüşülen tesisler arasında istekli olunan ancak gerekli izinler alınamadığı için askıya alınan GES ve RES yatırımları olduğu tespit edilmiştir. Bölgenin coğrafi koşulları gereği tozumaya 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

Tekstil ürünleri üretiminde faaliyet gösteren tesislerin altyapısı, iklim değişikliğine bağlı risklerin azaltılmasında ve üretim sürekliliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle aşırı yağış, sel, dolu ve ani su baskınları gibi iklim tehlikeleri karşısında tesis altyapısının dayanıklılığı, üretim kayıplarını en aza indirmek ve kritik ekipmanları korumak açısından öncelikli bir uyum alanı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle sanayi tesislerinin iklim değişikliğine karşı en önemli kırılganlık noktaları su baskınına karşı yetersiz drenaj sistemleri ve kritik ekipmanların korunmasındaki eksiklikler olarak öne çıkmaktadır.

Proje kapsamında incelenen tesislerde bu risklere karşı farklı altyapı önlemleri alınmıştır. Su baskınına karşı bariyer ve tahliye sistemleri tesislerde devreye alınmış, ayrıca drenaj kanallarının düzenli temizliği yapılarak kritik ekipmanların su baskınından korunması sağlanmaktadır. Bunun yanında, bazı tesislerde kritik ekipmanların yükseltilmesi yoluyla makine parkurunun olası su baskınlarına karşı korunması ve ürünlerin palet üzerinde veya raflarda depolanması yönünde iyileştirmeler yapılmaktadır. Ancak tesislerin bir kısmında altyapı iyileştirmelerinin henüz sınırlı düzeyde olduğu, mevcut uygulamaların katkı sağlamakla birlikte etkinliğin izlenmesi ve düzenli olarak geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca drenaj kanalları ve çatı oluklarının genişletilmesi ve ani bastıran dolu yağışlarında tıkanmaların önlenmesi, işletme içinde olası maddi kayıpları engelleyebilecek kritik ek önlemler olarak öne çıkmaktadır. Bu noktada çatı onarımlarının düzenli periyotlarda gerçekleştirilmesi, yağış dönemi öncesinde sızıntı olabilecek noktaların tespit edilmesi ve bu alanlarda konumlandırılmış ekipmanlar veya depolanan malzemeler için ek önlemlerin alınması gerekmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil ürünleri üretiminde altyapı iyileştirmeleri; drenaj sistemlerinin güçlendirilmesi, su baskınına karşı bariyer ve tahliye çözümleri, kritik ekipmanların yükseltilmesi ve modern tesis tasarımları ile üretim sürekliliğini güvence altına almakta ve iklim değişikliğine uyumun en somut bileşenlerinden birini oluşturmaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 76 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

6.1.6 İklimlendirme Kapasitesinin Geliştirilmesi

Tekstil ürünleri üretiminde iklimlendirme sistemleri, hem ürün kalitesi hem de üretim sürekliliği açısından kritik bir role sahiptir. Özellikle dokuma ve dijital baskı gibi süreçlerde sıcaklık ve nem koşulları doğrudan üretim performansını ve nihai ürün kalitesini etkilemektedir. Tesislerde iklimlendirme sistemlerinin verimli çalışmasının üretim hatalarından kaynaklı kayıpları önlemede ve çalışan sağlığını korumada önemli bir uyum unsuru olduğu görülmektedir.

Proje kapsamında incelenen bazı tesislerde merkezi iklimlendirme sistemleri kullanılmakta olup, dokuma ve dijital baskı üretim birimlerinde ortam şartlarının sensörlerle takip edilmesi ve otomatik müdahale sistemlerinin devreye alınması sayesinde maruziyetin azaltıldığı belirlenmiştir. Özellikle sensör bazlı akıllı sistemler sayesinde havalandırma verimliliği artırılmakta, enerji tüketimi düşürülmekte ve karbon salınımları azaltılmaktadır. Özellikle dijital baskı makinalarında mürekkebin kurumasına bağlı olarak artabilecek bakım-onarım maliyetleri ve iş kaybının önlenmesi adına bu alanlarda münferit klimalar ile iklimlendirme gerçekleştirildiği örneklerin yaygın olduğu, bu sayede merkezi sistemde oluşabilecek arızalardan daha düşük seviyede etkilendiği belirtilmiştir.

Bunun yanında, bazı tesislerde iklimlendirme sistemlerinin kaçakları minimize edecek şekilde tasarlandığı ve tüm sistemlerde sensörlerin entegre edildiği görülmüştür. Bu uygulamalar, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından yüksek katkı sağlamakta, aynı zamanda işletme maliyetlerini de azaltmaktadır. Ancak sektörde halen iklimlendirme sistemleri konusunda çalışması bulunmayan tesisler de mevcuttur. Bu durum, özellikle yüksek sıcaklık artışlarının üretim verimliliğine etkileri dikkate alındığında önemli bir kırılganlık alanı oluşturmaktadır. Boyahane ve ram makinaları gibi geniş hacimli alanlarda yürütülen ısılı işlemler açısından ortamın iklimlendirilmesinin uygun olmadığı ancak çalışan konforunun artırılabilmesi adına tesis içinde daha küçük hacimlerde iklimlendirilmiş operatör odalarının konumlandırıldığı görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tekstil sanayinde iklimlendirme sistemlerinin otomasyon, sensör tabanlı takip ve enerji verimliliği odaklı tasarım ile güçlendirilmesi, iklim değişikliği karşısında hem üretim hem de çalışan sağlığı açısından kritik bir uyum önlemi olarak öne çıkmaktadır.

6.1.7 Alternatif Hammadde Temini

Tekstil ürünleri üretimi açısından hammadde tedariki, iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, aşırı hava olayları ve küresel tedarik zinciri kesintileri karşısında en kritik kırılganlık alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, alternatif hammadde temini ve tedarik zincirinde çeşitlendirme sektörde sürdürülebilirlik ve üretim sürekliliği için temel bir uyum önlemi olarak değerlendirilmektedir.

Tesislerden elde edilen bulgular, farklı stratejilerin hayata geçirildiğini göstermektedir. Özellikle geri dönüştürülmüş ve organik hammaddelerin kullanımı (sertifikalı ürünler) ve çevresel etkileri düşük, sürdürülebilir tedarikçilerle iş birliği yaygınlaşmaktadır. Bu uygulamalar hem karbon ayakzının düşürülmesine katkı sağlamakta hem de markaların uluslararası sürdürülebilirlik standartlarına uyumunu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, alternatif lojistik rotalar geliştirilmekte, bölgesel tedarikçilerle çalışılarak tedarik zincirinde yaşanabilecek kesintilerin önüne geçilmektedir. Bu yaklaşım yalnızca maliyet ve zaman kayıplarını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda lojistik kaynaklı karbon emisyonlarının da düşürülmesine katkı sağlamaktadır.



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 77 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Sektörde Ar-Ge çalışmaları kapsamında ise hem boyarmaddeler hem de su geri kazanımı için alternatif çözümler geliştirilmekte, ayrıca kimyasal tüketiminin azaltılması ve atık yükünün düşürülmesi yönünde projeler yürütülmektedir. Bu tür araştırmalar, üretim süreçlerinin daha çevre dostu hale getirilmesine katkı sağlamakta ve hammaddeye olan bağımlılığı azaltmaktadır.

Sonuç olarak, tekstil sektöründe alternatif hammadde temini ve çeşitlendirilmiş lojistik çözümler, tedarik güvenliğini artıran, çevresel etkileri azaltan ve maliyet optimizasyonunu destekleyen kritik uyum önlemleri arasında yer almaktadır.

6.1.8 Eylem Planı ve Stratejilerin İklim Riskleri Doğrultusunda Güncellenmesi

Tesislerde hali hazırda İSG riskleri kapsamında hazırlanan acil durum planlarının iklim değişikliği riskleri dikkate alınarak güncellenmesi, geleneksel riskler (yangın, kimyasal sızıntı, deprem vb.) dışında fiziksel iklim tehlikelerine ilişkin risklerin de bu planlara eklenmesi önemlidir. Bu çerçevede senaryo bazlı tatbikatlar, çalışanların eğitimi ve iletişim sistemlerinin güçlendirilmesi, iklim kaynaklı acil durumlara hazırlığı arttırabilecek önlemler arasında değerlendirilmektedir. Proje kapsamında çalışılan 14 tekstil ürünleri üretimi tesisinin yarısından fazlasında iklim değişikliği odaklı raporlama çalışmalarının yürütüldüğü aktarılmış, buna karşın sadece üçte birinde faaliyetler özelinde risk değerlendirme çalışmalarının yürütüldüğü belirtilmiştir. Ancak, iklim değişikliği riskleri halen çoğu işletmede yeterince dikkate alınmamaktadır.

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

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

Ülkemizde ise 1 Ocak 2024 itibarıyla IFRS'nin S1-S2 standartları temel alınarak, Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS 1-2) yürürlüğe konulmuş, Türkiye böylece belirli ölçeklerdeki işletmeler için sürdürülebilirlik raporlamasını zorunlu hale getiren ilk ülkelerden biri olmuştur. Halka açık işletmeler için bu zorunluluk, bilançosundaki tüm varlıklarının toplam değeri (aktif toplamı) 500 milyon TL, yıllık net satış hasılatı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 78 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

1 milyar TL ve çalışan sayısı 250'nin üzerinde olma ölçütlerinden en az ikisini art arda iki raporlama döneminde aşmaları durumunda geçerlidir.

6.2. Sektörel İklim Değişikliğine Uyum Planları Hazırlık Çalıştay Sonuçları

Sektörel Uyum Stratejileri'ne girdi sağlanması amacıyla kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinden 27 kişinin yer aldığı ve 26 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: 4. AB Atık Çerçeve Direktifi - Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kriterlerine uyum sağlama gerekliliği (G)

- Regülasyonlara uyum ile ilgili gelişmeleri takip edecek personelin bulundurulması (Özel sektör)
- Nitelikli atığın ithalatı konusunda çalışmaların artırılması (Kamu)
- Sektörel rehberler oluşturulması (Kamu)
- Tekstil atıklarının gruplandırılması ve hangi geri dönüşüm tesisine gönderileceği konularının detaylandırılması (Kamu)
- Yerel yönetimlerin desteğiyle atıkların farklı sektörlerde yeniden kullanım platformlarının güçlendirilmesi (taşıma, depolama, yönlendirme vb. noktalarda altyapı desteğinin sağlanması) (Kamu)
- Atıkların farklı sektörlerde değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yürütülmesi (Finans)
- Karışık elyafların ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesi konusunda çalışmalar (Finans)
- Döngüsel ekonomi uygulamalarına yönelik destekler oluşturulması (geri dönüşüm merkezlerinin teşviği vb.) (Ar-Ge)
- Destek mekanizmaları oluşturulurken kamu-özel sektör temsilcilerinin görüşlerinin de alınması (Ar-Ge)

Risk: 6. AB Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Yönetmeliği kriterlerine (örn; zorunlu eko tasarım kriterleri, dijital ürün pasaportu) uyum sağlama gerekliliği (G)

- Firmaların kurumsal kaynak planlama (ERP) yapılarını güçlendirmesi ve izlenebilirliği sağlaması (Özel sektör)
- Eko-tasarım standartlarına uyum sağlayabilmek için uzman çalışanların istihdam edilmesi (Özel sektör)
- Firmaların Ar-Ge altyapılarını geliştirmesi (Özel sektör)
- Kullanılmış tekstil ürünlerinin onararak yeniden kullanımına yönelik belirsizliklerin giderilmesi (Özel sektör)
- Yönetmelik uygulama esaslarının kamu tarafından netleştirilmesi, kampanyalar ile duyurulması (Kamu)
- Yönetmelikle birlikte ek teşvik mekanizmalarının getirilmesi, örneğin; faiz indirimleri, uzun dönemli krediler (Finans)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 79 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Tekstilden tekstile geri dönüşüm oranının artırılmasına yönelik Ar-Ge çalışmalarının geliştirilmesi, örneğin; pamuk-polyester ayırıştırma teknolojileri (Ar-Ge)

Risk: 13. Düşük karbonlu üretim teknolojilerine (örn; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, düşük su tüketimine sahip teknolojiler) geçiş zorunluluğu (G)

- Özel sektör çalışanlarının güncel mevzuat ve gelişmeler ile ilgili bilgilendirilmesi/eğitilmesi veya uzman personel istihdam edilmesi, örneğin; her tesiste mevzuata ve teknik uygulamaya hakim bir temiz üretim uzmanını bulundurulması (Özel sektör)
- Bilgilendirme platformlarının kurulması, örneğin; sanayi odaları ve sektör birliklerinin mevcut uygulamalar hakkında bilgi paylaştığı platformlar oluşturulması (Özel sektör)
- Firmaların yatırım önceliklendirmesi amacıyla yönetim ve master planlarının hazırlanmasına katkı sağlanması (Özel sektör)
- Ulusal düzeyde nihai tüketicilerin geri dönüştürülmüş ürün vb. konusunda farkındalığının artırılması (Özel sektör)
- Yasal mevzuatlardaki uyumsuzluklara karşı önceden tedbir alınması, örneğin; mevzuat çakışmalarının önlenmesi amacıyla bakanlıklar arası koordinasyonun güçlendirilmesi, sektöre sadeleştirilmiş açıklayıcı rehberler sunulması ve mevzuat değişikliklerinin OSB'ler ve sanayi kuruluşlarıyla hızlı ve anlaşılır biçimde paylaşılması için dijital bilgilendirme altyapılarının geliştirilmesi (Kamu)
- Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü ya da Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından OSB'ler için master plan hazırlama çalışmalarının teşvik edilmesi (Kamu)
- Özel sektöre yenilenebilir enerji yatırımları ile ilgili bilgilendirme ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması (Kamu)
- Ulusal düzeyde nihai tüketicilerin geri dönüştürülmüş ürün vb. konusunda kamu spotu gibi çalışmalar ile farkındalığının artırılması (Kamu)
- Finansman teşviklerinde kademeli teşvik sistemi getirilmesi, örneğin; verimliliği yüksek fizibilite çalışmalarına daha yüksek teşvik verilmesi gibi (Finans)
- Ulusal/uluslararası proje çağrılarının takip edilerek konsorsiyumlarda görev alınması (Ar-Ge)
- Sektör personelinin (özellikle Ar-Ge birimi) proje yazma konusunda eğitilmesi ve geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Yeni teknoloji geliştiren ulusal/uluslararası firmalar ile işbirliği kurulması ve pilot çalışmaların gerçekleştirilmesi, sektör ihtiyaçları doğrultusunda teknolojilerin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Alternatif ürünlerin üretimde kullanımına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Ar-Ge)

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

- Alternatif hammaddelerin kullanılması, geri dönüşümün artırılması (Özel sektör)
- Farklı lokasyonlardan olacak şekilde tedarikçilerin çeşitlendirilmesi (Özel sektör)
- Sözleşmeli tarım gibi uygulamalar ile üreticinin bilinçlendirilmesi ve desteklenmesi (Özel sektör)
- Alternatif hammadde kaynaklarının temini için lojistik planlamaların yapılması, örneğin; kaliteli pamuk temin edilen Mısır gibi coğrafyalara alternatif bölgelerin tespit edilmesi (Özel sektör)
- Atık pamuk veya polyesterin geri dönüştürülerek yeniden kullanımına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Özel sektör)



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 80 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

- Ürün gramajlarının düşmesine bağlı olarak ihtiyaç duyulan yeni makine ekipmana yönelik (ince iplikli ürünlerin dokunmasına uygun makineler) tesis modernizasyonunun gerçekleştirilmesi (Özel sektör)
- İklim senaryo analizlerinin yapılması ve sonuçların tesis risk analizine entegre edilmesi, aksiyon planlarının oluşturulması (Özel sektör)
- Ulusal düzeyde nihai tüketicilerin alternatif ürünler (geri dönüştürülmüş, açık renkli vb.) konusunda kamu spotu gibi araçlar vasıtasıyla farkındalığının artırılması (Kamu)
- Sürdürülebilir tarım politikaları geliştirilirken tüketicilerin beklentilerinin de araştırılması, örneğin; rejeneratif tarım ile üretilen pamuğun tekstil üretiminde beklenen kriterleri sağlaması (Kamu)
- Tekstil üretimi odaklı özel sektör işbirliği ile Ar-Ge inovasyon merkezlerinin kurulması, örneğin; İHKİB Dijital Dönüşüm Merkezi (Kamu)
- Sektör bazlı ülke içerisinde gerçekleştirilen tüm çalışmaların tek bir platformda toplanması (Kamu)
- İklim risklerinin sigortalar kapsamına dahil edilmesi (Finans)
- Küçük çiftçilere yönelik desteklerin yaygınlaştırılması (Finans)
- Biyobozunur ve çevre dostu ürünlerin üretimine yönelik çalışmaların artırılması (Ar-Ge)
- Alternatif hammadde kaynaklarının kullanımına yönelik alternatif ürün çeşitlerinin geliştirilmesi (Ar-Ge)
- Pamuklu ürünlere alternatif olabilecek sentetik ürünlerin geliştirilmesi (Ar-Ge)

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

- Tesis içinde veya OSB'lerde artırılmış suyun tekrar kullanımına yönelik altyapı yatırımlarının gerçekleştirilmesi/hızlandırılması (Özel sektör)
- Tesislerin kendi bünyesinde görece temiz suları depolayarak yeniden kullanımını sağlaması ya da yağmur suyu hasadı gibi uygulamaların hayata geçirilmesi (Özel sektör)
- Düşük su tüketimine yönelik teknolojik altyapı yatırımlarının (özellikle boyama, yıkama ve terbiye gibi prosesler açısından) planlara dahil edilmesi (Özel sektör)
- Modernizasyon ve su verimliliğini arttırmaya yönelik iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi, örneğin; verimli armatür kullanımının yaygınlaştırılması (Özel sektör)
- Tesislerde su haritalandırması yapılması, anlık su tüketimlerinin proses ve/veya ürün bazında izlenmesi (Özel sektör)
- Tedarikçiler ve müşterilere yönelik yeni ürünler ve teknolojiler konusunda bilgilendirme yapılması, örneğin; akrilik-polyester gibi uzun kullanım ömrüne sahip ürünlerin yaşam döngüsü boyunca kullanımının etkileri hakkında bilinçlendirme (Özel sektör)
- Tedarik zincirinde izlenebilirliğin artırılması (Özel sektör)
- Atıksu noktalarının belirlenmesi ve karakterine göre geri kazanım ve yeniden kullanım olanaklarının tespit edilmesi (Özel sektör)
- AB BREF (En İyi Mevcut Teknikler Referans Belgeleri) dokümanında tekstil sektörü için tanımlanan su verimliliği ile ilgili MET (Mevcut En İyi Teknik) uygulanması (Özel sektör)
- Su verimliliği yönetmeliğinin uygulanması kapsamında sektörün bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi (Kamu)
- İlegal su kullanımının düzenli izlenmesi (Kamu)
- Sürdürülebilir tekstil ürünlerinin tüketimi konusunda farkındalık çalışmalarının yapılması, örneğin; kusursuz değil çevre dostu tekstil ürünleri kullanımı konusunda algı oluşturulması, organik ham



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 81 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

- kumaşların pozitif çevresel performansı konusunda bilinçlendirme yapılması, ikinci el kumaşların toplanması (örn; eski nevresim takımları) (Kamu)
- Sürdürülebilir ürünlerin içerdiği maliyet farkının karşılanabilmesi için destek mekanizmalarının oluşturulması, örneğin; vergi indirimi uygulanması (Kamu)
 - Organize sanayi bölgelerinde atıksu geri kazanım projelerinin uygulanması, Yeşil OSB geçiş sürecinin hızlandırılması (Kamu)
 - Karbon ayakizi-su ayakizi gibi raporlamalara yönelik uygulamaların desteklenmesi, bu konular özelinde rehber belgelerin hazırlanması (Kamu)
 - Sektörel iyi uygulama örneklerinin paylaşımına yönelik deneyim paylaşım programlarının oluşturulması-sanayi odaları, ihracatçı birlikleri (Kamu)
 - Sürdürülebilirlik odaklı çalışanların (yeşil yaka) SGK ödemelerine yönelik teşviklerin geliştirilmesi, örneğin; 5746 sayılı Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun çerçevesinde sağlanan sigorta prim destekleri gibi (Kamu)
 - Kamu finans teşviklerinin artırılması (Finans)
 - Teşvik mekanizmaları kurgulanırken firmanın ölçeğine göre kriterlerin belirlenmesi, örneğin; proje başlangıcında ödenmesi yapılması gereken ön ödemelerin KOBİ'lerden istenmemesi (bkzn. Responsible Programı çerçevesinde danışmanlık firmalarına yapılan ödemeler) (Finans)
 - Su verimliliğine yönelik uluslararası finansman kuruluşlarından kaynak temininin artırılması (Finans)
 - KOBİ ölçekli kurumların teşvik mekanizmaları hakkında bilgilendirilmesi (Finans)
 - Proseslerin kısaltılmasını sağlayan teknolojilerin veya kimyasalların kullanılmasına yönelik çalışmaların yapılması (Ar-Ge)
 - Laboratuvar ölçekli boyama çalışmaları ile su tasarrufu yöntemlerinin geliştirilmesi (Ar-Ge)
 - Susuz boyama, baskı ve terbiye teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik destek mekanizmalarının oluşturulması, örneğin; susuz boyama teknolojilerinde boyanın kumaş üzerinden homojen dağılımının sağlanmasına yönelik problemlere odaklanan Ar-Ge projelerinin desteklenmesi (Ar-Ge)

Genel Öneriler

- Tedarik zincirinde karbon ayakizi yüksek ürünlerin azaltılmasına yönelik firmaların bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi
- Markaların sürdürülebilirlik hedefleri ile satın alma politikalarının uyumlaştırılması konusunda teknik destek sağlanması
- Güneş enerjisi dışında daha çeşitli yenilenebilir enerji ve kaynak verimliliği teknolojilerine odaklanan finansman araçlarının geliştirilmesi
- Doğal elyafların üretilmemesi riskine karşı alternatif hammaddelere yönelik Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarının artırılması
- Değişen iklim koşullarına uyum sağlayabilecek tekstil ürünlerinin tasarlanması, örneğin; çalışanların iş ortamı koşullarına uygun kumaşların geliştirilmesi, hem sıcak hem de soğuğa dayanım açısından tente gibi outdoor ürünlerinin teknik tekstil iplikleri kullanılarak tasarlanması
- Pamuk üretimi çerçevesinde susuz tarım, onarıcı tarım gibi uygulamalara yönelik Ar-Ge çalışmalarının artırılması



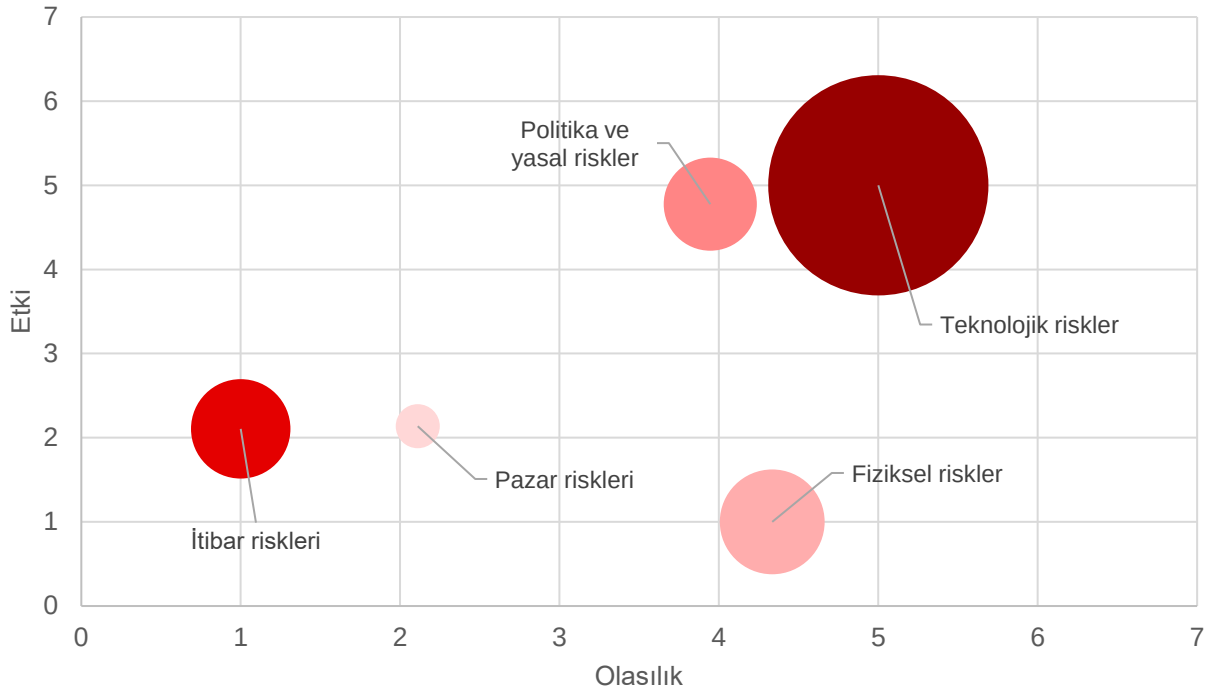


Bu Proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 82 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

7. GENEL DEĞERLENDİRME

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



Şekil 7.1: İklim değişikliği risklerinin genel değerlendirilmesi

Şekil 7.1’de, farklı risk gruplarının “etki”, “olasılık”, “uyum sağlama ihtiyacı” ve “uyum sağlama aciliyeti” boyutlarında karşılaştırmalı bir analizini sunulmaktadır. Grafik üzerinde balonların konumu olasılık ve etki seviyelerini (x ve y eksenleri), büyüklüğü uyum sağlama ihtiyacını, renk tonları ise açık kırmızıdan koyu kırmızıya doğru artan şekilde uyum sağlama aciliyetini temsil etmektedir. Tekstil ürünleri üretimi açısından çalışmaya katılım sağlayan 19 paydaşın görüşleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelere göre, teknolojik riskler, hem etki hem de gerçekleşme olasılığı açısından maksimum puanla değerlendirilmiş, ayrıca en yüksek uyum sağlama ihtiyacı ve aciliyet düzeyine sahip tek risk grubu olarak öne çıkmıştır. Bu durum, sektörün düşük karbonlu ve susuz üretim teknolojilerine geçiş, dijitalleşme, otomasyon ve yapay zeka temelli üretim sistemlerine uyum konularında hem ciddi bir dönüşüm baskısı altında olduğunu hem de bu dönüşümün kaçınılmaz ve acil olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda teknolojik risklerin sektör için stratejik öncelik taşıdığı ve uyum sürecinde zaman kaybetmeden harekete geçilmesi gerektiği görülmektedir.

Politika ve yasal riskler, oldukça yüksek bir gerçekleşme olasılığına sahip olmasına rağmen, etki düzeyi teknolojik risklere kıyasla bir miktar daha düşük kalmıştır. Ancak bu risk grubunun özellikle uluslararası ve ulusal düzenlemelere uyum sağlanamaması durumunda yaratabileceği mali ve operasyonel etkiler dikkate alındığında, sektörün bu alandaki gelişmeleri çok yakından izlemesi ve düzenleyici çerçevelere proaktif biçimde uyum sağlaması büyük önem taşımaktadır. Söz konusu risk grubuna ilişkin uyum ihtiyacı orta düzeyde olsa da, aciliyetin görece yüksek olması, sektörün yasal düzenlemelere uyumda henüz yeterince hazır olmadığını ve kısa vadede uyum baskısının artabileceğini göstermektedir.

Sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı yağış ve sel gibi etkilerin hammadde ve su temini, tesis altyapısı ve çalışanlar üzerinde yarattığı etkilerin değerlendirildiği fiziksel riskler, özellikle etki bakımından yüksek düzeyde sınıflandırılmıştır. Bu bağlamda, sektörde altyapının iklim dirençliliğini artıracak şekilde uzun vadeli planlamalara ihtiyaç duyulduğu, uyum sağlamaya yönelik olarak hazırlık seviyesinin orta düzeyde olduğu, bununla birlikte önlemlerin hayata geçirilmesinin sektör temsilcilerince acil görülmediği ortaya konmuştur.

İtibar riskleri, görece düşük etki ve olasılık puanlarına sahip olmasına rağmen, uyum sağlama ihtiyacı ve özellikle aciliyet düzeyi ile dikkat çekmektedir. Bu durum, sektörün kamuoyu ve yatırımcı algısı açısından hızla şekillenen sürdürülebilirlik beklentilerine daha hazırlıklı olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle şeffaf raporlama, greenwashing (yeşil badana), tedarik zincirinde sorumluluk ve çevresel-sosyal yönetim ilkelerine uyum gibi konularda atılacak adımların, sektörün rekabet gücünü doğrudan etkileyebileceği görülmektedir. Pazar riskleri ise tüm boyutlarda en düşük değerlere sahip risk grubu olmuştur. Hemen hemen tüm parametrelerde alınan düşük puanlar, kısa vadede pazar dinamiklerinin iklim kaynaklı risklere karşı daha az duyarlı olduğunu düşündürmektedir. Ancak, tüketici tercihlerinde döngüsel ekonomiye geçiş ve sürdürülebilir ürün talebindeki artış gibi eğilimler dikkate alındığında, bu risk grubunun özellikle orta ve uzun vadede önem kazanabileceği değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, analizde öne çıkan bulgular tekstil ürünleri üretimi sektörünün iklim değişikliği bağlamındaki risklere karşı farklı boyutlarda kırılganlık ve hazırlık düzeyleri sergilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle teknolojik dönüşüm sürecinin hem acil hem de yüksek etkili bir alan olması, bu konunun öncelikli bir uyum alanı olarak ele alınabileceğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda yasal düzenlemelere uyumun artırılması, fiziksel etkiler karşısında altyapı dayanıklılığının güçlendirilmesi ve itibar risklerine karşı sürdürülebilirlik temelli kurumsal yönetim anlayışının yaygınlaştırılması gibi önlemler de ilk öneriler arasında yer alabilir.

Genel itibarıyla tekstil ürünleri üretimi sektörü açısından iklim değişikliğiyle bağlantılı risklerin yalnızca fiziksel etkilerle sınırlı olmadığı; aynı zamanda yasal düzenlemeler, teknolojik dönüşüm ve itibar kaybı gibi boyutların da işletmeler için stratejik önem taşıdığı görülmektedir. Çalıştay bulguları ve sektör temsilcilerinin değerlendirmeleri, tekstil ürünleri üretimi sektörünün bu çok boyutlu risk ortamında etkin bir uyum stratejisi geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Uyum sağlama kapasitesi yüksek olan firmaların, iklim değişikliğine bağlı riskleri bir tehdit olarak görmek yerine, bu dönüşüm sürecini rekabet avantajına çevirmesi mümkün görülmektedir. Özellikle dokuma alanında faaliyet gösteren tesislerde, düşük karbon ayakzine sahip iplik ve elyafların tercih edilmesi, enerji verimli makinelerin kullanılması ve atık yönetiminin iyileştirilmesi gibi uygulamalar ile hem düzenleyici beklentilere daha kolay uyum sağlanabilir hem de sürdürülebilirlik hassasiyeti yüksek pazarlarda rekabet avantajı elde edilebilir. Terbiye ve boyama süreçlerinde ise su tüketiminin ve kimyasal kullanımının azaltılmasına yönelik kapalı devre sistemler, ileri arıtma teknolojileri ve çevre dostu boyar maddelerle üretim yapılması; hem hammadde teminindeki kırılganlığı azaltmakta hem de çevresel



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 84 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

performansın yükseltilmesini sağlamaktadır. Deri sektörü, özellikle kimyasal yönetimi, su tüketimi ve atık yönetimi açısından iklim değişikliği ve çevresel düzenlemeler karşısında yüksek risk taşımaktadır. Bu nedenle, bitkisel tabaklama gibi alternatif üretim yöntemlerine geçiş, izlenebilirlik sistemlerinin yaygınlaştırılması ve döngüsel ekonomi uygulamaları ile hem çevresel hem de yasal riskler azaltılabilir. Son olarak teknik tekstil üretiminde otomotiv, sağlık, savunma ve yapı sektörleri gibi stratejik sektörlerle yönelik sürdürülebilir ürün tasarımı ve fonksiyonel malzeme geliştirme çalışmaları, sektörde düşük karbonlu inovasyonlara dayalı büyüme fırsatlarını artırmakta ve pazar risklerini azaltmaktadır. 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:

- Yasal düzenlemelere uyum açısından tesislerde uzman personel istihdamı, çalışanlara mevzuat, teknoloji ve sürdürülebilirlik odaklı eğitimlerin verilmesi gibi uygulamalar üzerinden kurumsal kapasite geliştirilmelidir.
- Tekstil atıklarının yönetimi çerçevesinde, atık ayrıştırmaya ve atıkların farklı sektörlerde değerlendirilmesine yönelik lojistik altyapı kurulmalı ve finansal teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Eko-tasarım ve dijital ürün pasaportu sorumluluğu çerçevesinde AB'nin sürdürülebilir ürün kriterlerine uyum sağlanabilmesi için firmaların kurumsal kaynak planlama sistemlerini güçlendirmesi, izlenebilirlik sağlaması ve eko-tasarım kabiliyetlerini geliştirmesi gerekmektedir.
- Düşük karbonlu üretim süreçlerine geçiş kapsamında yenilenebilir enerji, kaynak verimliliği ve temiz üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması için özel sektör, kamu ve Ar-Ge iş birliklerinin güçlendirilmesi önemlidir.
- Hammadde ve kaynak yönetimi açısından iklim değişikliğine bağlı risklere karşı hammadde temininde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, doğal elyafların yerine alternatif hammaddelerin kullanımına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmeli, geri dönüşüm ve sözleşmeli tarım gibi uygulamalar desteklenmelidir.
- Kuraklık tehdidi ile bağlantılı olarak su temininde yaşanabilecek sorunların azaltılması için OSB'lerde altyapı yatırımları yapılarak atıksu geri kazanımı gerçekleştirilmeli, susuz boyama gibi proste su verimliliğine odaklanan teknolojiler yaygınlaştırılmalıdır.
- İklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin artırılması noktasında ihtiyaç duyulan dönüşüm yatırımlarının hız kazanması için özellikle KOBİ'ler odağında teşvik mekanizmaları sadeleştirilmeli, fizibilite açısından güçlü projelere daha yüksek teşvik verilmeli, uluslararası fon kaynaklarına erişim konusunda sektör temsilcileri bilinçlendirilmelidir.

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

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

Önlem Önerileri	Paydaşlar	Vade
Tedarik Zinciri ve Hammadde Yönetimi		
Alternatif hammaddelerin (geri dönüştürülmüş elyaf, sentetikler, biyobozunur ürünler) kullanımının yaygınlaştırılması	Özel sektör, Ar-Ge	Orta-Uzun
Farklı lokasyonlardan tedarikçi çeşitlendirmesi ve lojistik planlama	Özel sektör	Orta
Sözleşmeli tarım uygulamaları ile pamuk ve doğal elyaf üreticisinin desteklenmesi	Özel sektör, Kamu	Orta
İklim senaryo analizlerinin tesis risk analizlerine entegre edilmesi	Özel sektör	Orta
İklim risklerinin sigorta kapsamına alınması ve küçük çiftçilere yönelik destekler	Finans	Orta
Su Verimliliği ve Kaynak Yönetimi		
Artırılmış suyun tekrar kullanımı, yağmur suyu hasadı, temiz su depolama altyapılarının geliştirilmesi	Özel sektör	Orta
Düşük su tüketimli proses yatırımları (boyama, yıkama, terbiye)	Özel sektör	Orta
Su haritalandırması ve dijital su izleme sistemleri	Özel sektör, Ar-Ge	Orta
AB BREF dokümanında tanımlı Mevcut En İyi Teknikler (MET) uygulanması	Özel sektör	Orta
Su verimliliği yönetmeliği ve illegal su kullanımının izlenmesi	Kamu	Kısa-Orta
Susuz boyama, baskı ve terbiye teknolojilerine yönelik Ar-Ge projeleri	Ar-Ge	Uzun
AB Atık Çerçeve Direktifi kapsamındaki Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kriterlerine uyum için personel istihdamı ve izleme	Özel sektör	Kısa
Tekstil atıklarının gruplandırılması, geri dönüşüm tesislerine yönlendirilmesi ve yerel yönetim desteğiyle yeniden kullanım platformlarının kurulması	Kamu	Orta
Karışık elyafların ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesi	Finans, Ar-Ge	Orta-Uzun
Döngüsel ekonomi uygulamalarının (geri dönüşüm merkezleri, tekstilden tekstile dönüşüm) desteklenmesi	Kamu, Ar-Ge	Orta
Kurumsal kaynak planlama (ERP) altyapısının güçlendirilmesi ve dijital ürün pasaportuna hazırlık	Özel sektör	Orta
Eko-tasarım standartlarına uyum için uzman personel istihdamı	Özel sektör	Kısa
Kullanılmış tekstil ürünlerinin onarımı ve yeniden kullanımı için uygulamaların netleştirilmesi	Özel sektör, Kamu	Orta
Tekstilden tekstile geri dönüşüm teknolojileri (ör. pamuk-polyester ayrıştırma)	Ar-Ge	Uzun
Düşük Karbonlu Üretim ve Temiz Teknolojiler		
Çalışanların temiz üretim ve mevzuat hakkında eğitilmesi, tesislerde temiz üretim uzmanı bulundurulması	Özel sektör	Kısa
Firmaların master planlarının hazırlanması ve yatırım önceliklendirme çalışmalarına katkı	Özel sektör, Kamu	Orta
Yenilenebilir enerji yatırımları ve düşük su tüketimli teknolojilere geçişin desteklenmesi	Özel sektör, Kamu, Finans	Orta-Uzun
Ulusal düzeyde tüketicilerin geri dönüştürülmüş ürünler konusunda bilinçlendirilmesi (kamu spotları vb.)	Kamu	Orta
Finansman teşviklerinde kademeli destek sistemi	Finans	Orta
Altyapının Güçlendirilmesi		
Su baskınlarına karşı bariyer ve tahliye sistemleri kurulması, drenaj kanallarının temizliği	Özel sektör	Kısa
Kritik ekipmanların yükseltilmesi ve fabrika altyapısının modernizasyonu	Özel sektör	Orta
Politika, Finansman ve İşbirliği		
Sektörel rehberler hazırlanması ve mevzuat uyumsuzluklarının önlenmesi için kamu-özel işbirliği	Kamu	Kısa-Orta
OSB'ler için master planların hazırlanmasının teşvik edilmesi	Kamu	Orta
Ulusal/uluslararası proje çağrılarının takibi, konsorsiyumlarda yer alma ve Ar-Ge personelinin proje yazma konusunda geliştirilmesi	Özel sektör, Ar-Ge	Orta
Yeni teknoloji geliştiren firmalarla işbirlikleri ve pilot çalışmalar	Özel sektör, Ar-Ge	Uzun



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 86 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

Önlem Önerileri	Paydaşlar	Vade
Kamu finansman teşviklerinin artırılması ve ölçek bazlı kriterlerin belirlenmesi (KOBİ odaklı)	Finans, Kamu	Orta
Genel Öneriler		
Tedarik zincirinde karbon ayakizi yüksek ürünlerin azaltılması	Özel sektör	Orta
Satın alma politikalarının markaların sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi	Özel sektör	Orta
Çeşitli yenilenebilir enerji ve kaynak verimliliği teknolojileri için finansman araçlarının geliştirilmesi	Finans	Orta
İklimle uyumlu tekstil ürünlerinin tasarlanması (ısıya/soğuğa dayanıklı kumaşlar, outdoor ürünler vb.)	Ar-Ge	Uzun
Susuz tarım, rejeneratif tarım ve onarıcı pamuk üretimi uygulamalarının desteklenmesi	Ar-Ge, Kamu	Orta–Uzun



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 87 / 91

Güncelleştirme Sayısı: 01

TASLAK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim Eylemi
Sektör Operasyonel Programı



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İSTANBUL
SANAYİ ODASI



TÜBİTAK



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 88 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

KAYNAKÇA

- ÇŞİDB_a. (2025). *Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği*. Resmi Gazete, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/01/20250114-1.htm> adresinden alındı
- DB. (2024). *Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)*. T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı: <https://www.ab.gov.tr/53747.html> adresinden alındı
- DB. (2025). *Paris Anlaşması*. T.C. Dışişleri Bakanlığı: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> adresinden alındı
- EC. (2025). *'Fit for 55': Council adopts key pieces of legislation delivering on 2030 climate targets*. European Council (Council of the EU): <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/04/25/fit-for-55-council-adopts-key-pieces-of-legislation-delivering-on-2030-climate-targets/> adresinden alındı
- EC. (2025). *Delivering the European Green Deal*. European Commission: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en adresinden alındı
- EEA. (2024). *Water abstraction by source and economic sector in Europe*. European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/water-abstraction-by-source-and> adresinden alındı
- EPA. (2025). *Climate Risks and Opportunities Defined*. EPA United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/climateleadership/climate-risks-and-opportunities-defined#:~:text=Transition%20risks%20are%20those%20associated,and%20transition%20to%20renewable%20energy.> adresinden alındı
- Esha, Z., Damania, R., Engle, N. (2023). *Droughts and Deficits: Summary Evidence of the Global Impact on Economic Growth*. World Bank.
- ESRB. (2024). *Climate-related risks and accounting*. European Systemic Risk Board, European System of Financial Supervision.
- ETKB. (2025). *Kyoto Protokolü*. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-kyoto-protokolu> adresinden alındı
- EU. (2022). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Textiles Industry*. European Commission. doi:<https://doi.org/10.2760/>
- FDF. (2025). *Extended producer responsibility*. Food & Drink Federation: <https://www.fdf.org.uk/fdf/business-guidance-hubs/packaging/packaging-latest/extended-producer-responsibility/> adresinden alındı
- Gallo, F., Lepousez, V. (2020). *Assessing physical climate risks for financial decision makers: common methodologies, challenges and case studies*. Carbone 4. ClimINVEST project report.
- Garman, N. (2019). *How the California Wildfires Affected Supply Chains*. Thomas for Industry: <https://www.thomasnet.com/insights/how-the-california-wildfires-affected-supply-chains/> adresinden alındı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 89 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

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



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 90 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

- OECD. (2025). *Fast-tracking Net Zero by Building Climate and Economic Resilience*. OECD : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/fast-tracking-net-zero-by-building-climate-and-economic-resilience_ac75431ff2c22c96-en.pdf adresinden alındı
- O'Neill, B. M. (2022). *2022: Key Risks Across Sectors and Regions*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, New York, NY, USA. pp. 2411–2538, doi:10.1017/9781009325844.025: Cambridge University Press.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Ebi, K., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D., . . . Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change*, 169-180.
- Smithers, R.J., Gardner, A., Dworak, T. (2023). *Assessing climate change risks and vulnerabilities (climate risk assessment). A DIY Manual. Version 1*. EU Mission on Adaptation to Climate Change.
- Stacy, B. (2023). *Rebuilding economies after COVID-19: Will countries recover?* World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/rebuilding-economies-after-covid-19-will-countries-recover> adresinden alındı
- Taylor, K.E., Stouffer, R.J., Meehl, G.A. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, s. 485-498, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>.
- TB. (2025). *Yeşil Mutabakat Sanayi Planı*. T.C. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/yesil-mutabakat-sanayi-planı> adresinden alındı
- TB_a. (2025). *AB Ormansızlaşmanın Önlenmesi Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ormansizlasmanin-onlenmesi-mevzuati> adresinden alındı
- TB_b. (2025). *AB Ambalaj ve Ambalaj Atığı Mevzuatı*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/ab-ambalaj-ve-ambalaj-atigi-mevzuati> adresinden alındı
- TB_c. (2025). *Ticaret Bakanlığı. Sürdürülebilir Ürünler İçin Eko-Tasarım Tüzüğü - ESPR*: <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). *Gıda ile Temas Eden Geri Dönüştürülmüş Plastik Materyallere İlişkin Komisyon Tüzüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/gida-ile-temas-eden-geri-donusturulmus-plastik-materyallere-iliskin-komisyon-tuzugu> adresinden alındı



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

Proje Adı: İklim Değişikliğine Karşı Hassas Sanayi Sektörlerinin Adaptasyon Kapasitesinin Risk Değerlendirmesi Yoluyla Geliştirilmesi
Sayfa/Toplam Sayfa: 91 / 91
Güncelleştirme Sayısı: 01

- TB_e. (2025). *Kurumsal Sürdürülebilirlik Özen Yükümlülüğü*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/disiliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/kurumsal-surdurulebilirlik-ozen-yukumlulugu> adresinden alındı
- TB_f. (2025). *Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (GÜS) - Tekstil*. Ticaret Bakanlığı: <https://ticaret.gov.tr/disiliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/genisletilmis-uretici-sorumlulugu-gus-tekstil> adresinden alındı
- TÜİK. (2023, 12 13). *Su ve Atıksu İstatistikleri, 2022*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atıksu-Istatistikleri-2022-49607> adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 11 1). *Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, 2023*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sanayi-Sektoru-Nihai-Enerji-Tuketim-Istatistikleri-2023> adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 12 31). *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (NACE Rev.2)*. TÜİK İstatistik Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Sanayi-114> adresinden alındı
- TÜİK. (2025, Haziran 27). *Yıllık Sanayi Ürün (PRODCOM) İstatistikleri, 2024*. TÜİK Veri Portalı: [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yıllik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2024-54189](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yıllik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2024-54189) adresinden alındı
- UNCTAD. (2024). *Suez and Panama Canal disruptions threaten global trade and development*. UN Trade and Development: <https://unctad.org/news/suez-and-panama-canal-disruptions-threaten-global-trade-and-development> adresinden alındı
- UNEP. (2023). *Sectoral Risk Briefings: Insights for Financial Institutions - Climate Risks in the Industrial Sector*. UN Environment Programme Finance Initiative.
- Waidelich, P., Batibeniz, F., Rising, J., Kikstra, J.S., Seneviratne, S.I. (2024). Climate damage projections beyond annual temperature. *Nature Climate Change*, s. 14, 592-599.
- WEF. (2025). *The Global Risks Report 2025*. ISBN: 978-2-940631-30-8: World Economic Forum.
- West, J.M., Brereton, D. (2013). *Climate Change Adaptation in Industry and Business: A Framework for Best Practice in Financial Risk Assessment, Governance and Disclosure*. Australia National Climate Change Adaptation Research Facility (NCCARF).
- World Bank. (2010). *HEAT - Hands-on Energy Adaptation Toolkit*. Energy Sector Management Assistance Program.