

İSTANBUL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK, FIRSAT VE KIRILGANLIKLAR ANALİZ RAPORU



İSTANBUL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSK, FIRSAT VE KIRILGANLIKLAR ANALİZ RAPORU

Katkıda Bulunanlar

Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK
Prof. Dr. Osman ARIKAN
Dr. Duygu ERTEN
Dr. Oğuz CAN
Ümit ÇALIKOĞLU
Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY
Kemal DEMİRKOL

Prof. Dr. Alper ÜNAL
Doç. Dr. Günay CAN
Doç. Dr. Eray YURTSEVEN
Fırat SARP
Prof. Dr. Handan TÜRKOĞLU
Doç. Dr. Fatih TERZİ
Dr. Yağmur KARABULUT

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	10
TANIMLAR	12
1. Giriş	16
1.1 Azaltım ve Uyumunu Anlamak	17
1.1.1 Azaltım	17
1.1.2 Uyum	19
1.2 Hazırlıklı Olmak: İklim Değişikliği için Plan Yapmanın Yararları	20
2. Kırılğanlıkları Belirlemek ve Riski Yönetmek	22
2.1 Ekonomik Etkiler	23
2.2 Sosyal Etkiler	25
2.2.1 Sağlık	26
2.2.2 Gıda Güvenliği	26
2.2.3 Yaşam Tarzı ve Ekonomik Hayat	27
2.2.4 Gelir	27
2.2.5 Göç	28
3. Kentler ve İklim Değişikliğine Uyum	29
4. Belediyeler Nasıl Uyum Sağlayabilir?	33
4.1 Belediye Uyum Stratejileri	34
4.2 Eylemler Nasıl Olmalı?	36
4.3 Temel Etkiler ve Tedbir Örnekleri	38
5. İstanbul'un Kritik Altyapı Risk Değerlendirmesi Metodolojisi	41

5.1	Sektörlerin Belirlenmesi	42
5.2	Kritik Altyapı	43
5.3	Kritik Altyapılarda Risk Değerlendirmesi	43
6.	İklim Değişikliği Kırılabilirlik Metodolojisi'nin Uygulanması	47
6.1	Risk analizi metodolojisi	47
6.2	Uzman Değerlendirmesinin Sonuçları	53
6.3	Kırılabilir Altyapının Analizi	59
7.	Sektörel Değerlendirmeler	61
7.1	Atık Sektörü	61
7.1.1	Sektörel Profil	61
7.1.2	Kritik Altyapı	61
7.1.3	Etki Senaryoları	63
7.1.4	Kırılabilirlik Analizi	64
7.1.5	Fırsat ve İhtiyaçlar	66
7.1.6	Risk Azaltıcı Önlemler	66
7.1.7	Analiz ve Sonuç	67
7.2	İnşaat Sektörü	67
7.2.1	Sektörel Profil	67
7.2.2	Kritik Altyapılar	68
7.2.3	Kırılabilirlik analizi	70
7.2.4	Fırsat ve ihtiyaçlar	70
7.2.5	Analiz ve Sonuç	71
7.3	Enerji Sektörü	71
7.3.1	Sektörel Profil	71

7.3.2	Kritik Altyapı	72
7.3.3	Etki Senaryoları	75
7.3.4	Kırılabilirlik Analizi	77
7.3.5	Fırsat ve İhtiyaçlar	80
7.3.6	Risk Azaltıcı Önlemler	81
7.3.7	Analiz ve Sonuç	82
7.4	Kamu Hizmetleri Sektörü	82
7.4.1	Sektörel Profil	82
7.4.2	Kritik Altyapı	83
7.4.3	Etki Senaryoları	85
7.4.4	Kırılabilirlik Analizi	85
7.4.5	Fırsat ve İhtiyaçlar	87
7.4.6	Risk Azaltıcı Önlemler	87
7.4.7	Analiz ve Sonuç	87
7.5	Kültür ve Turizm Sektörü	88
7.5.1	Sektörel Profil	88
7.5.2	Kritik Altyapı	92
7.5.3	Etki Senaryoları	94
7.5.4	Kırılabilirlik Analizi	97
7.5.5	Fırsat ve ihtiyaçlar	98
7.5.6	Risk Azaltıcı Önlemler	100
7.5.7	Analiz ve Sonuç	101
7.6	Ormancılık ve Biyoçeşitlilik	102
7.6.1	Sektörel Profil	102

7.6.2	Kritik Altyapılar	107
7.6.3	Etki Senaryoları	109
7.6.4	Kırılabilirlik Analizi	112
7.6.5	Fırsat ve ihtiyaçlar	112
7.6.6	Risk Azaltıcı Önlemler	113
7.6.7	Analiz ve Sonuç	115
7.7	Sağlık Sektörü	115
7.7.1	Sektörel Profil	115
7.7.2	Kritik Altyapılar	117
7.7.3	Etki Senaryoları	118
7.7.4	Kırılabilirlik Analizi	125
7.7.5	Fırsat ve ihtiyaçlar	126
7.7.6	Risk Azaltıcı Önlemler	128
7.7.7	Analiz ve Sonuç	128
7.8	Sanayi Sektörü	130
7.8.1	Sektörel Profil	130
7.8.2	Kritik Altyapı	131
7.8.3	Etki Senaryoları	134
7.8.4	Kırılabilirlik analizi	136
7.8.5	Fırsat ve ihtiyaçlar	138
7.8.6	Analiz ve Sonuç	138
7.9	Su Kaynakları Yönetimi	139
7.9.1	Sektörel Profil	139
7.9.2	Kritik Altyapı	139

7.9.3	Etki Senaryoları	141
7.9.4	Kırılabilirlik Analizi	141
7.9.5	Fırsat ve İhtiyaçlar	142
7.9.6	Risk Azaltıcı Önlemler	143
7.9.7	Analiz ve Sonuç	143
7.10	Ulaştırma Sektörü	144
7.10.1	Sektörel Profil	144
7.10.2	Kritik altyapılar	145
7.10.3	Etki Senaryoları	146
7.10.4	Kırılabilirlik Analizi	149
7.10.5	Fırsat ve İhtiyaçlar	150
7.10.6	Risk Azaltıcı Önlemler	151
7.10.7	Analiz ve Sonuç	151
8.	Değerlendirme	152
8.1	Genel Değerlendirme	152
8.2	Sektörel Değerlendirme	158
9.	Sonuç	164
	KAYNAKÇA	167
	EKLER....	171

KISALTMALAR

AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
ADP	Acil Durum Planı
AKY	Arazi Kullanımı Yönetmeliği
ATY	Atıktan Türetilmiş Yakıt
BİDEP	Belediye İklim Değişikliği Eylem Planı
BİT	Bilgi İletişim Teknolojileri
BPS	Belediye Planlama Stratejisi
CDC	A.B.D. Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezi
CH₄	Metan
CO₂	Karbondioksit
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DDT	Düzenli Depolama Tesisleri
DGKÇ	Doğalgaz Kombine Çevrim
DR5	5. Değerlendirme Raporu
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
DYKŞ	Düşük Yükselti Kıyı Şeridi
EKSP	Entegre Kamu Sürdürülebilirlik Planı
FV	Fotovoltaik
GİH	Gastrointestinal Hastalıklar
GSYH/GSYİH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
H₂O	Su
HFCs	Hidroflorokarbonlar
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
IUCN	Uluslararası Doğa Koruma Birliği
İBAAT	İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
İİDEP	İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı
İDK	İklim Değişikliği Komitesi
İİSDR	İstanbul İklim Değişikliği Senaryoları Değerlendirilmesi Raporu
İP	İş Paketi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KİE	Kombine Isı ve Enerji
KKA	Kentsel Katı Atık
KKKA	Kırım Kongo Kanamalı Ateşi
KÖO	Kamu-özel Ortaklık

KYD	Karbondioksit Yakalama ve Depolama
MBAT	Mekanik Biyolojik Arıtma Tesisi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
N₂O	Azotlu Oksit
O₃	Ozon
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
PFCs	Perflorokarbon
RES	Rüzgâr Elektrik Santrali
SF₆	Kükürt hektaflüorür
SDG	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi
SG	Sera Gazı
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
UV	Ultraviyole

TANIMLAR

Antropojenik: İnsanların müdahalesi sonucu ortaya çıkan, beşerî faaliyetlerin etkileri. Örneğin antropojenik karbondioksit, solunum ve çürüme gibi süreçler yerine fosil yakıtların yakılması gibi doğrudan insan faaliyetleri sonucunda üretilen, atmosfere salınan karbondioksiti ifade eder.

Aşırı Hava Olayları: Belirli bir yer ve zamanda gerçekleşen nadir hava olayı. Nadir tanımı değişiklik gösterse de aşırı hava olayı aynı yer ve zamana yönelik geçmiş ölçümlerde, olasılık yoğunluk fonksiyonunun 10. veya 90. yüzdelik değerinden daha seyrektrir. Tek bir istisna, doğrudan antropojenik iklim değişikliğine bağlanamaz. Aşırı hava koşullarının sıklığı ve şiddeti uzun dönemler boyunca artış eğilimindeyse aşırı iklimsel olay olarak sınıflandırılabilir.

Azaltım: Atmosfere salınan sera gazı emisyonlarını düşüren teknolojik değişim ve ikamedir. Günümüzde emisyon azaltımına yönelik sosyal, ekonomik ve teknolojik politikalar ve önlemler de bu tanım altında değerlendirilmektedir.

Biyoyakıt: Genellikle sıvı halde olan, fosil kaynaklı olmayıp organik karbon temelli, canlı ya da yakın zamanda yaşamış bitki ve hayvan kaynaklı yakıtlara verilen genel isim.

Deniz Kabarması: Aşırı meteorolojik koşullardan (düşük atmosferik basınç ve/veya kuvvetli rüzgarlar) kaynaklı geçici deniz yükselmesidir. Deniz kabarması belirli zaman ve yerde, tek başına gelgit varyasyonunun beklenen seviyenin üzerinde olması olarak tanımlanır. Negatif deniz kabarmaları da ortaya çıkabilir.

Direnç: Bir sosyal ve ekolojik sistemin kendi iç işleyişini bozmadan, aynı yapıyı ve işleyişi koruyarak strese ve değişime uyum sağlama ve değişiklikleri kompanse edebilme kabiliyetidir. İklim değişikliğinin sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerine daha dayanıklı ve devamlılığı olan işlevler oluşturabilmek adına gerekli önlemlerin alınarak başa çıkma kapasitesinin artırılmasıdır.

Gıda Güvenliği: İnsanların aktif ve sağlıklı yaşam için gerekli olan besin ihtiyaçlarını ve önceliklerini karşılayabilmek için yeterli, sağlıklı, güvenilir ve besleyici gıdalara hem fiziksel hem de ekonomik olarak sürekli erişebilmeleridir. İklim değişikliği, tarımsal üretime yönelik riskleri artırdıkça gıda güvenliğinde bölgesel ve küresel bozulmalar beklenmektedir.

İklim Değişikliği: Doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetine atfedilen ve küresel atmosferin bileşimi değiştiren ve doğal iklim değişkenliğine ek olarak karşılaştırılabilir zaman periyodlarında gözlemlenen değişikliklerdir.

İklim Senaryosu: İklim değişikliği etkileri modellerine girdi olarak kullanmak üzere tutarlı bir iklim ilişkileri ve varsayımları seti temel alınarak gelecekteki iklimin makul ve çoğunlukla basitleştirilmiş bir temsildir.

Kentsel Isı Adası: Çevreleyen kırsal alanlarla karşılaştırıldığında kentin göreceli sıcaklığıdır.

Kırılğanlık: Bir sistemin iklim değışkenliği ve aşırılıkları da dahil olmak üzere iklim değışikliğini olumsuz etkilerine karşı duyarlı olduğu ve bunlara karşı koyamama derecesidir. Kırılğanlık, iklim değışikliğini karakteri, büyüklüğü ve hızı ile bir sistemin maruz kaldığı çeşitliliğin, duyarlılığının ve uyarlanabilir kapasitesinin bir fonksiyonudur.

Okyanusların Asitlenmesi: Atmosferdeki karbondioksitin okyanuslarca emilmesi sonucunda uzun dönemde okyanus suyu pH değeri düşmesi ve daha asitli hale gelmesidir.

Risk Yönetimi: Yönetimsel politikaları, prosedürleri ve uygulamaları; risk sorunları ile ilgili analiz, değerlendirme, kontrol ve iletişim görevlerini temel alarak, belirsizlik altında izlenecek en iyi yolu belirlemek için kullanılan sistematik bir yaklaşımdır.

Risk: Bir olayın olma olasılığı ile olayın potansiyel sonuçlarının birlikte ele alınmasıdır. Belirsizlik olası, tahmin edilemeyen, ölçülemeyen ve kontrol edilemeyen sonuç olup; risk bu sonuca rağmen karar almanın bir neticesidir.

Sera Etkisi: Dünya, üzerine düşen güneş ışınlarından çok, dünyadan yansıyan güneş ışınlarıyla ısınır. Bu yansıyan ışınlar başta CO₂, metan ve su buharı olmak üzere atmosferde bulunan gazlar tarafından tutulur, böylece dünya ısınır. Işınların bu gazlar tarafından tutulmasına sera etkisi denir. Atmosferde bu gazların miktarının artması yerkürenin ısınmasına sebep olur.

Sera Gazları (SG): Sera etkisine yol açan, atmosferde bulunan ve en çok ısı tutma özelliğine sahip olan bileşiklerdir. Dünya atmosferi çeşitli gazlardan oluşur. Ayrıca küçük miktarlarda bazı asal gazlar bulunmaktadır. Güneşten gelen ışınlar (kısa dalgalı ışıınım), atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtır. Başta karbondioksit olmak üzere atmosferdeki sera gazları, yerküreden yansıyan ışınları kısmen tutarak ışıınım yoluyla verilen ısı miktarını azaltır ve yeryüzünün ısı kaybına engel olur.

Su Güvenliği: Sağlık, geçim kaynakları ve üretim için kabul edilebilir bir su kalitesine ve miktarına güvenli ve sürdürülebilir erişimdir.

Sürdürülebilir Kalkınma: Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama becerisini riske atmaksızın şimdiki zamanın ihtiyaçlarını karşılayan kalkınmadır.

Uyum Kapasitesi: Etkili uyum tedbirlerini uygulamak için bir ülke veya bölgenin tüm yetenekleri, kaynakları ve kurumlarıdır.

Uyum: Mevcut ya da beklenen iklim değışikliğı etkilerine karşı doğal ve beşeri sistemlerin hassasiyetini azaltmaya yönelik girişim ve önlemlerdir. İklim değışikliğini etkilerini öngörerek; bu etkileri önlemek veya en aza indirmek için uygun önlemleri almak üzere uyum sağlamak gerekir.

İSTANBUL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI

4. İŞ PAKETİ

İSTANBUL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KIRILGANLIK ANALİZİ

[RAPOR]

1. GİRİŞ

İklim değışikliğı, iklimin doğal değışkenliğinin artmasının yanında hem okyanus hem de atmosferdeki genel ısınmayı belirtmektedir. İklim değışikliğı, dünyanın bütün bölgelerini bir şekilde etkileyecektir. İstanbul da bu etkilerden muaf olmayacaktır. Meteorolojik hava olaylarının uzun dönemli tarihsel eğilimlerin dışına çıkması, İstanbul için de riskler getirmektedir. Aşırı hava şartlarının sıklığının artması, suya erişim ve su kalitesinin değışmesi, denizlerin yükselmesi, aşırı sıcak günlerin ve kurak dönemlerin artması, ani ve şiddetli yağışların kent altyapılarına bindirdiğı yükler, kentsel sistemlerinin performansındaki değışimler belediyelere ve diğerk aktörlere önemli mesajlar vermektedir.

Geçen yıllar içerisinde, iklim değışikliğı konusunda dünyada ve ülkemizde artan bir farkındalık ve bilinç oluşmuştur. Belediyeler açısından, bu farkındalık iklim değışikliğinin toplum üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Tarihi belgeler, anekdot gözlemler ve bilimsel veriler bir arada belediye yönetimlerince değerlendirilmekte ve iklim değışikliğinin etkileri konusundaki farkındalığı artırmaktadır. Değışen bir iklimin sebep olduğu zararlı sonuçlar birinci elden tecrübe edildikçe ve olası etkiler anlaşıldıkça endişeler de artmaktadır. Elbette iklim değışikliğı kaynaklı tehditler, belediyeler için riskler ve birtakım fırsatlar sunmaktadır. İklim değışikliğine yönelik belirsizlikler göz önüne alındığında, bu konuda bir risk yönetimi yaklaşımı şarttır. İklim değışikliğine uyum ve sera gazı azaltım stratejileri bu bakış açısıyla değerlendirilmelidir.

Birçok belediye için iklim değışikliğine uyum süreci karmaşık görünen bir görev olarak algılanmaktadır. Bunun sebepleri arasında iklim değışikliğinin farklı parametrelerinin farklı ölçülerde belirsizliğinin bulunması, yerel yönetimlerin risk temelli hizmet sunma konusunda yeterli deneyim ve motivasyona sahip olmaması ve iklim değışikliğinin uzun vadeli etkileriyle seçimle işbaşına gelen yerel yönetimlerin daha kısa planlama vadeleri arasındaki uyumsuzluklar sayılabilir. Ancak yalnızca 2017 yılında dünyanın farklı yerlerinde meydana gelen hava olayları bile bu risklerin ihmal edilemeyeceğini göstermektedir. İstanbul'da 2017 yılının ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelen sel ve dolu olayları, Çin'deki Hato tayfunu, ABD'de toplam maliyetinin 290 milyar USD olduğu tahmin edilen¹ Harvey ve Irma kasırgaları, kentlerde yaşayanların önemli derecede iklim tehditlerine maruz kaldıklarını göstermektedir.

1 Bu zararın sigortalanmış kısmının yaklaşık 70 milyar USD civarında olabileceğı öngörülmektedir [114].

İstanbul, farklı toplulukları içinde bulunduran ve çevre kentlerden daha farklı bir yapıya sahip bir kenttir. İklim değişikliğinin tehditleri anlaşılrsa bile, yerel etkilerin türü ve uzun vadeye yayılan riskleri sebebiyle uygun iklim politikaları tasarlamak ve yürütmek kolay değildir. Burada amaç, bir taraftan sera gazı emisyonlarını kent bütününde azaltmak, buna paralel olarak aynı zamanda iklimsel risklere en uygun önlemleri almak ve kente iklim değişikliği tehlikelerine dirençli bir yapı kazandırmaktır.

1.1 Azaltım ve Uyumunu Anlamak

İklim değişikliği ile mücadele dendiği zaman iki farklı kavram ortaya çıkmaktadır. Bunlar uyum ve azaltımdır. İİDEP kapsamında bu iki boyut *Tablo 1*'de görüldüğü şekilde incelenmektedir.

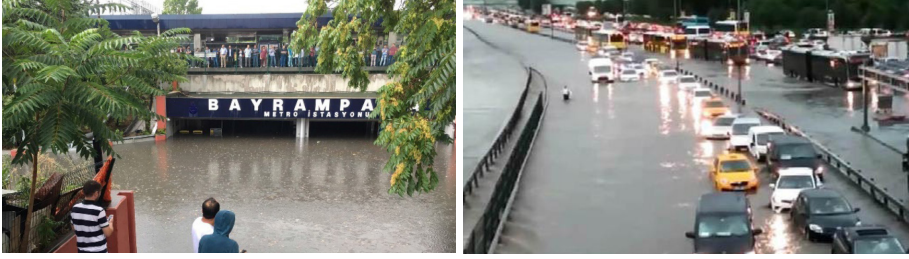
Tablo 1. İİDEP'in Temel Proje Kurgusu

Adım	Azaltım	Uyum
1. Mevcut durumun incelenmesi	Seçilen temel yıl için emisyon envanteri hazırlanması (İİDEP 2. İş Paketi)	İklim değişikliği risk ve kırılganlıklarının değerlendirilmesi (İİDEP 3. ve 4. İş Paketi)
2. Stratejik hedef konması ve planlama	Azaltım ve uyum için eylemlerin planlanması. İklim değişikliği değerlendirmesinin yerel yönetim politika, strateji ve yatırım planlarına entegre edilmesi. (İİDEP 6. İş Paketi)	
3. Uygulama, izleme ve raporlama	Projelerin belirlenen takvim içinde uygulanması. Sonuçların izlenmesi ve her 2 yılda bir raporlanması. (İİDEP sonrası)	

1.1.1 Azaltım

Azaltım, iklim değişikliğine sebep olan sera gazı salımlarını temel senaryoya kıyasla azaltacak tedbirleri almak olarak tanımlanmaktadır. Temelde sera gazına sebep olan beşerî faaliyetler orman alanlarındaki azalma, büyükbaş hayvancılık, kömür, petrol ve doğalgaz üretimi ve tüketimi olarak sayılabilir. Fosil yakıtların sanayide, taşımacılıkta ve elektrik üretiminde daha verimli kullanılması, yenilenebilir enerjiye (örn. rüzgâr ve güneş enerjisi) geçiş yapılması, binalarda yalıtımın iyileştirilmesi ve ormanlık alanları gibi karbon yutaklarının arttırılması azaltıma örnek olarak verilebilir. Azaltım sürecinin amacı, yıllık olarak atmosfere salınan karbon miktarını azaltarak, atmosferdeki sera gazı birikiminin yavaşlaması (ve idealde düşürülmesi) ve sera gazı etkisinin kontrol altına alınmasıdır.

Uzun vadede azaltım politikaları, atmosferdeki sera gazı salım seviyelerini düşürmeye ve günümüzde de yaşanan, iklim değişikliğinin bir sonucu olan genel ısınma eğiliminin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ancak iklim değişikliğinin küresel bir problem olduğu ve tüm dünyanın iş birliği ile çözülebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu açıdan, emisyonları yalnızca yerel ölçekte azaltmak böylesine büyük bir problemin çözümü için yeterli olmamaktadır. Dünyanın tamamını ve yakın geleceğini ilgilendiren böylesine kapsamlı bir tehdit, insanlık tarihinde görülmediği için ortak çözüm geliştirmeye ve uygulamaya yönelik küresel bir bilinç, ortak bir finansal mekanizma, uluslararası kurumlar ve araçlar henüz maalesef istenen seviyede gelişebilmiş değildir.



Şekil 1. İstanbul'da 18.07.2017 tarihinde meydana gelen yoğun yağış, binaları ve kentin ulaşım altyapısını etkiledi.

Azaltım politikaları iklim değişikliği ile mücadelede çok önemli bir yöntem olup birçok belediye, sürdürülebilir bir yönetime sahip olmak için bu konuda adımlar atmaktadır. Genellikle yapılan bu uygulamaların başlangıç noktası maliyet noktasından yola çıkarak, enerji ve yakıt tasarrufu olmaktadır. Ne kadar sera gazının azaltıldığının hesaplanması için temel senaryolar oluşturulmalı ve mevcut sera gazı emisyonları belirlenmelidir. Bu çalışmalar, kentin sera gazı envanterinin çıkarılması ve yüksek emisyon kaynaklarının belirlenmesi ile yapılabilir. Envanter, belediyelere nerelerin, ne kadar enerji harcadığını ve atmosfere ne kadar sera gazı saldırdığını gösterir. Bu temel bilgi sera gazı miktarını düşürmek ve enerji tasarrufu sağlamak için uygulanacak politikaları belirlemede kritik önem taşımaktadır.

Enerji tasarrufu programları hem yerel hükümetlere hem de vatandaşlara enerji giderlerini azaltma ve daha az karbondioksit gazı salımı yapma konusunda yardımcı olmaktadır. Kısaca “karbon” da denebilen sera gazları hem iklim değişikliğine neden olmakta hem de toplum sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Enerji tasarrufu yapmak ve toplam enerji gereksinimini düşürmek hem günlük hayatta hem de uzun vadede yerel yönetimler tarafından detaylı düşünülmesi ve planlanması gereken bir karar verme konusudur. Bu açıdan, sera gazı envanteri

temelinde kent ölçeğinde öncelikler tanımlanarak kapsamlı azaltım eylemleri oluşturulmalı, uygulanmalı ve izlenerek süreç içerisinde gerekli düzeltme ve iyileştirme adımları atılmalıdır. Bir başka deyişle, yerel aktörlerin enerji tüketimiyle ilgili alacağı kararlar, bir sera gazı azaltımı bakış açısıyla da değerlendirilmeli ve bu yaklaşımlar standart iş ve planlama süreçlerine doğal olarak entegre edilmelidir.

1.1.2 Uyum

İklim değişikliğinde uyum, özellikle kentler söz konusu olduğunda en az azaltım kadar önemli bir boyuttur. Uyum, mevcut ya da beklenen iklim değişikliği etkilerine yönelik risk ve fırsatları değerlendirerek gerekli önlemleri almak olarak tanımlanabilir.



Şekil 2. İstanbul'da 27.07.2017 tarihinde meydana gelen dolu yağışı, kentte maddi hasara yol açtı.

Uyum tedbirlerinin temel amacı; iklimsel etkileri, sektörel hassasiyetleri ve kırılğan altyapıları belirleyerek tehlikeleri azaltmaya yönelik risk yönetimi uygulamalarını hayata geçirmek ve bu şekilde kenti iklim değişikliğine daha dayanıklı ve dirençli hale getirmektir. Risk temelli yaklaşımlar için temelde senaryolar belirlenir ve sonuçların etkisi kontrol edilir.

Uyum çalışmaları, riskleri yok etmeye değil, olası tehditlerin yıkıcı etkilerinin şiddetini azaltmaya odaklanır. Risk kavramı, bir olayın meydana gelme ihtimali ile olası sonuçların büyüklüğünün çarpımı olarak da tanımlanmaktadır. İklimsel olayların oluşma ihtimali kontrol edilemese de vereceği zararların boyutu azaltılabilir. Bir başka deyişle, iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerinin kentin kırılğan altyapısına vereceği zararın azaltılmasını hedefler. Uyum yaklaşımı burada devreye girmektedir. Bu çalışmalar; mevcut altyapı yatırımlarının iyileştirilmesi, yeni yapıların değişen iklime daha uygun biçimde planlanması, kurumların ve kent halkının daha bilinçli ve hazırlıklı olması gibi unsurlar içerir.

1.2 Hazırlıklı Olmak: İklim Değişikliği için Plan Yapmanın Yararları

Toplum ve belediye seviyesinde bir plan yaparak ilerlemek hem yerel uyum süreci hem de sera gazı azaltım konusunda hedefe ulaşmak için önemli bir yoldur. Belediyelerin bu planlama sürecine aktif olarak dahil olmasını gerektiren birçok neden mevcuttur. Bunlardan bir tanesi, iklim değişikliği kaynaklı birçok etki ve tehlikenin yerel doğayı etkileyecek sorunlara dönüşmesi ve toplumu ve ekonomiyi ciddi anlamda tehdit etmesidir. Örneğin 27.07.2017 tarihinde meydana gelen dolu yağışında çok sayıda bina ve araç zarar görmüş, bu zararları kısmen ilçe belediyeleri, kamu kurumları ve sigorta şirketleri karşılamış, sigortası olmayan durumlarda önemli oranda zarar ise bireylerce finanse edilmiştir. Temmuz ayındaki aşırı yağışların yol açtığı altyapı problemleri, büyük oranda başta İstanbul Büyükşehir Belediyesi olmak üzere kamu tarafından çözülmüştür. Ancak kentin ticaret ve sanayi faaliyetlerindeki aksama, daha geniş kapsamlı ve ölçülmemiş ekonomik kayıplara işaret etmektedir. Gelecekte bu tip zararların yaygınlaşması ve sıklaşması durumunda ekonomik kayıpların bir problem haline geleceği aşıkardır.

Diğer bir neden ise; gerekli planlamanın, kentsel altyapı ve belediye hizmetlerinin sürdürülebilirliğine yaptığı katkıdır. Zira iklim değişikliği, altyapıya ciddi ve altından kalkılması güç zararlar verebilmektedir. İklim değişikliğinin kurumlar tarafından yönetilmesinin en kabul görmüş yollarından biri, problemi anlayarak, problemlerle başa çıkmak için gerçekçi yaklaşımlar sergileyerek bir plan ve strateji oluşturmaktır. Bu açıdan İstanbul gibi altyapı yatırımlarını büyük bir hızla devam ettiren kentler son derece şanslıdır. Yatırımlarını planlarken iklimsel değişimleri göz önüne alma ve gerekli uyarlamaları düşük ek maliyetlerle hayata geçirebilme şansına sahiptir. Dünyanın diğer metropollerine kıyasla bu fırsatları değerlendirmek, İstanbul'un geleceğini büyük ölçüde değiştirebilir.

Yerel yönetimler, birçok yatırım planlamasını, iklimin geçtiğimiz 50-100 yıla benzer şekilde devam edeceği varsayımına dayandırmaktadır. Örneğin su yönetimi, tarihsel veriler esas alınarak yapılmaktadır. Ancak küresel ısınma, bu tarihsel verilerin geleceği tahmin etme gücünü azaltmaktadır. Farklılaşan yağış rejimleri, daha yüksek sıcaklıklar, sıklaşan fırtınalar ve diğer şiddetli hava olayları yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Bu gibi iklimsel değişimler İstanbul ve çevresindeki yerel yönetimleri de doğrudan etkileyecektir. Özellikle altyapı tasarımı, imar planlaması, su ve atıksu tesisleri, ulaşım altyapısı, atık yönetimi gibi konular artık iklim değişikliğinin ve risk yönetimi yaklaşımının merkezinde yer almaktadır ve almalıdır.

İklim değişikliğine yönelik planlama yapmak, belediyelerin proaktif bir yaklaşımla daha uygun maliyetli kararlar vermesine, öngörülmez ve ağır sonuçlara karşı daha kolay önlem alabilmesine ve tehlikelerden daha az etkilenecek kentler oluşturulmasına yardımcı olacaktır. Reaktif yaklaşımın belediyelere çok daha fazla maliyetli olduğu birçok kez gözlemlenmiştir. Bugünden önlem almanın, yarın zararlar oluştuğunda tazmin etmekten çok daha ekonomik olduğu konusunda genel mutabakat vardır.

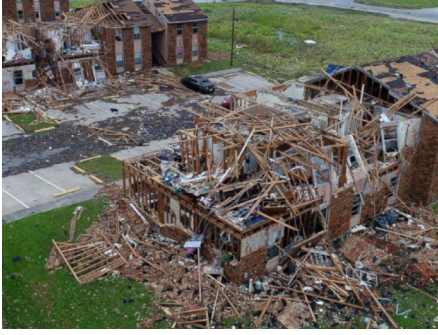
Tablo 2. İklim değişikliği belediyeleri nasıl etkileyecek?

Belediyeler nasıl etkilenecek?
Artan yatırım maliyetleri ve zarar görmüş altyapı
Koruma ve onarma kapasitesi ihtiyacı (personel, ekipman, bütçe)
Güvenlik ve sağlık
İçme suyu kalitesi ve halk sağlığı
Artan atıksu ve yağmur suyu yönetimi ihtiyacı
Finansal ve hukuki yükümlülüklerde artış
Halk beklentilerinin değişimi (örn. sosyal yardım, ulaşırmada devamlılık vb.)

İklim değişikliği söz konusu olduğunda belediyeler ne kadar erken iklim değişikliği için planlamaya başlarsa, o kadar çabuk bu davranış biçimleri kurumsallaşır, günlük uygulamaların içine girer ve alınan her bir karar iklim değişikliğini içine alarak şekillenir. Bu konuda ilk olarak şehrin iklim değişikliğinden nasıl ve ne şekilde etkileneceğinin en iyi şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

2. KIRILGANLIKLARI BELİRLEMEK VE RİSKİ YÖNETMEK

Kentteki hangi unsurların iklim değişikliği etkilerine ne kadar hassas olduğu, kırılğanlık olarak tanımlanmaktadır [1]. Aşırı hava olayları kontrol edilemez, ancak eğer zamanında gerekli önlemler alınırsa kente vereceği zarar azaltılabilir. Bir kentin iklim değişikliği kırılğanlığı, iklim değişikliğinin sebep olduğu tehlikeler kadar, kentin çeşitli unsurlarının bu tehlikelere ne kadar açık olduğuyla da ilgilidir. Örneğin, kıyı ve akarsu kenarına konumlanmış kentlerde deniz seviyelerinde yükselme, sel ve fırtına kabarması gibi tehlikeler, yeterli koruma duvarları ve benzeri önlemler alınmazsa kırılğanlık olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3. ABD’de Ağustos 2017’de meydana gelen Harvey kasırgasında birçok bölge 4 gün içinde 100 cm yağış aldı.

Bir kentin hangi açıdan, ne kadar kırılğan olduğunu tespit etmek için fiziksel varlıkların tek tek gözden geçirilmesi ve senaryolar oluşturularak aşırı hava olaylarının bu varlıklara etkisinin tahmin edilmesi, sıkça uygulanan bir yöntemdir. Böylece, belirlenen kırılğanlıklara göre en uygun önlemler geliştirilebilir, doğru problemlere en düşük maliyetli ve etkin çözümler aranabilir.



Şekil 4. Güney Çin’de Ağustos 2017’de meydana gelen Hato Kasırgası çok sayıda can ve mal kaybına sebep oldu.

Kentlerde iklim değişikliğinin etkileri çok yönlü ve farklı açılardan kendi arasında ilişkili olabilir. Diğer boyutların yanında, İstanbul için ekonomik ve sosyal riskler

ön plana çıkmaktadır. Henüz Türkiye genelinde ve kentler özelinde kapsamlı bir risk ve etki analizi mevcut değildir. Bu açıdan uluslararası yazında öne çıkan bir takım ekonomik ve toplumsal riskler aşağıda kısaca verilmektedir.

2.1 Ekonomik Etkiler

İstanbul, ekonomik anlamda iklim değişikliği sebebiyle ciddi derecede risk altında görülmektedir. İstanbul'un iklim değişikliği sebebiyle uğrayabileceği toplam ekonomik zarar, uzun vadeli olarak hesaplanmış değildir. Ancak yalnızca kıyı kaynaklı kırılganlıklara bakıldığında veriler önemli sinyaller vermektedir. Kıyı bölgelerindeki aşırı iklimsel olayların Avrupa kentlerinde yaratacağı ekonomik zarara yönelik yapılan yeni bir çalışmaya göre [2] İstanbul, incelenen 15 kent içinde ilk sırada yer almaktadır. Bu çalışmaya göre deniz seviyelerindeki yükselme ve deniz kabarması gibi etkenlerle oluşacak kayıp İstanbul için 2030 yılında her sene 200 milyon dolar civarında olabilecektir. Bu rakamın 2100 senesinde her yıl 10 milyar dolara ulaşabileceği tahmin edilmektedir.

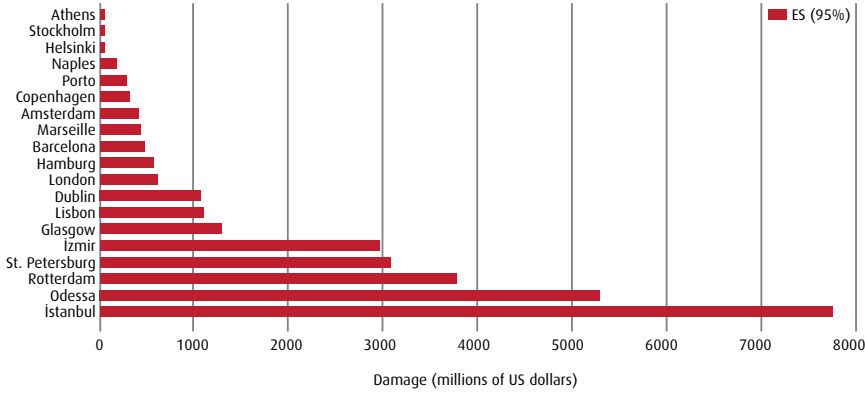
İlgili kaynağa göre 2030 yılına kadar ekonomik tehdidin en yüksek olduğu şehir, Hollanda'nın Rotterdam kenti olarak öngörülmektedir. Sonrasında İstanbul, listede 7 katlık bir artışla 2050 yılında birinci sıraya yerleşmekte ve yüzyıl sonuna kadar sırasını korumaktadır. Bu rakamlar, yalnızca bir tahmin niteliğinde olsa da Avrupa'da en kırılgan büyük şehrin İstanbul olması ve zararların yüzyıl sonuna doğru hızla artıyor olması, Türkiye'nin ekonomik anlamda en önemli kenti için ciddiye alınması gereken bir mesaj vermektedir.

City	Annual average losses (million US\$)			
	2030	2050	2070	2100
Istanbul	2001	1400	3837	9806
Odessa	116	836	2432	6577
Izmir	132	915	2442	5746
Rotterdam	237	1219	2716	5511
St. Petersburg	106	577	1435	3274
Lisbon	65	354	862	1891
Glasgow	30	218	631	1558
Dublin	48	272	681	1504
Marseille	13	101	318	810
Barcelona	18	124	339	797
Hamburg	68	221	422	775
London	56	190	375	702
Amsterdam	39	137	275	523
Porto	19	87	210	460
Copenhagen	22	81	176	368
Naples	10	52	128	290

Stockholm	-	0.6	5	91
Athens	-	0.5	3	86
Helsinki	3	8	19	53
Total Loss	1181	8842	19,376	42,024

Şekil 5. Yıllık ortalama ekonomik zarar (milyon Dolar)

Çalışmada ele alınan kayıpların farklı yıllar için olasılık dağılımları kullanılarak dağılım fonksiyonunun uçlarında yer alan düşük ihtimalli, ancak yüksek etkiye sahip (en kötü %5) durumların da dikkate alınması durumunda İstanbul, diğer kentlerle arayı daha fazla açmaktadır (Şekil 6). Bu çalışmaya göre 2070 yılında değerlendirilen 15 kent arasında en yüksek ekonomik büyüklüğe 1200 milyar dolarla (Londra'yı geçerek) İstanbul sahip olacaktır. Bu daha kötümser hesaplama yaklaşımında İstanbul'un aynı dönemdeki yıllık ekonomik zararı (yalnızca kıyı kaynaklı etkiler) 16 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir. Bu durum, kıyasal etkilerin çok ciddi bir ekonomik tehdit anlamına geldiğini göstermektedir. 2050 yılı için tahmin edilen yıllık zarara ilişkin bir karşılaştırma Şekil 6'da verilmektedir.

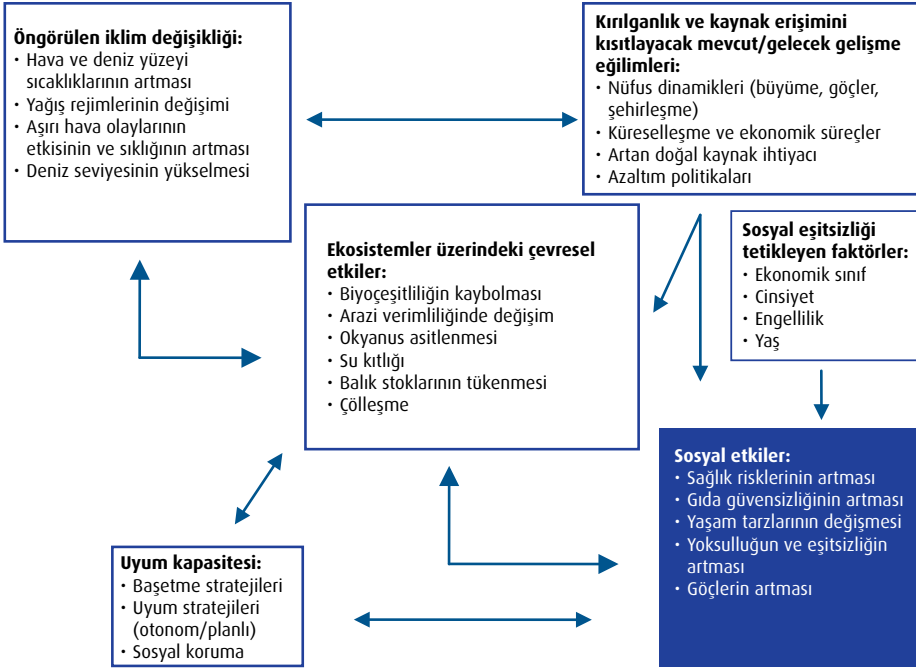


Şekil 6. Avrupa'nın önde gelen kentleri için olası kıyasal zararların 2050 yılı için RCP8.5 senaryosu için farklı metodlarla hesaplanmış toplam miktarı (ekstrem olaylar katıldığında İstanbul'un maruz kalabileceği zararlar artmaktadır).

Burada edilen rakamlar, IPCC tarafından en kötü iklim değişikliği senaryosu olarak kullanılmakta olan RCP8.5'a göre hesaplanmıştır. Ancak daha iyimser (atmosfere daha az sera gazı salınacağını varsayan) iklim değişikliği senaryoları da söz konusudur. Bu diğer senaryolar ışığında RCP8.5 senaryosunun gerçekleşme ihtimali %100'den %25'e düşürüldüğünde İstanbul'un 2050 senesindeki yıllık ekonomik zararı (ekstrem olayları da dahil eden ES(%95) hesabıyla) 7,7 milyardan 4,8 milyar dolara düşmektedir. Bir diğer deyişle, İstanbul iklim değişikliğinden ciddi derecede etkilenecektir ve ne kadar etkileneceği büyük ölçüde tüm dünyanın önümüzdeki yıllarda sera gazlarını azaltmayı ne ölçüde başaracağıyla ilgilidir.

2.2 Sosyal Etkiler

İstanbul, hızlı büyüme ve kentleşmeyle kalabalık bir nüfusu yoğun bir kent dokusunda barındırmaktadır. Bu yoğunluk, iklim değişikliği etkileri göz önüne alındığında risk altında olan nüfusun oranını sürekli olarak fazlalaştırmaktadır. İklim değişikliği, hem etkisini güçlendirdiği aşırı hava olayları hem de iklim normallerindeki değişiklikler ile insan sağlığını, gıda güvenliğini, yaşam tarzlarını, gelir düzeylerini ve göç dinamiklerini etkileyebilmektedir (Şekil 7). [3] İklim değişikliğinin bu sosyal etkileri genellikle karmaşık etkileşimle deneyimlenmektedir. İklim değişikliği, kamusal altyapı ve sosyal hizmetleri fiziksel olarak etkilemenin yanı sıra etkilerinin sıkışmasıyla bu sosyal sistemlerin taşıma kapasitelerini de zorlayacak, şehrin sosyal koruma sistemlerini zayıflatacaktır.



Şekil 7. İklim değişikliğinin İstanbul üzerinde yaratabileceği sosyal etkiler²

Bu etkiler; halk sağlığı, gıda güvenliği, yaşam tarzı ve ekonomik hayat, gelir ve göç başlıklarında incelenmiştir. [4]

2 Kaynak: World Bank Group (2014) ve Verner (2010)'dan adapte edilmiştir.

2.2.1 Sağlık

Aşırı hava olaylarının yol açtığı en kritik risk, can kaybıdır. Özellikle yüksek riskli yerlerdeki eksik altyapı, plansız yapılaşma ve düşük inşaat kalitesi, sel ve fırtına gibi olaylarda can kayıplarının artmasının başlıca nedeni olmaktadır. Yaşlılar, engelliler, çocuklar ve mevcut hastalıkları olanlar sosyal destek ağlarına bağımlılıkları ve hareket kısıtlılıkları nedeniyle yüksek risk altındadır. Ancak, sıcak hava dalgası olaylarındaki can kayıp vakalarında ölüm nedenleri doğrudan sıcakla ilişkilendirilmek yerine, kalp krizi gibi riskleri tetikleyerek farklı şekillerde ortaya çıktığından, iklim değişikliğinin can kaybı bilançosu ve etkilerinin şiddeti kesin olarak tespit edilememektedir. Etkilerin şiddetinin bilinmemesi, sağlık açısından kırılgan olan gruplar için risk oluşturan sıcak hava koşullarında tedbir alınmasını da güçleştirmektedir.

Aşırı hava olayları kalp krizi yanında salgın hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Bazı durumlarda sel olayları, İstanbul gibi deniz seviyesinde bulunan yerlerde tuzlu suyun ya da kanalizasyonun içme suyu şebekesine karışmasına ve gıda veya su yoluyla bulaşan hastalıklarda salgınlara yol açmaktadır. Değişen mevsim normalleri, özellikle sıcaklıkların artması, yaşlılar, çocuklar ve engelliler için sağlık riskini katlamaktadır. Bunun yanı sıra, sıcaklıktaki ya da yağış düzenindeki küçük değişimler dahi vektör yoluyla bulaşan hastalıkların yayılmasını da kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, bu değişiklikler, hava kirliliğinin etkisini güçlendirerek solunum sistemi rahatsızlıklarına yol açmakta ve mevcut problemleri şiddetlendirebilmektedir. Artan sağlık risklerinin yol açtığı erken ölümlerin ve işgücü kayıplarının, aynı zamanda önemli ekonomik sonuçlara yol açması beklenebilir.

2.2.2 Gıda Güvenliği

İstanbul, gıda üretimi açısından kendi kendine yetememekte, gıda tedariki için Türkiye'nin tamamından beslenmektedir. Dolayısıyla gıda tedarik zincirlerindeki, özellikle tarımdaki kuraklık, dolu, vb. afetlere olan kırılganlıklar doğrudan İstanbul'u etkilemektedir. Örneğin, 2016 kış aylarında yaşanan yoğun kar yağışı nedeniyle Toros Dağları'nda yollar trafiğe kapanması İstanbul haline ulaşan meyve ve sebze miktarını %60 azaltmıştır. Bu da İstanbul'daki gıda fiyatlarında artışa yol açmıştır. Kentin gıda güvenliği, bu nedenle diğer illerin iklim kırılganlıklarından doğrudan etkilenmektedir. Bu illerde oluşabilecek uzun dönemli kuraklıklar, artan su stresleri, farklı kullanımların (şehir, tarım ve sanayi) mevcut su kaynakları üzerindeki rekabeti sonucu tarım üretiminin etkilenmesi İstanbul'un iklim kırılganlık riskini katlamaktadır [5].

İstanbul'un gıda tedarik zincirlerinin iklim değişikliğinden etkilenmesi, öncelikle düşük gelirli nüfusun gıdaya erişimini, yeterli ve sağlıklı beslenmesini tehlikeye atmaktadır. Bu durum işgücünün performansını ve özellikle çocukların sağlığı ve gelişimleri açısından önemli bir tehdittir. Artacağı tahmin edilen gıda tedariki belirsizlikleri ve dolayısıyla fiyatlarının, öngörülebilir ve öngörülemeyen sosyal etkilere yol açabileceği değerlendirilmektedir.

2.2.3 Yaşam Tarzı ve Ekonomik Hayat

İklim değişikliği yaşam tarzlarının değişmesini gerektirecek ve benzer şekilde ekonomik hayatın dinamiklerini de etkileyecektir. Aşırı hava olayları kamu hizmetlerine erişilebilirliği (okul, hastane, ana ulaşım hatları vb.) aksatabileceği için sosyal hayatın daha kesintili ve öngörülemez yönde evrilebileceği varsayılmaktadır. Ayrıca nüfustaki kırılgan grupların karşılaştığı zorluklar kamu tarafından sağlanan sosyal hizmetlerin kapasite ve bütçelerinde değişikliğe gidilmesini gerektirecektir [6].

Bu aksamalar ekonomik hayatı da etkileyecektir. Şiddetli yağışların artması, seller ve fırtınalar, iş yerlerine ulaşımın aksamasına ve iş yerlerindeki yapısal hasarlar sonucu oluşan iş kesintilerine yol açacaktır. Sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcakların da işgünü verimliliğinin azalması ve iş günü sürelerini (geç başlayan ve geç biten günler, öğleden sıcaklıktan kaçınmak için uzun molalar, vb.) etkilemesi olasıdır. Ayrıca, iklim değişikliğinin yol açtığı sağlık ve gıda güvenliği riskleri sonucu çalışanların performanslarında düşüş beklenebilir. Bunların aksine, kışın beklenen yüksek sıcaklıklar iş verimliliğini, turistik ve ticari faaliyetleri olumlu yönde etkileyerek bu sektörlerdeki istihdamı arttırabilir. Yaz aylarında kentin daha fazla boşalması, yaşlı ve çocukların geçici ancak daha uzun süre başka kentlere taşınması, sıcak havalarda iş yerleri ve kamu hizmetlerinde verim düşüşü, sıcak ve kurak yaz aylarında yaşam konforunda düşüş, günlük yaşam döngüsünün daha erken ve geç saatlere kayması, ticaret ve öğretim gibi faaliyetlerin daha klimatize ve kapalı mekanlarda yapılması gibi değişimler söz konusu olabilir.

2.2.4 Gelir

Düşük gelirli gruplar, iklim değişikliğinden daha fazla etkilenecektir. Bu gruplar daha kısıtlı fiziksel, finansal, sosyal ve insan kaynaklarına sahip olup, gerekli önlemleri erkenden alma ve aşırı hava olaylarının etkilerinden toparlanma kapasiteleri daha zayıftır. Plansız kentleşmenin sonucu olarak, sel gibi aşırı hava olaylarından etkilenebilecek yerlerde ikame eden düşük gelirli haneler, iklim değişikliğinin şiddetini arttırdığı bu olaylara daha sık maruz kalacaktır. Tekrarlayan dış etmenlerin zararını karşılamak, bu hanelerin ekonomik uyum

kapasitelerini düşürecek ve zaten kısıtlı olan gelirlerini gıda, sağlık ve eğitim gibi diğer temel ihtiyaçlara harcaayabilmelerine engel teşkil edecektir. Dünya genelinde iklim değişikliği, dezavantajlı grupların kronik yoksulluğunu tetikleyecek ve fırsat eşitsizliği yaratacaktır. Bu durumun, İstanbul gibi kentler için de çok farklı olmayacağı tahmin edilmektedir.

2016 yılında İBB, 95 bin haneye günlük ve eğitim harcamaları için nakdi yardım ve 6 bin haneye ev eşyası ve giysi yardımı yapmıştır. Dar gelirliler, engelliler ve yaşlılar gibi dezavantajlı grupların yaşam kalitesinin arttırılmasına yönelik bu hizmetler 2016 yılında İBB'ye yaklaşık 265 milyon TL'ye mal olmuştur [7]. İklim değişikliği etkileriyle daha fazla hanenin yardıma muhtaç duruma gelmesi bu sosyal yardım bütçelerinin önemli ölçüde arttırılmasını gerektirecektir.

2.2.5 Göç

Günümüzde, Türkiye en çok dış göç alan ülkelerden biridir. İstanbul, sunduğu istihdam ve sosyal fırsatlar nedeniyle sadece Orta Doğu ve Afrika ülkelerinden değil Türkiye genelinden de yoğun göç almakta, dolayısıyla nüfusu hızla büyümektedir. İklim değişikliği, önümüzdeki on yıllarda “iklim göçmenleri” adı verilen insan hareketlerini tetikleyerek, İstanbul'un nüfusunun daha da artmasına yol açabilir. Plansız kentleşme, ekosistem hizmetlerini zayıflatmakta ve altyapı yetersizliğine yol açmakta, dolayısıyla sel gibi afet risklerini yükseltmektedir. Daha büyük bir nüfusun İstanbul'da yaşaması, yaşanacak iklimsel etkilerden daha fazla kişinin etkilenmesi anlamına da gelecektir. Göçler, şehir sistemleri üzerindeki kullanım baskısını artırarak (örn. daha fazla sayıda insanın sosyal hizmetlerden faydalanması) İstanbul'un iklimsel kırılganlığını arttırmaktadır.

İklim değişikliğinin tetiklediği kaynak sıkıntılarının çatışmalara ve dolayısıyla nüfus hareketlerine yol açabildiği bilinmektedir [8]. Türkiye'nin sınır ötesinde yaşanabilecek iklim krizleri, İstanbul'u yeni göç dalgalarıyla başbaşa bırakabilir. İstanbul'a göçün, Türkiye'nin belirli kesimlerinde iklim değişikliğinin etkilerinden kaçmak için bir uyum yöntemi olarak seçilmesi olasıdır. Zira birçok bölgenin ve kentin iklim değişikliğine uyum kapasitesi, İBB ve İstanbul'daki diğer aktörlere kıyasla daha düşüktür. Kuraklık gibi uzun zamana yayılan afetlerin yol açtığı geçim sıkıntılarına çözüm olarak işgücü göçleri beklenebilir. Anlık aşırı hava olaylarının (sel, fırtına, ...vb.) da geçici göçleri tetiklemesi olasıdır. Bu açıdan İstanbul, Türkiye için özel bir uyum rolüne sahip olacaktır.

Daha büyük bir nüfusun İstanbul'da yaşaması, yaşanacak iklimsel etkilerden daha fazla kişinin etkilenmesi anlamına da gelecektir. Aşırı sıcaklar ve kurak dönemlerin işgünü verimliliğinde azalma, sağlık ve gıda güvenliği riskleri oluşturmaları beklenmektedir.

3. KENTLER VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM

Küresel kent nüfusunun 21. yüzyıl ortasında günümüze nazaran 2,5-3 milyar kadar artış göstermesi beklenmektedir. Günümüzde kentler, dünyada tüketilen enerjinin üçte ikisinden sorumlu olup, aynı zamanda pek çok sektördeki sera gazı emisyonlarının ana sebebidir. Bu açıdan günümüzde iklim değişikliğine neden olan emisyonlar, artan nüfus ve ekonomik faaliyetler nedeniyle esas olarak kentlerden kaynaklanmaktadır. Kentler yalnızca küresel ısınmaya sebep olmamakta, diğer taraftan iklimsel değişimlerin sonuçlarından da önemli derecede etkilenmektedir. Hızla gelişen ve büyüyen kentler için şehirleşmenin ve altyapının daha sürdürülebilir ve düşük karbonlu bir yola yönlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 3. Kentlerde beklenen temel iklim değişikliği etkileri

	Yaşama 	Çalışma 	Ulaşım 
Sıcaklık 	Komforda düşüş Sağlık riskleri Soğutma enerji tüketiminde artış Isıtma enerji tüketiminde düşüş	Çalışma veriminde düşüş Soğutma enerji tüketiminde artış Isıtma enerji tüketiminde düşüş	Toplu taşıma konforunun düşmesi Raylarda bükülme Soğutma enerji tüketiminde artış Isıtma enerji tüketiminde düşüş
Sel 	Sağlık riskleri ve rahatsızlıklar Konutlarda maddi zarar Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Erişilebilirlikte aksamalar Ekonomik varlıkların zarar görmesi Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Raylı sistemlerin ve karayollarının kapanması
Su sıkıntısı 	Komforda düşüş Sağlık ve güvenlik riskleri	Çalışma veriminde düşüş Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	
Yangın 	Sağlık ve güvenlik riskleri Konutlarda maddi zarar	Ekonomik varlıkların zarar görmesi	Ulaşımında kesinti ve aksamalar
Fırtına 	Sağlık riskleri ve rahatsızlıklar Konutlarda maddi zarar Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Ekonomik varlıkların zarar görmesi Erişilebilirlikte aksamalar Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Raylı sistemlerin ve karayollarının kapanması

Dünyanın ve Türkiye'nin birçok bölgesinde artan kuraklık, buna bağlı su kıtlığı ve hava kirliliği iklim değişikliği ile ilişkilendirilmektedir. İstanbul'da 2017 yazında art arda yaşanan aşırı yağış ve dolu gibi olağandışı hava olayları, önemli ölçüde ekonomik kayıplara sebep olmuştur. İklim değişikliğinin etkileri giderek gündelik hayata sirayet etmekte, kent nüfusunun gündelik hayatını ve kentin ekonomik aktivitesini etkiler duruma gelmektedir. Yükselen deniz seviyeleri, şiddetli fırtınalar, ani gelen yaz yağışları, seller, sık ve güçlü tropikal kasırgalar ve sıcak hava dalgaları gelecekte kentler için daha ciddi bir tehdit oluşturacaktır. Bu tehlikelerden bir kısmı Türkiye'deki kentler için de söz konusudur.

Bu gelişmelerin halk sağlığı, endüstriyel üretim, tarım ve hayvancılık, biyolojik çeşitlilik ve kentsel altyapı üzerinde farklı tip ve şiddette etkileri olacaktır. Bu etkilerin -daha sınırlı da olsa- bir kısmı olumlu yönde olabilir. Ancak genel itibarıyla iklim değişikliğinin kentsel hizmetlere erişimi ve yaşam kalitesini olumsuz anlamda etkilemesi beklenmektedir. Bu etkilere hazırlığını yapmamış kentler için sonuçlar önemli derecede olacaktır. Diğer taraftan az sayıdaki fırsatı değerlendirmeye yönelik planlamayı da mümkün olduğunca erken yapmak, elde edilecek faydayı artıracaktır. Atmosferdeki mevcut sera gazı birikimi göz önüne alındığında yalnızca sera gazı emisyonlarının düşürülmesi yoluyla bu etkilere maruziyetin azalması günümüzde mevcut şartlar altında zor görülmektedir. Kentlerin, iklim değişikliğinin kaçınılmaz ve yıkıcı etkilerine karşı önlemlerini bugünden alması ve daha dirençli, dayanıklı bir yapı kazanması günümüzde bir zaruret halini almıştır.

İklim değişikliği bölgesel ve ulusal ekonomileri ve ekosistemleri ciddi oranda etkileyecektir. Dünyanın en büyük 136 liman şehrindeki yalnızca liman altyapı yatırımlarının bile gelecekte iklim değişikliğinden 3 trilyon ABD Doları'ndan (USD) fazla zarar görebileceği belirtilmektedir [9]. İklim değişikliğine uyum sağlamak, risk temelli bir yaklaşım gerektirdiği için yerel yönetimler için karmaşık öğeler barındırmaktadır. Ancak olası risklere yönelik önlem alınmaması, kentler için altından kalkılamayacak derecede yüksek zararlara sebebiyet verebilir. Bu nedenle iklimsel değişimlerin olasılıklarını, kentteki iklime kırılgan altyapıyı ve bu olasılıkların gerçekleşme durumundaki somut etkileri önceden analiz etmek ve ilgili paydaşlarla iletişim ve iş birliği içinde düşük maliyetli ve etkin tedbirler geliştirmek şarttır.

Uyum tedbirleri, uzun vadede herhangi bir aksiyon almamaktan daha ucuza mal olmaktadır. İklimsel tehditlerin tam zamanının ve şiddetinin öngörülemez olması, uyum faaliyetlerinin çok iyi tanımlanması, planlanması ve hayata geçirilmesini

gerektirmektedir. Zira bu tedbirlerin etkinliği, her bir kentin kendi özel yapısına ve şartlarına bağlıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde kentlerdeki iklim değişikliğine uyum çalışmalarının en az sera gazı azaltım faaliyetleri kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Kentlerin halihazırda yürüttüğü birçok çalışmanın (örn. afet yönetimi, altyapı yatırımları, enerji verimliliği projeleri vb.) azaltım ve uyum çabalarıyla yakın ilişkisi düşünüldüğünde yerel yönetimlerin bu tip tedbirlere oldukça aşina olduğu, ancak başka isimler altında ve iklim değişikliği şemsiyesi altına almadan yürüttüğü görülmektedir. Günümüzde birçok belediye yatırımı, giderek uyum ve azaltım başlıkları altına da alınarak, aynı anda farklı fonksiyonel amaçlara hizmet edecek şekilde tasarlanmaktadır. Planlanan yatırımlarda iklim değişikliğinin getirdiği risk ve fırsatları ele alarak gerekli modifikasyonları yapmak, kentlerin direncini artırarak maruz kalacakları risk seviyesini önemli ölçüde düşürebilir.

Büyümesi yavaşlamış kentler mevcut eski ve oturmuş altyapılarını iklime uyarlama konusunda birtakım zorluklarla karşılaşmaktadır. Hızlı büyüyen ve gelişen kentler için ise yeni ve halihazırda planlanan yatırımların düşük (veya sıfır) ek maliyetle iklim değişikliğine daha hazır şekilde hayata geçirilebilmesi çok daha kolaydır. İstanbul, bu açıdan şanslı bir konumdadır.

Tüm bu çalışmalar yapılırken kent yaşamını etkileyen temel hizmetler ve sektörler belirlenerek her bir sektörün iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerine ne derece açık ve açık olan varlıkların ne ölçüde kırılgan olduğu ortaya konmalıdır. Bu şekilde farklı sektörler için farklı öncelikler belirlenerek, en uygun ve maliyet etkin tedbirler alınabilir. Bu açıdan İstanbul'un sektör bazında kritik altyapı öğeleri belirlenerek spesifik azaltım ve uyum önlemleri ilgili risk seviyesine göre belirlenmelidir. Bu raporun amacı, söz konusu kritik altyapı öğelerini sektör bazında belirlemektir.



Şekil 8. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) tarafından yayınlanan 5. Değerlendirme Raporu (AR5), iklim değişikliğinin bilimsel değerlendirmesini kapsamlı veri ve analizlerle sunmaktadır.

Sürdürülebilir bir kentsel kalkınma, iklim değişikliğine dirençli altyapılar oluşturmakla mümkündür. İklim değişikliğiyle mücadele (azaltım) küresel sonuçlara yol açarken iklim değişikliğine uyum çok daha yerel bir konudur. Kentlerin ekonomik, beşerî ve çevresel sermayesini bu anlamda doğru planlaması, iklim risklerine daha kolay adapte olabilen kurumlara, şehir nüfusuna ve ekonomik yapıya sahip olmak için elzemdir. Özellikle İstanbul gibi tüm ülke için ekonomik ve toplumsal değeri yüksek kentlerin kaybedebileceği -ve doğru önlemleri zamanında alarak kazanabileceği- çok şey vardır.

İklim değişikliğine dirençli kentler, yalnızca kent altyapısının doğru kurgulanmasına değil, aynı zamanda ilgili kurumların bilgi ve yetkinliğinin ve sanayi ve ticaret varlıklarının dayanıklılığının artırılmasına, halkın bilinçlendirilmesine de bağlıdır. Kentlerin iklimsel dayanıklılığını artırmak için yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya tipte yaklaşımlar birlikte kullanılır. Yerel yönetimler; kamu, sivil toplum ve özel sektörle iş birliği içinde uyum planlamalarını planlayacak ve uygulayacak merkezi rol oynarlar. Afet yönetimi ve iklim değişikliğine uyum konuları bu çalışmalarda birlikte ele alınarak sinerji yaratılabilir.

4. BELEDİYELER NASIL UYUM SAĞLAYABİLİR?

Kırılğanlığı azaltmak, doğru planlanan ve yönetilen süreçlerle mümkündür. Örneğin, kırılğan varlıkların (altyapının) belirlenmesi, bununla birlikte adapte edilebilir arazi kullanım planlamasının yapılması, acil müdahale varlıklarının gözden geçirilmesi, koruyucu yapılar inşa edilmesi gibi eylemler kentteki diğer aktörlerle iş birliği halinde hayata geçirilmelidir. Bunların yapılması için en önemli ilk adım, kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi ve iklim değişikliğinin tüm süreçlere yatay entegrasyonudur.

Belediyeler, kentteki iklim değişikliğinden etkilenecek altyapıdan sorumlu taraf olarak önemli aktörlerden birisidir. Belediye hizmetleri, ticaret ve üretim gibi ekonomik faaliyetlerin, eğitim ve sağlık hizmetlerine erişimin, ısınma ve su gibi temel ihtiyaçların sağlanması için elzemdir. Bu açıdan diğer sektörlerin doğru işlemesi, öncelikle belediye hizmetlerinin sürekliliğine ve işlevselliğine bağlıdır. Örneğin aşırı bir hava olayında fabrikalar zarar görmese dahi, ulaşım ve su tedarikinde aksama olması halinde sanayi faaliyetleri de duracaktır. İklim değişikliğine uyum, bu nedenle yerel yönetimler için ayrı bir önem taşımaktadır.

Uyum tedbirleri, yerel ve ihtiyaca özeldir. Bu nedenle kapsamlı bir risk ve ihtiyaç analizi temelinde belirlenmelidir. Kırılğanlıklara göre imar planlanması, deniz seviyelerinde yükselme riskine karşı kıyı bölgelerinden ve taşma riskine karşı sel yataklarından uzaklaştırılması, aşırı yağışlara yönelik drenaj sistemleri kurulması, suyun girmesinin engellenmesi gereken (örn. metro ve tünel girişi) yapıların duvar ve benzeri yapılarla korunması, binaların şiddetli rüzgarlarda tehlike unsuru yaratmayacak şekilde yapılması, su tüketimini azaltacak ruhsatlandırma mekanizmaları geliştirilmesi, halkın bilinçlendirilmesi gibi çalışmalar planlanmalıdır.

İklim değişikliğine uyum, bir risk yönetimi ve iyi yönetim meselesidir. Yerel yönetimler, bu çalışmaları yaparken birtakım fonksiyonlarını yerine getirir:

- A. Ruhsatlandırma ve İzin Süreçleri:** Belediyeler, ruhsatlandırma süreçlerinde konutlardan, AVM'lerden, işyerlerinden ve sanayiden talep edeceği çalışmaları iklim değişikliği riskleri ile tekrar gözden geçirmelidir. Bu süreçlerin yeniden kurgulanması ile diğer aktörlerin uyum çalışmaları özendirilmiş ve hızlandırılmış olacaktır.

B. Kolaylaştırma, Savunuculuk, Liderlik ve Halkın Bilinçlendirilmesi:

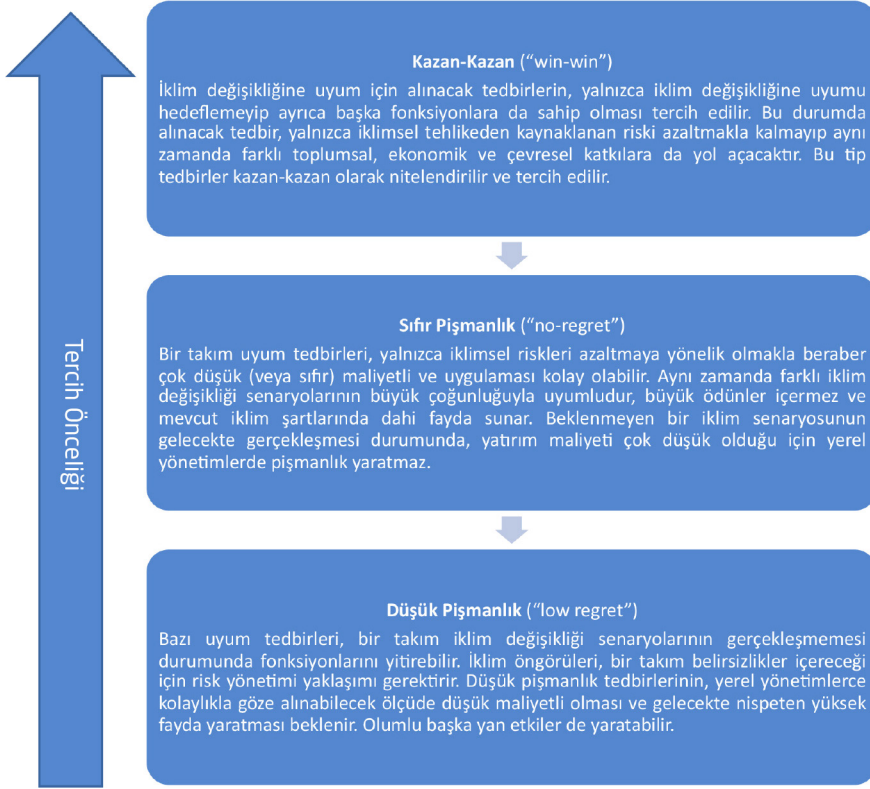
Belediyeler, iklim değişikliği ile ilgili ortak bir anlayış geliştirmek ve iklim değişikliğine karşı iş birliği oluşturmak için yerel düzeyde paydaşlarla yakın ilişki kurabilir.

C. Hizmet Sunumu, Topluluk Geliştirme ve Sivil Katılım: Belediyeler, sundukları hizmetleri iklim değişikliğine daha dayanıklı olacak şekilde geliştirmelidir. Bunun için gerekli yatırımlar bugünden planlanmalıdır.

Yerel yönetimler; ruhsat ve denetim, altyapı hizmetleri, eğitim ve destek gibi temel fonksiyonlarını kullanarak ruhsatlandırma ve izin, kolaylaştırma, savunuculuk, liderlik, halkın bilinçlendirilmesi, kamu hizmetleri, sivil toplum ve sosyal yardım gibi başlıklar altında kent genelindeki iklim değişikliği eylemlerini yönlendirebilir, özendirir, artırabilir ve güçlendirebilir.

4.1 Belediye Uyum Stratejileri

İklim değişikliği ve etkileri konusundaki çalışmalar, nadiren tüm paydaşlar için tam anlamıyla bir fikir birliği sağlar. Tehlikelerin kaynağı, seviyesi, kırılganlık ve olası sonuçlara yönelik farklı bakış açıları söz konusu olabilir. Paydaşların risk algısı, olasılık tahmini ve risk toleransı değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle iklim değişikliğine uyum konusu, tam bir risk yönetimi yaklaşımıyla ele alınmalıdır [10]. Risk yönetimi yaklaşımında her paydaş, kendi yapacağı çalışmalar için en uygun göreceği planlamayı eldeki veriler ve düzenlemeler ışığında yapar. Risk yaklaşımlarının birbiriyle tutarlı olması için diyalog son derece önemlidir. Risk algısı, kültürel bir olgu olmasının yanı sıra tehdit altındaki ekonomik değerin ve nüfus sayısının da bir uzantısıdır. Örneğin Türkiye’de su kaynakları konusunda birçok mühendislik planlaması 100 yılda bir gelen sellere (bir yılda sel oluşma ihtimali yüzde 1 olan sel) göre yapılırken bu rakam Hollanda için 53 set bölgesinde 1.250 yıl ila 10.000 yıl arasında değişebilmektedir [11]. Bu çalışmalar veri temelli ve güncel metodolojilerle yapılmalı, bugüne kadar süregelen uygulamaların ne kadar risk getirdiği değerlendirilerek gerekirse alışılmadık, yeni yöntemler geliştirilmelidir.



Şekil 9. Yerel yönetimler için uyum stratejileri

Belirsizlik, iklim değişikliğinin önemli bir bileşenidir. Küresel iklimdeki genel eğilimler, bilimsel modeller yardımıyla teknik metotlar kullanılarak hesaplanırsa da bu tip projeksiyonlar kaçınılmaz olarak veri eksikliği, basitleştirmeler, varsayımlar, çözünürlük ve başka etkenler sonucu çeşitli belirsizlikler taşır. Bu belirsizlikler, bilimsel araştırmalar sonucu geçmişe oranla daha düşük de olsa kesin sonuçlar üretmesi beklenmemelidir. Bu sebeple yerel planlamalar, iklim değişikliğine yönelik yapılan tahminlerin belirsizlikler içereceği baştan kabul edilerek yapılmalıdır.

İklim değişikliği, yakın zamana kadar ağırlıklı olarak afet risk yönetimi yaklaşımıyla ele alınmıştır. Risk yönetiminin geleceğe yönelik bölgesel planlamaya etki edebildiği ve iklim değişikliğinin önemli bileşenlerinden biri olduğu afet risk yönetimi, bu açıdan iklim değişikliğine uyum çalışmalarıyla entegre bir bütün olarak görülmelidir. Diğer taraftan iklim değişikliğinin etkileri günlük hayatların bir parçası olmaya başlamaktadır. Aşırı hava olayları sıklıkla olağan bir durum haline alacak, etkileri kimi zaman bölgesel kalacağı için afet yönetimi yaklaşımlarını geçersiz kılacak, bazı durumlarda kurumlara acil müdahale imkânı bırakmayacaktır.

Bu açıdan iklim değışikliğı risk yönetimini yalnızca afet yönetimi bakış açısıyla ele almak yetersiz kalabilmektedir. Temelde uyum tedbirleri tercih sırasıyla 3 temel sınıfta değerdendirilebilir (Şekil 9).

4.2 Eylemler Nasıl Olmalı?

İİDEP kapsamında kritik altyapıların iklimsel risklerini azaltacak somut tedbirler de tanımlanacaktır. Bu tip eylemler somutlaştırılırken şu kriterler de göz önüne alınmalıdır:

- Kapasitenin ihtiyaca göre *zamanla artırılabilir* olması,
- Kısmen veya tamamen *geri alınabilir* olması,
- Tasarımın zamanla *uyarlanabilir* olması.

Bu kriterler, aynı zamanda yerel yönetimlerin belirlenen tedbirleri ne ölçüde benimseyeceği ve sahipleneceğinin de bir göstergesi olmaktadır. Bu açıdan daha esnek, kapasitesi ileride doğacak ihtiyaca göre artırılıp azaltılabilecek tedbirler daha öncelikli ele alınmalıdır. Gelecekte iklimin nasıl olacağını bugünden kesin olarak öngörmek mümkün olmadığı için tedbirlerin tasarımındaki *esneklik*, bu açıdan uyum tedbirlerinin temel bir bileşeni olarak görülmelidir.

Su baskını için mevcut çözüm: yapıları yükseltmek [14]



Yenilikçi çözüm örnekleri: şişirilebilen balonlar, yerden yükseltile altyapı



Şekil 10. İklim değışikliğı uyum eylemleri yenilikçi çözümler de aramalıdır

Esnek uyum tedbirleri tasarlanırken aşağıdaki yaklaşımdan yararlanılabilir [12]:

- İklim değişikliğinin belirsizlik içeren ve uzun vadeli karakteri göz önünde bulundurulmalı,
- Hangi risk seviyesinin kabul edilebileceği değerlendirilerek risk temelli karar mekanizmaları tercih edilmeli,
- Riskler için sınırlar ve tetikleyiciler tanımlanmalı,
- Farklı senaryolarda da yarar sağlayacak tedbirler geliştirilmeli,
- Yalnızca Kazan-Kazan değil, Düşük Pişmanlık ve Sıfır Pişmanlık tedbirleri de belirlenmeli,
- Zaman ufku olarak 21. yüzyıl sonuna uzanan daha uzun vadeli bir perspektife geçilmeli,
- Tedbirler zaman içinde sürekli olarak izlenmeli ve gerekli uyarlamalar yapılmalıdır.

Kazan-Kazan ve *Sıfır Pişmanlık* tipi tedbirler öncelikli olarak uygulanmalıdır. *Sıfır Pişmanlık* tipi tedbirler, bazı sınırlamalar ve eylemler arasında çelişkiler yaratabileceği için çok yönlü olarak gözden geçirilmelidir [13]. *Sıfır Pişmanlık* tipi tedbirler özellikle kısa vadeli ve hızlı çözüm arayışlarında tercih edilebilir. Eylemler tanımlanırken yerel, bölgeye özgü ve yenilikçi önlemler de geliştirilmelidir (Şekil 10).

Tablo 4. Örnek uyum tedbiri tipleri [13]

Kazan-Kazan	Sıfır Pişmanlık	Düşük Pişmanlık
• Sel ve taşkın yönetimi • Acil durum planları • Pasif bina soğutması • Yeşil çatı • Toplu taşıma • Temiz enerji	• Yeni binaların dere yatağı ve kıyı şeritlerinden uzağa inşa edilmesi • Su iletim hatlarında kayıp-kaçak oranının azaltılması • Binalarda elektrik hatlarının su baskın seviyesinin üzerine yapılması	• Riskli bölgelerde ortak kullarıma yönelik su deposu / kuyusu yapılması • Yeni gelişen konut bölgelerinde altyapının ileride geliştirilmesi için açık alan bırakılması • Doğal alanın korunması

Ne var ki, her zaman iklim değişikliğinin kritik altyapıya getirdiği her riski kolaylıkla ve sıfır maliyetle azaltmak söz konusu olmayabilir. Bu durumlarda Düşük Pişmanlık tipi tedbirler hayata geçirilmelidir. Düşük Pişmanlık tipi tedbirlerin seçilmesi ve önceliklendirilmesinde farklı teknikler kullanılabilir. Bunlar arasında

özel geliştirilmiş teknikler (örn. uyum maliyet eğrileri) ve standart değerlendirme teknikleri (örn. maliyet-fayda analizi, maliyet-etkinlik, çok ölçütlü karar verme vb.) sayılabilir [14]. Temelde hedef, İstanbul için uyum önlemlerini mümkün olduğunca Kazan-Kazan, Sıfır Pişmanlık ve Düşük Pişmanlık temelinde almaktır. Zira önlem alınmamasının çevresel ve toplumsal olduğu kadar ekonomik maliyeti de daha yüksek olmaktadır. Bu tip önlemlerin yetersiz olması durumunda daha maliyetli uyum tedbirleri alternatif olarak geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Gelecekte iklimin nasıl olacağını bugünden kesin olarak öngörmek mümkün olmadığı için tedbirlerin tasarımında esneklik aranmalıdır. Uyum önlemleri, Kazan-Kazan, Sıfır Pişmanlık ve Düşük Pişmanlık temelinde alınabilir.

4.3 Temel Etkiler ve Tedbir Örnekleri

İklim değişikliğinin İstanbul'a ne gibi etkiler yaratacağının belirlenmesi, iklim değişikliği ile mücadelede stratejik bir plan oluşturmada önemli bir ilk adımdır. Beklenen etkilerin ne olacağı ve zararların belirlenmesinde aşağıda listelenen noktalara dikkat etmek, yerel yönetimler için iyi bir başlangıç noktasıdır.

- Geçmişte değişen hava durumu ve iklimden dolayı oluşan hangi etkiler ve zararlarla karşılaşıldı?
- Bu zararları hangi olaylar oluşturdu (örn. su baskını, kasırga vb.)?
- Bu sorunlara yönelik hangi önleyici tedbirler alındı veya zarar tazmini yoluna gidildi?
- Benzeri olaylar daha sık meydana geldiğinde belediye kaynakları yeterli olacak mı?
- Belediye bir sonraki olayı yönetebilecek kaynaklara sahip mi? Kurumsal yapısı etkin mi?
- Bu durumlarla ne kadar sıklıkla karşılaşıyor?
- Bu tip olaylar belediyenin tamamını mı, yoksa küçük bir kısmını mı etkiliyor?
- Etkilerin şiddeti yüksek mi (etkilenen kişi sayısı, doğrudan ve dolaylı ekonomik maliyet vb.)?

Yukarıda örneklenen bu sorular, etki ve zararları belirlemede iyi bir çıkış noktası sunmaktadır. Bu sorulara cevaplar aranırken, prensip olarak ne gibi önlemlerin gündeme alınabileceği de düşünülmelidir. Tablo 5, beklenen etkiler ve örnek tedbirler için detaylı bilgi içermektedir.

Tablo 5. İstanbul için beklenen etkiler ve örnek tedbirler

Beklenen Etkiler	Örnek Tedbirler
1. Yükselen sıcaklıklar	
21. yüzyıl ortası itibarıyla insanlar, sanayi devrimi öncesi seviyelere kıyasla ortalama 2°C daha sıcak bir dünyada yaşayacaktır. Bu rakam daha yüksek enlemlerdeki bölgeler için (örn. Kuzey Avrupa) daha yüksek seyredecektir. Kentsel alanlarda artış, kentsel ısı adası (UHI) etkisi sebebiyle 1-2°C daha fazla olacaktır [15]. Ortalama bu sıcaklık artışları, tüm yıl boyunca homojen dağılmamakta, bazı mevsimlerde artış diğerlerine göre daha fazla olabilmektedir. İstanbul için yapılan analizler, sıcaklık artışlarının yaz aylarında kışa göre daha fazla olacağını göstermektedir. Bu durum, birçok büyük şehirlerdeki ortalama sıcaklık artışının 4°C'nin üzerinde olabileceği anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle hem bu mevsimsel farklılık hem ortalama sıcaklık artışı hem de kent ısı adası etkisi sebebiyle İstanbul'u oldukça sıcak yaz ayları beklemektedir. Bu artışlar kent içinde homojen dağılmayabileceği için bazı bölgelerdeki sıcaklık artışının oldukça yüksek olması, uzun dönemli devam etmesi halinde ciddi etkilere yol açması söz konusudur.	• Yeşil alanlar, rüzgâr koridorları gibi şehir bölge planlama uygulamalarının geliştirilerek kent ısı adası etkisinin azaltılması, • Yaşlı ve çocukların yoğun olduğu bölgelerde kent altyapısının aşırı sıcaklara daha dirençli hale getirilmesi, • Konut stokunun enerji verimli olarak ve iklimsel riskler göz önüne alınarak artırılması.
2. Kuraklık	
Günümüzde çok sayıda insan, hali hazırda su sıkıntısı çekilen kentlerde yaşamaktadır. Gelecekte artan sıcaklıklar, temel olarak daha fazla buharlaşmaya yol açacaktır. 21. yüzyıl ortasında 1 milyara yakın insanın su kıtlığı çekilen kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Uzun süreli kuraklıklar; tesis soğutma suyunda azalma, klima kullanımı sebebiyle artan elektrik talebi ve hidro-elektrik üretimindeki düşüş sebebiyle elektrik kesintilerine, tatlı su kaynaklarının azalmasına ve kentlerde su arzında problemlere, sel ve taşkın sonucu kirlenen sular sebebiyle salgın hastalıklara, tarımsal üretim düşüşlerine, dolayısıyla gıda güvenliği sorunlarına fiyat artışlarına ve daha başka sonuçlara yol açabilir.	• Su geri dönüşümü, mor ve gri su kullanımının teşvik edilmesi, • Ek alternatif su kaynakları geliştirilmesi, • Su temininde kayıpların azaltılması, • Belediye hizmetlerinde daha az su tüketimi.
3. Yükselen deniz seviyeleri	
Deniz seviyesinin yükselmesi kıyısız bölgelerdeki kentsel nüfusun artan yoğunluğu göz önünde bulundurulduğunda kentsel iklim değişikliği riskindeki başlıca etkilerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. 2000 yılı itibarıyla 360 milyonu büyük kentlerde olmak üzere 600 milyon kişi, düşük kota sahip kıyı şeritlerinde yaşamaktadır [16]. Bu durum, deniz seviyesindeki yükselmenin yüzlerce milyon kişiyi etkileyebileceğine işaret etmektedir. İstanbul, bir kıyı kenti olarak riskler barındırır da bu konuda kapsamlı bir çalışma mevcut değildir. İklim senaryoları, yüzyıl sonunda denizlerin ortalama 1 metre kadar yükselebileceğini göstermektedir. Elbette bu durum, atmosfere salınacak sera gazı miktarlarına bağlıdır. Denizlerdeki yükselme, dünyanın her tarafında aynı olmayacaktır. Örneğin, Japon Denizi'nde deniz küresel ortalamasının iki katı hızla yükselmektedir [15]. Yükselen deniz seviyeleri yalnızca kent altyapısına yönelik değil, aynı zamanda kıyı ekosistemleri ve yer altı temiz su rezervlerine yönelik tehditler de oluşturabilir. Özellikle içme suyu üzerinde baskı olan bölgelerde önemli sonuçlar doğurabilir. Ayrıca limanlar, kıyıda bulunan petrokimya ve enerji tesisleri ve benzeri kırılgan varlıklar da olumsuz etkilenebilir. Kıyı kentlerinin yüksek nüfus sayıları göz önüne alındığında yükselen su seviyeleri, çok sayıda insanın hayatını etkilerken ekonomik ve çevresel riskleri de beraberinde getirecektir.	• Erken uyarı sistemleri geliştirilmesi ve mevcut sistemlerin iyileştirilmesi, • Kıyılarda altyapının güçlendirilmesi, • Kıyı setleri oluşturulması, • Hayati önem taşıyan hizmetlerin yeniden yerleştirilmesi, • Tahliye ve kriz yönetimi kapasitesinin geliştirilmesi.

4. Seller Bu yüzyılın sonuna kadar, kısa süreli şiddetli yağışlarda önemli ölçüde artışlar beklenmektedir. Bu değişimler İstanbul için farklı senaryolar için çıkarılmıştır. Şiddetli yağışlar, özellikle altyapısı kırılgan olan İstanbul gibi kentlerde sel ve su baskınlarına yol açabilir. Deniz kıyısı olmayan kentlerin aksine, İstanbul'un deniz kenarında yer alması sebebiyle yağışı doğrudan denize aktaracak yapıları kurma ve bu riskleri önemli ölçüde azaltma gibi bir şansı vardır. Yağmur suyu drenaj sistemlerinin kapasitesinin güçlendirilmesi ve sellere yönelik ek önlemlerin alınmasıyla bu tehdit önemli oranda kontrol altına alınabilmektedir.	· Altyapının güçlendirilmesi, · Atık su ve yağmur suyu şebekelerinin ayrılması, · Sel sularının denize tahliyesi ve ara depolama gibi önlemlerin geliştirilmesi, · Sel durumunda afet yönetimi kapasitesinin artırılması.
5. Gıda güvenliği Üretim yapılabilir tarıma elverişli arazi kayıpları, özellikle buğday, pirinç ve mısır gibi ana tarım mahsullerinde rekor düşüşü ve değişen iklimle birlikte tarım ürünlerinde ortaya çıkan yeni zararlılar ve hastalıklar, yalnızca gıdada fiyat istikrarını etkilemeyecek, aynı zamanda üreticilerin risklerini de artıracaktır. Benzer bir durum balıkçılık için de söz konusudur. Balıklar ve kabuklu deniz hayvanları deniz suyu sıcaklığı, pH ve oksijen seviyelerindeki değişikliklerden doğrudan etkilenmektedir. İklim değişikliği, okyanusların fiziki ve kimyasal özelliklerini etkiler ve asitlik oranını artırır. 2050 yılına kadar 2°C'lik bir küresel sıcaklık artışının avlanarak karaya çıkarılan balık değerinde yıllık 17-41 milyar USD'lik küresel zarara neden olacağı öngörülmektedir [16]. İstanbul gibi balıkçılık faaliyetleri olan kentler için bu durum, ekonomik kaybın yanı sıra gıda çeşitliliğinde azalma anlamına da gelecektir. Gıda tedariki dendiğinde iki temel boyut söz konusudur. Birinci boyut, kent içi tarımsal üretimin nasıl etkileneceği, diğer boyut ise dışarıdan getirilen gıdaya yönelik fiyat, arz ve ulaşım baskılarıdır. Birinci boyut, İstanbul'daki tarım faaliyetlerinin sınırlı olmasından dolayı yüksek risk içermemektedir. Diğer taraftan, Türkiye'nin en büyük gıda talebine sahip şehir olmasından ötürü ülke genelindeki iklim değişikliği etkileri sonucunda arz düşüşü ve fiyat artışı beklenmelidir. Bunun yanı sıra, aşırı yağışın İstanbul'a gıda taşıyan karayolu ve denizyolu faaliyetlerini sekteye uğratabileceği, aşırı sıcaklık sebebiyle bozulma ve depolama maliyetlerin artabileceği de göz önüne alınmalıdır. Limanlarda ve otoyollarda oluşabilecek uzun süreli kesintiler, gıda ihtiyacı son derece yüksek olan İstanbul için ciddi riskler oluşturabilir.	· Kentsel tarımın desteklenmesi, · Yeşil çatı, yerel pazar gibi uygulamaların artırılması, · Balıkçılıkta aşırı avlanmanın önlenmesi, · Alternatif gıda kaynaklarının geliştirilmesi, · Taze ve endüstriyel gıdaların depolandığı yapılar için aşırı sıcak, sel gibi olağandışı hava olaylarına yönelik önlemlerin belirlenmesi.

Sıcaklık artışlarında yaz ayları kışa kıyasla daha fazla ısınacaktır. Küresel ortalama sıcaklık artışı ve kent ısı adası etkisi sebebiyle İstanbul'u oldukça sıcak yaz ayları beklemektedir. Yağışların şiddetlenmesi, gelecekte yağmur suyu drenaj yapılarının yetersiz kalacağına işaret etmektedir. Yağışlarda düşüş sınırlı kalacak olsa da, artan buharlaşma sebebiyle içme suyu tedarikinde sıkıntılar giderek artacaktır.

5. İSTANBUL'UN KRİTİK ALTYAPI RİSK DEĞERLENDİRMESİ METODOLOJİSİ

İklimsel tehlikelere kırılgan olduğu ortaya konmuş olan kritik bir altyapıyı önceden güçlendirmek, bir afetin o varlığa zarar vermesinden sonra oluşan ekonomik ve fonksiyonel kaybı tazmin etmekten daha kolay ve düşük maliyetlidir. Risk değerlendirmesi bu temelde yürütülerek kentin ve çevresinin iklimsel tehlikelere daha dirençli (dayanıklı) hale gelmesine ve olası hava olaylarından daha az zarar görmesine destek olacaktır.

İstanbul, Türkiye'nin kalkınma ve ekonomik büyüme gündemi için özel bir öneme sahiptir. Ticaret, sanayi, ulaştırma ve lojistik sektörleri açısından kritik bir merkez olan İstanbul adeta ülkenin ekonomik kalbi konumundadır. İstanbul'un yer aldığı coğrafya, aynı zamanda sismik olarak aktif ve iklim değişikliği bağlantılı tehlikelerden son derece etkilenebilir bir bölge olarak da gündeme gelmektedir. Bölge geçtiğimiz yıllarda birçok kentsel selden etkilenmiştir. Konut, ticaret ve sanayi yatırımlarıyla birlikte iklim değişikliği kaynaklı risklere olan maruziyet de artmaktadır.

İstanbul'da meydana gelmesi muhtemel iklimsel afetlerden kaynaklanacak doğrudan ve dolaylı etkiler, sadece kentin altyapısını ve ekonomik faaliyetlerini etkilemekle kalmayacak, aynı zamanda Marmara bölgesi ve ülke ekonomisini etkileyebilecek sonuçlara sebebiyet verebilecektir. Bu açıdan iklim değişikliğiyle ilintili risk ve fırsatları sağlıklı şekilde belirlemek ve gerekli tedbirleri almak önem arz etmektedir. İstanbul'daki kritik altyapılarda dayanıklılığın artırılması öncelikli olarak ele alınmaktadır.

Bu risk değerlendirmesindeki nihai hedef, kritik altyapıların ve bu altyapılara yönelik risklerin belirlenerek iklim değişikliğine olan dirençlerini artıracak önlemleri belirlemek ve hayata geçirmektir. Direnci (dayanıklılığı) arttırmakla kast edilen, bir altyapının fiziksel bütünlüğünü etkileyebilecek ve/veya temel fonksiyonunu kesintiye uğratabilecek risklerin azaltılması ve operasyon koşullarındaki olası değişikliklere rağmen (ortalama sıcaklık, yağış rejimleri vb.) optimum performansın ve rekabetçiliğin sağlanabilmesi için uyum tedbirleri alınmasıdır.

Bilimsel IPCC bulguları, uluslararası müzakereler ve kentlerin yerel ölçekte aldığı önlemler zaman içinde birbirine doğru yakınsamaktadır. Geleneksel risk yönetimi ile iklim değişikliğine uyum yaklaşımları giderek birbirine daha çok benzemektedir [18]. Uyum konusunda fiziksel varlıklar bu açıdan iyi bir başlangıç noktası konumundadır. Bu çalışmada uygulanan metodoloji de farklı sektörlerde varlık odaklı bir yaklaşım kullanmaktadır.

5.1 Sektörlerin Belirlenmesi

İstanbul, Türkiye'nin ve Avrupa'nın en yüksek nüfuslu kenti olarak çok özel bir ekonomik, sosyal ve kültürel bir karaktere ve öneme sahiptir. Bu açıdan iklim değişikliğinin İstanbul'a yönelik etkilerini daha geniş bir perspektiften, farklı sektörlerdeki yansımalarını detaylı şekilde göz önüne alarak incelemek şarttır.

Bu sektörlerin belirlenmesinde Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023) içinde belirlenmiş olan şu sektörel kırılmadan yararlanılmıştır: *Atık Sektörü; Bina Sektörü, Enerji Sektörü; Arazi Kullanımı Ve Ormancılık Sektörü, Sanayi Sektörü; Tarım Sektörü, Ulaştırma Sektörü; Uyum: Doğal Afet Risk Yönetimi; Uyum: İnsan sağlığı; Uyum: Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormancılık; Uyum: Su Kaynakları Yönetimi; Uyum: Tarım Sektörü ve Gıda Güvencesi*. Bu kırım, aynı zamanda, İBB'nin 2015-2019 Stratejik Planı ile de uyum içindedir. Stratejik Plan'daki sektörler şunlardır; afet, çevre, imar, kent ve toplum düzeni, kültür hizmetleri, sağlık hizmetleri, sosyal destek hizmetleri ve ulaşım hizmetleri.

Kullanılan metodolojinin "Kırılğan Altyapı" odaklı ve somut yerel tedbirlere yönelik olması ve iklim değişikliğinin azaltım ve uyum boyutlarının İstanbul özelindeki farklı önem dereceleri sebebiyle sektörel tanımlar aşağıdaki şekilde uyarlanmıştır:

Tablo 6. Kırılğanlık analizi için belirlenen sektörler

Sektör
Atık Yönetimi
Binalar (İnşaat)
Enerji
Kamu Hizmetleri
Kültür ve Turizm
Arazi Kullanımı, Ormancılık, Biyoçeşitlilik ve Tarım
Sağlık
Sanayi
Su Kaynakları Yönetimi
Ulaştırma

Bu sektörlere yönelik ayrıntılı bilgiler raporun Sektörel Değerlendirmeler bölümünde verilmektedir.

5.2 Kritik Altyapı

Kritik altyapı kavramı ile kastedilen, fonksiyonunu yitirmesi durumunda toplum üzerinde geniş ve domino etkileri olabilecek tesisler, sistemler veya ağlardır. Burada yalnızca altyapıya odaklanılmamakta, fiziksel varlıklar anlamında kullanılmaktadır.

Kritik Altyapı: "Meydana gelebilecek kısmi veya toptan fonksiyon kayıplarının çevre, toplum düzeni ve kamu hizmetleri üzerindeki olumsuz etkileri dolayısı ile vatandaşların sağlık, güvenlik ve ekonomisi üzerinde ciddi etkilerinin olabileceği ağlar, varlıklar, sistemler ve yapılar veya bunların kombinasyonları [17]"

İklimsel değişimler sebebiyle her bir altyapıda meydana gelen hasar diğerinden daha şiddetli olabileceği için hasar veya kesintiler altyapı bazında farklı olabilir. Bu nedenle "kritiklik" açısından farklı kategoriler (seviyeler) mevcuttur. Sektör bazında belirlenen bir altyapının hangi seviyede kritik olduğunu ortaya koymak için şu parametrelere bakılmıştır:

- Kritik altyapıda meydana gelen hasarların hizmetler üzerindeki etkisi ve yaratabileceği kesintiler,
- Önemli hizmetlerdeki kayıp ve kesintilerin ekonomik etkilerinin genel kapsamda tahmin edilmesi,
- Etkilerin coğrafi kapsamı (bölgesel, ulusal veya uluslararası etkileri),
- Kritik altyapıda meydana gelen hasarın ve yaşanan kesintilerin zincirleme ve "katlanan etkileri", başka dolaylı etkilere yol açıp açmadığı.

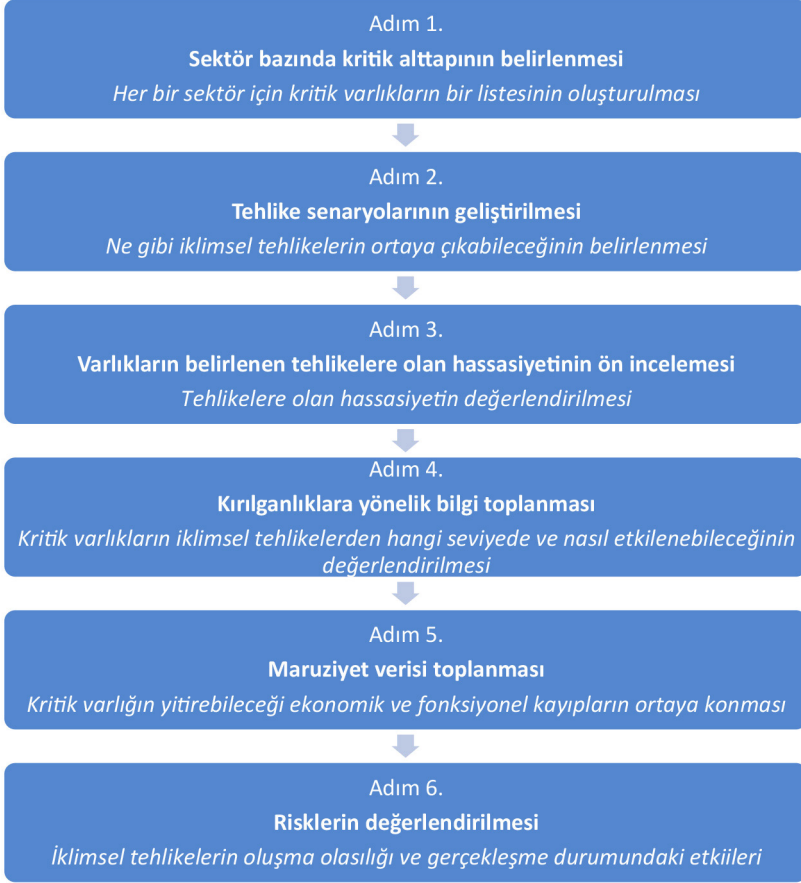
5.3 Kritik Altyapılarda Risk Değerlendirmesi

Bu çalışma kapsamındaki risk değerlendirmesi, aşağıdaki bilgileri sunmaktadır:

- Doğal tehlikelerin kritik altyapılara verebilecekleri olası zararların seviyesi,
- Bu zararların, etkilediği kritik altyapının sunduğu hizmetleri normale dönene dek hangi süre boyunca kesintiye uğratabileceği ("hizmet dışı zamanı"),
- Kritik altyapının sunduğu hizmetlerde yaşanabilecek bu kesintilerin ekonomik etkileri,
- Etkilerin coğrafi kapsamı,

- Altyapı hizmetlerindeki kesintilerin diğer sektörler ve ekonomi üzerinde zincir şeklinde yaratabileceği “katlanan etkileri”.

Bu bulgulara ulaşabilmek için risk değerlendirmesi Şekil 11’de gösterilen 6 temel adım ile gerçekleştirilmektedir.



Şekil 11. Risk değerlendirmesi için temel adımlar

Tablo 7. İstanbul iklim değişikliği kırılganlık analizi çalışmasının kapsamlı metodolojik adımları

Adım	Açıklama
Adım 1	Sektör bazında kritik altyapının belirlenmesi Her bir sektör için kritik varlıkların bir listesinin oluşturulması İlk adımda, tanımlanan her bir sektör için İstanbul’u ve kendi alanını iyi tanıyan bir uzmanın bilgi ve deneyiminden yararlanılarak (ikinci bir uzmanın da desteğiyle) iklim değişikliğinden etkilenmesi muhtemel kritik altyapılar belirlenmiştir. Kritik altyapının somut ve fiziksel olarak İstanbul’da yer alan varlıklar olmasına özen gösterilmiştir.
Adım 2	Tehlike senaryolarının geliştirilmesi Ne gibi iklimsel tehlikelerin ortaya çıkabileceğinin belirlenmesi İstanbul için iklim senaryoları, bilimsel küresel iklim modelleri kullanılarak bir iklim uzmanı tarafından kapsamlı şekilde değerlendirilmiş ve raporlanmıştır. Bu çalışmada, İstanbul’u bekleyen 16 iklimsel değişim parametresi tanımlanmıştır. Risk değerlendirmesinin bu adımı, her bir 16 parametre için ne gibi tehlikelerin söz konusu olabileceğine dair senaryolar üretilmiştir. Örn. Ortalama sıcaklıklar, son on yıllarda bölgede istikrarlı şekilde artış göstermektedir. Bu artışın devam edeceği öngörülmektedir (yüzyıl sonunda en kötümser senaryoda 4,5°C). Sıcaklık artışları, İstanbul için yaz aylarında kışa göre yaklaşık 1,5 kat fazla olmakta, bu durum kent ısı adası etkisiyle birleşince (yıllık ortalama 1-2°C) gelecekte İstanbul’un yaz ayı ortalama sıcaklıklarında önemli artış tehlikesine işaret etmektedir.
Adım 3	Varlıkların belirlenen tehlikelere olan hassasiyetinin ön incelemesi Tehlikelere olan hassasiyetin değerlendirilmesi Adım 1’de her sektör için belirlenen kritik altyapılar, Adım 2’de belirlenen iklim değişikliği tehlike senaryolarıyla karşılaştırılarak hangi altyapının hangi iklimsel tehlikeye hassas olduğu uzmanlarca düşük/orta/yüksek seviyeleri arasından seçilerek belirlenmiştir. Bu hassasiyet, her bir kritik altyapının konumu göz önüne alınarak en ilgili ve önemli iklimsel tehlikelere ilişkin duyarlılığının değerlendirilmesi ile belirlenmektedir. Örn. “Su Kaynakları Yönetimi” sektöründe kırılgan altyapı olarak tanımlanan “Terkos Barajı”, ortalama sıcaklıkta artış parametresine “yüksek” derece hassas olarak belirlenmiştir.
Adım 4	Kırılganlıklara yönelik bilgi toplanması Kritik varlıkların iklimsel tehlikelerden hangi seviyede ve nasıl etkilenebileceğinin değerlendirilmesi Hassasiyet öngörülen kritik altyapıların, ilgili iklimsel tehlikeden nasıl etkilenebileceği ve bu etkilenmenin ne seviyede olacağı ortaya konmuştur. Hassasiyet görülmeyen kritik altyapı-iklimsel tehlike kombinasyonları için bu çalışma yapılmamıştır. Örn. Ortalama sıcaklık artışının, Terkos Barajı’nda giderek artan oranlarda buharlaşmaya yol açacağı, bunun da barajdan kente özellikle yaz aylarında sağlanan su miktarında orta seviye düşüşe neden olacağı öngörülmektedir.

Adım 5	Maruziyet verisi toplanması Kritik varlığın yitirebileceği ekonomik ve fonksiyonel kayıpların ortaya konması Bir önceki adımda ortaya konan kırılganlıklar gerçekleşirse oluşacak maruziyetin sonuçlarına yönelik tahminler oluşturulmuştur. Maruziyetin kritik altyapıya ekonomik, çevresel ve toplumsal etkisi göz ardı edilebilir seviyede ise düşük, kabul edilebilir (kısa sürede telafi edilebilir) seviyede ise orta, hissedilir ve önemli geri dönülemez zararlara sebep oluyorsa yüksek olarak derecelendirilmiştir. Bu konuda eğer mevcutsa sayısal veri toplanması tercih edilmelidir. Bu seviyeler belirlenirken uzmanlar şu tip sorulardan yararlanmışlardır: · Hizmet kesintisi ne kadar sürebilir? · Fonksiyonel kayıpların ve performans düşüşlerinin ekonomik etkiler ne olur? · Etkilerin coğrafi kapsamı ne olur? · Katlanan etkileri ne olur? Örn. Ortalama sıcaklık artışı sebebiyle artan yüzey buharlaşması ve su talebi sonucu Terkos Barajı'nın yaklaşık 140 hm³ olan su sağlama kapasitesinin bir yaz dönemi boyunca önemli ölçüde kesintiye uğraması (yüksek seviye ekonomik zarar).
Adım 6	Risklerin değerlendirilmesi İklimsel tehlikelerin oluşma olasılığı ve gerçekleşme durumundaki etkileri Hassasiyet görülen ve ardından maruziyet verisi toplanan kritik altyapılar için ilgili iklimsel tehdidin meydana gelme olasılığı ve gerçekleştiğinde altyapının yitirmesi beklenen ekonomik ve fonksiyonel kayıpların şiddeti bir arada düşünülerek her bir varlık için toplam risk derecelendirmesi düşük/orta/yüksek seviyeleri ile yapılmıştır. Örn. Terkos Barajı'nın 21. yüzyıl ortalarından itibaren her birkaç senede bir kente su sağlama fonksiyonunu geçici olarak ciddi ölçüde kaybedeceği öngörülmektedir. Ömerli Barajı'ndan sonra İstanbul'a su veren ikinci en büyük baraj olması sebebiyle ekonomik sonuçların önemli boyutlarda olacağı ancak yüksek telafi kapasitesi olduğu (örn. tankerle su taşınması, Melen çayı ile telafi edilmesi vb.) değerlendirilmiştir. Gerçekleşme olasılığı ve etki öngörülerini ışığında ortalama sıcaklıklardaki artışın Terkos Gölü için orta derece bir risk olduğu düşünülmektedir.

6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KIRILGANLIK METODOLOJİSİ’NİN UYGULANMASI

6.1 Risk analizi metodolojisi

İklimsel kırılabilirlik değerlendirmesi, kentsel planlamada temel bir yapı taşı olarak görülmektedir. İİDEP, İBB’nin de imzacılarından olduğu Belediye Başkanları Sözleşmesi (“Covenant of Mayors for Climate and Energy”) tarafından Avrupa Çevre Ajansı ortaklığıyla geliştirilmiş olan Kentsel Uyum Destek Aracı (“Urban Adaptation Support Tool [18]”) adlı metodoloji temelinde geliştirilmektedir. Bu araç, bir kentsel iklim değişikliği eylem planının hangi adımlarla ve kapsamda geliştirileceğini detaylı olarak açıklamaktadır. Bu metodolojinin adımlarından biri de geçmişteki doğal zararların kayıtlarıyla gelecekteki olası riskler arasındaki köprünün sağlıklı kurulabilmesi amacıyla iklimsel risk ve kırılabilirliklerin değerlendirilmesidir. Kentsel Uyum Destek Aracı, 3. İş paketinde hazırlanan raporda ayrıntılı şekilde açıklandığı için bu raporda yer verilmemektedir. Kent ölçeğinde iklim değişikliğine uyum söz konusu olduğunda farklı amaçlar için kullanılabilecek farklı araç ve metodolojiler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları *Tablo 8*’de listelenmektedir.

Tablo 8. Kentsel iklim uyum çalışmalarının örnek araç ve metodolojiler

Araçlar	Örnekler	İİDEP Kapsıyor mu? (İş Paketi)	İİDEP’te Yararlanılan Metodoloji
Kırılabilirlik analizi	Plan2Adapt, CLIMSAVE, ToPDaD Data Exploration Tool	4	Kentsel Uyum Destek Aracı (Urban Support Tool, World Bank)
Önlemler ve vaka analizleri	ADAM, CLIMATE ADAPT, ToPDaD Data Exploration Tool, ECONADAPT (Toolbox, Library)	6	CLIMATE ADAPT
Karar verme	MEDIATION, UKCIP Adaptation Wizard, CLIMATE ADAPT, ECONADAPT (Toolbox), RAMSES	6	UKCIP Adaptation Wizard
Deneyim paylaşımı	WeAdapt, CLIMATE ADAPT, Adaptation Learning, Climate Collaborium	7	
Uyum önlemlerinin modellenmesi	SIMCLIM	-	

Bu metodoloji, kentsel risk ve kırılabilirliklerin tespit edilmesinde farklı yaklaşımların kullanılmasına müsaade etmektedir. Bu çalışmada, söz konusu metodolojiyle uyumlu olacak şekilde Dünya Bankası tarafından geliştirilmiş ve dünyanın farklı kentlerinde aktif şekilde uygulanmakta olan Kentsel Risk Değerlendirmesi (“Urban Risk Assessment [18]”) metodu tercih edilmiştir. Bir başka deyişle,

Avrupa Birliği'nde sık kullanılan ve İİDEP'in omurgasını oluşturan Kentsel Uyum Destek Aracı'nın bir adımında Dünya Bankası'nın Kentsel Risk Değerlendirmesi metodundan yararlanılmaktadır. Kentsel Risk Değerlendirmesi metodu, kentsel alana kritik altyapı bakış açısıyla yaklaşmaktadır. Bu yaklaşım yalnızca esnek ve yerel ihtiyaçlara uyarlanabilir bir analiz imkânı vermemekte, aynı zamanda bölgesel afet yönetimi faaliyetleri ve altyapı finansmanı ile de kolay entegre olabilmektedir.

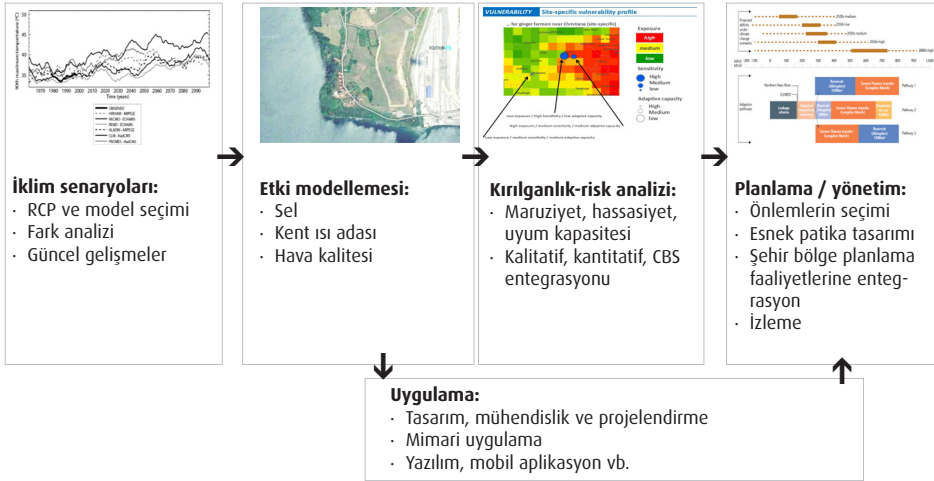
Kritik altyapı, iklimsel tehditlerle yakın bir ilişkiye sahiptir. Bu rapordaki risk, fırsat ve kırılganlıklar, Kentsel Risk Değerlendirmesi metodunun Tehlike Etki Değerlendirme ("Hazard Impact Assessment") ayağı proje için adapte edilerek analiz edilmiştir. Bu metod, özellikle birincil fiziksel yapılara, teknik tesislere ve bir kentin sağlıklı işleminde elzem olan toplumsal, ekonomik ve operasyonel fonksiyonları yerine getiren sistemlere odaklanır. Tehlike Etki Değerlendirme ayağı şu çalışmaları kapsar;

1. Analizin yapıldığı coğrafi sınırların ve zamanın tanımlanması: Risk, fırsat ve kırılganlık analizi için İstanbul'un il sınırları seçilmiştir. Zaman ufkı olarak 21. Yüzyılın sonuna kadar geçecek süre göz önüne alınmıştır. 3. İş paketinde yapılan iklim modeli tahminleri yüzyıl sonuna kadar beklenen iklimsel değişimleri üç periyotta ayrı ayrı değerlendirmiştir.
2. Tehdit eğilimlerinin tespit edilmesi: İklim değişikliğinin kentsel yapılar üzerinde oluşturması beklenen etkileri daha iyi anlamak için 3. İş paketinde ayrıntılı bir iklim simülasyonu çalışması yürütülmüştür. Buna göre İstanbul'un hangi bölgelerinin ne gibi iklimsel tehditlerle karşılaşabileceği ve onyıllar içinde bu tehditlerin ne gibi bir eğilim göstereceği tahmin edilmiştir.
3. Bu bilgiler ışığında iklimsel risklerin değerlendirilmesi: İklimsel riskleri kent özelinde anlamak, küresel etki analizlerinin kent ölçeğine indirgenmesini gerektirir. Ancak teknik sınırlamalar ve tahminlerdeki yüksek belirsizlikler, bu çalışmaları zorlaştırır. Bu nedenle, İstanbul genelinde mevcut ve potansiyel iklimsel risklerin tipi ve boyutu 3. İş paketinde 16 iklimsel parametre özelinde tek tek belirlenmiştir. Bu tahminlerin belirsizlikleri tartışılmıştır. İstanbul'un sektörel kırımını incelenerek özellikle ulaştırma, binalar ve sanayi başta olmak üzere tehditlere açık öncelikli sektörler ortaya konmuştur.

4. Paydaşlarla görüşmeler yürütülmesi: Sektörel riskleri daha iyi anlamak için iki aşamalı bir paydaş diyalogu çalışması yapılmıştır. Birinci aşamada, biri pilot olmak üzere iki sektörel uzman çalıştay ile farklı sektörlerin iklimsel risklerden ne derece etkilenmesinin beklendiğine yönelik görüşmeler yapılmıştır. Böylece kapsayıcı bir uzman havuzu oluşturulması hedeflenmiştir. İkinci aşamada, sektörel uzmanlar bu raporda önerilen 10 sektörün her biri için kritik altyapıları belirlemiş ve risk derecelendirmesi yapmıştır. Bu aşamanın devamında, İBB birimleri ve iştirakleri ile yürütülen görüşmelerde söz konusu kırılganlıklar da tartışılarak sektörel bir bakış açısı oluşturulmuştur.
5. Fiziksel varlıkların maruziyetinin belirlenmesi: Paydaş görüşmeleri ve uzman değerlendirmeleri neticesinde İstanbul'un özellikle hangi sektörlerde yüksek maruziyete sahip olduğu ortaya konmuş, kırılganlıkların toplumsal ve coğrafi dağılımı değerlendirilmiştir. Bu analizlerde mevcut kentleşme uygulamaları, arazi kullanımı ve bölgelere ayrılması, kente göç ve imara açılan bölgeler gibi konulara odaklanılmış, kırılganlık analizleri bu temelde sonuçlandırılmıştır. Yol, su temini, drenaj sistemi, elektrik, telekomünikasyon gibi altyapıların etkilenme senaryoları düşünülerek her biri için farklı iklimsel değişikliklerden (örn. artan sıcaklık ve değişen yağış) nasıl etkilenebilecekleri değerlendirilmiştir.
6. Kırılganlığın değerlendirilmesi: Belirlenen iklimsel tehditlere maruz kalan kritik altyapı öğelerinin her biri için, fiziksel zarar görülebilirlik dereceleri oluşturulmuştur. Bu derecelendirme, düşük/orta/yüksek olarak yürütülmüştür. Bu derecelendirme, aynı zamanda kentsel planlamada kılavuz görevi görmesi amacıyla yapılmıştır. Böylece nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu, düşük gelir grubunun ağırlıklı olarak yaşadığı, ekosistemin hassas olduğu, sanayi ve ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı bölgelerle, söz konusu kritik altyapının bulunduğu coğrafi lokasyonların üst üste bindirilebilmesi hedeflenmiştir.

Kritik altyapıların hem rutin hem de acil durum fonksiyonlarına eğilerek somut varlıklar bazında kırılganlıklar incelenmelidir. Somut yapılarla olası iklimsel zararların ilişkilerinin tespit edilmesi, iklim değişikliği açısından İBB için "sıcak nokta"ların, kritik altyapı elemanlarının ve binaların belirlenmesi anlamını taşımaktadır. Bu metod, kritik altyapıların doğal tehlikelere karşı olan direncini artırırken öncelikle tehditleri somut varlıklarla haritamaktadır. Böylece en uygun

tedbirlerin belirlenmesine ve acil durumlar dışında da daha düşük şiddette ancak sıklıkla ortaya çıkması beklenen ekonomik, toplumsal ve çevresel tehditlerin düşürülmesine olanak tanımaktadır. Bu açıdan bakıldığında söz konusu çalışma, İstanbul genelindeki en kırılgan ve iklimsel tehditlere açık varlıkları tespit etmeyi hedeflemektedir. Bu tehditlere varlık bazında en doğru önlemler, 6. İş paketinde tanımlanacaktır.



Şekil 12. İklim değişikliği uyum çalışmalarının genel bileşenleri

Bu kapsamlı ve detaylı metodolojinin her sektör için, tüm uzmanlarca kolaylıkla uygulanabilir olması önem taşımaktadır. Her sektörel uzmanın kendi uzmanlık alanı dışında ayrıca hem iklim değişikliği hem afet risk azaltma konularında uzmanlığı bulunması mümkün olamayacağı için, metodolojide belirli basitleştirmelere gidilmiştir. Bu amaçla “İklim Değişikliği Kırılganlık Metodolojisi” (İDKM) adı verilen basitleştirilmiş bir risk analizi yöntemi geliştirilmiştir. İDKM kapsamında, yukarıda tanımlanmış olan adımların kolaylıkla ve her 10 sektör için standart formatta uygulanması amacıyla bir Excel tablosu oluşturulmuştur.

Daha önce İstanbul İklim Senaryoları Raporu’nda belirlenmiş olan 16 iklimsel tehlike ve özetleri bu Excel tablosuna kısaca eklenerek Adım 2 tamamlanmıştır. Ayrıca Excel tablosuna açıklamalar ve yönlendirmeler eklenmiş, değerlendirme seviyeleri seçim listesi olarak hücrelerde oluşturulmuştur. Böylece uzmanların kendi kırılganlık değerlendirmelerinin hızlı ve kolay yapmaları sağlanmıştır.

İstanbul İklim Değişikliği Sektörel Kurumlar Analizi

Uzmanın Adı ve Soyadı:

Sektör:

Tablo:

Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu):

Açık mavi renk hücreleri doldurunuz.
Değerlendirmeye temel olan referansları "Yorum" kısmında belirtiniz. Verilerle destekleyiniz.
Orta ve yüksek risk seviyesindeki riskler için "Rapor" sayfasında ilgili açıklamalar yapılmalıdır.

Risk Matrisi

Risk Altyapı	Toplam Risk	1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yıl Sıcaklık Artışı	3) Sıcak Hava Dağılımı	4) Buzlama Dönemi	5) Nem	6) Yağış Değişimi	7) İklimsel Etkiler
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Risk Seviyeleri

Düşük risk
Orta derece risk
Yüksek risk

Şekil 13. Uzmanlarca doldurulan İDKM Tablosu

Uzmanlardan öncelikle kendi sektörleri için 4-8 kırılğan altyapı belirlemeleri, daha sonra her bir altyapıyı 16 iklimsel tehlike için değerlendirmeleri istenmiştir. Burada uzmanların değerlendirme süreçlerini adım adım yapmaları ve sonuçları tabloya geçirmeleri tercih edilmiştir. Başka bir deyişle, uzmanlardan

Tablo 7'deki adımlardan öncelikle Adım 1'i uygulamaları, ardından (Adım 2 tabloda halihazırda olduğu için) Adım 3 ila Adım 6'da açıklanan değerlendirmeleri sırasıyla yaparak sonuç değerlendirmelerini (düşük risk, orta risk veya yüksek risk) tabloya eklemeleri istenmiştir. Bu süreçte destek olması için Excel tablosunun yanı sıra, bu uygulamayı detaylı olarak anlatan bir İDKM Kılavuz Dokümanı da uzmanlara dağıtılmıştır. 10 sektör için bu risk değerlendirmesini hazırlayan 10 uzmana ayrıca yazılı ve sözlü olarak teknik destek sağlanmıştır. Temelde bu aşamada Şekil 14'deki risk matrisinde gösterildiği gibi olasılık ve etkiler karşılaştırılmıştır.

Etkilerin Büyüklüğü	Yüksek	Yüksek risk		
	Orta		Orta risk	
	Düşük			Düşük risk
		Yüksek	Orta	Düşük
		Gerçekleşme Olasılığı		

Şekil 14. Risk matrisi

Bu çalışmanın çıktılarının İİDEP 6. İş Paketi'nde hazırlanacak İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı için önemli bir girdi olması planlanmaktadır. İİDEP içinde, İstanbul'daki kritik altyapıların maruz kalacağı iklimsel risklere yönelik risk düşürücü tedbirler tanımlanması esastır. Bu tedbirlerin yalnızca bir liste olarak tanımlanması değil, aynı zamanda bir zaman takvimine oturtulması ve aralarından en uygunlarının öncelikli olarak hayata geçirilmesi önem taşımaktadır. Tanımlanan tüm tedbirler arasından hangilerinin en uygun olacağına karar vermek için iki boyutlu bir yaklaşım öngörülmektedir. Bu boyutlardan biri, tedbirlerin daha sonra belirlenecek farklı seçim kriterleri ışığında (örn. teknik fizibilite, maliyet, sosyal kabul edilebilirlik vb.) uzmanlarca değerlendirilmesi ve bu kriterlerdeki

performanslarına göre sıralanmasına dayanmaktadır. Diğer boyut ise, kritik varlığın hangi seviyede bir riske maruz kalacağıdır. Düşük riskli bir kritik altyapı için tanımlanacak tedbirler her ne kadar başarılı olursa olsun, öncelik yüksek riskli bir diğer kritik altyapı için önerilen tedbirlere verilmelidir.

Bu durum göz önüne alınarak, daha sonraki metodolojik uygulamalara yönelik hazırlık sağlanması adına kritik altyapıların 16 iklimsel tehlike için ayrı ayrı değerlendirilmesinin yanı sıra, altyapıya tek bir toplam risk derecesi atanması istenmiştir. Böylece ilgili sektör içindeki kritik altyapıların farklı risk dereceleri ortaya konmuştur. 16 farklı risk derecesinin toplanarak tek bir altyapı risk derecesine birleştirilmesi kaçınılmaz olarak sübjektif bir değerlendirmeyi de beraberinde getirmekle birlikte, uzmanların kritik altyapıları kendi aralarında risk açısından karşılaştırmasına da olanak sağlamıştır.

Kritik altyapıların tek bir risk derecesine sahip olması, aynı zamanda sektörler için de gereklidir. Zira İİDEP’te öncelik, iklim değişikliği açısından en riskli kritik altyapıya sahip sektörlerle verilecek, daha az riskli sektörler ikincil öncelikte ele alınacaktır. Bu amaçla yine uzmanlardan, daha önce kritik altyapı bazında yaptıkları değerlendirmeleri ışığında kendi sektörleri için tek bir risk derecesi belirtmeleri istenmiştir. Böylece sektörlerin riskleri belirlenmiştir.

İİDEP’in 6. İş paketinde özellikle eylemlerin yan faydalarına odaklanılmalı, pişmanlık oluşturmayacak (“no regret”) önlemler öncelikli olarak tercih edilmeli, özellikle hatalı uyum yaklaşımlarından (“maladaptation”) kaçınılmalıdır. Doğa temelli uyum yaklaşımları bu açılardan yerel yönetimler için tercih edilebilir. Yerel yönetimler, bu planlamaları yaparken Yerel Gündem 21, sürdürülebilir şehir bölge planlama ve spesifik kentsel dirençlilik stratejilerini ayrı ayrı veya birarada uygulama imkanına sahiptir. Bu planlamalar yapılırken özellikle kurumsal kapasite ve bilginin artırılmasına yönelik çalışmalara öncelik verilmelidir. İklim değişikliğine uyum konusundaki karar verme süreçlerinin yerel yönetimler düzeyinde geliştirilmesi için bir takım standartlar oluşturulması, esnek bir uyum yönetimi oturtulması, hem planlanan eylemlerin diğer yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası aktivitelerle olan karşılıklı bağımlılığı ve ilişkilerinin hem de iklim dışındaki senaryoların göz önüne alınması önemlidir.



Şekil 15. iklim değişikliği uyum eylemleri farklı yan faydalar getirmektedir.

Metodolojiden görüleceği üzere, İİDEP 4. İş Paketi'nin odak konusu İstanbul'un iklim değişikliğine uyumudur. Azaltım konusu bu çalışmanın kapsamında olmadığı için metodolojide azaltım konusuna kapsamlı olarak yer verilmemiştir. Burada nihai hedeflerden biri, iklim değişikliğinden etkilenmesi beklenen somut varlıkların bir listesinin sektör bazında oluşturulması olmuştur. Bir diğer hedef ise, belirlenen bu kritik altyapının her birine yönelik en uygun uyum tedbirlerinin oluşturulabilmesini kolaylaştırmak için hangi iklimsel tehlikelerin ne ölçüde risk ve fırsat oluşturduğunun uzmanlarca belirlenmesidir.

Buiki hedefe de başarıyla ulaşılmıştır. Tüm uzmanlar, ilgili Excel tablosunu doldurarak kendi sektörlerindeki en öncelikli kritik varlıkları listelemiş, bu varlıkların iklimsel tehlikelere maruziyetlerinden kaynaklanan risklerini derecelendirmiştir. Bunun yanı sıra, bu risk değerlendirmesinin sektörel çerçevesi, genel bir analizi ve iklimsel parametreler ışığında neden-sonuç ilişkilerinin kurulmasına yönelik raporlamalar da yapılmıştır. Bu sektörel analizler, raporun Sektörel Değerlendirmeler bölümünde verilmektedir.

6.2 Uzman Değerlendirmesinin Sonuçları

İstanbul için belirlenen 10 uzman, her bir sektör için daha önce İDKM içinde ayrıntılı şekilde açıklanan şekilde kritik altyapı bileşenlerini çıkarmış ve düşük, orta veya yüksek risk dereceleriyle şu değerlendirmeleri yapmıştır:

- Her bir kritik altyapının 16 iklim parametresi için değerlendirilmesi,
- Bu değerlendirmeler ışığında her bir kritik altyapı için toplam risk değerlendirilmesi,
- Tüm kritik altyapıların risk dereceleri ışığında sektör için toplam bir risk değerlendirilmesi.

Aşağıda, nihai sektörel risk değerlendirmeleri yer almaktadır. Ayrıntılı risk değerlendirmeleri EKLER bölümünde verilmektedir.

Tablo 9. Atık yönetimi için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Atık yönetimi
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Orta derece risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri	
1 Atık Toplama Hizmetleri (ilçe belediyeleri)	Orta derece risk
2 Tıbbi Atık Toplama Hizmetleri (İBB)	Orta derece risk
3 Atık Transfer Merkezleri (8 adet)	Orta derece risk
Kentsel Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri	-
4 Kemerburgaz-Odayeri Düzenli Katı Atık Depolama Tesis	Orta derece risk
5 Şile-Kömürcüoda Düzenli Katı Atık Depolama Tesis	Orta derece risk
6 Silivri-Seymen Düzenli Katı Atık Depolama Tesis	Orta derece risk
Kentsel Katı Atık Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri	-
7 Kemerburgaz-Kısırmandıra Kompost ve Geri Kazanım Tesis	Orta derece risk
8 Şile-Kömürcüoda Mekanik Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesis	Orta derece risk
9 Ambalaj Atıkları Ayırma ve Geri Kazanım Tesisleri	Orta derece risk
10 Şile-Kömürcüoda Tehlikeli Atık Depolama Tesis	Orta derece risk
Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri	
11 Kemerburgaz-Odayeri Tıbbi Atık Yakma Tesis	Orta derece risk
12 Kemerburgaz-Odayeri Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesis	Orta derece risk

Tablo 10. Binalar için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Binalar
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Orta derece risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 Pendik tersanesi	Orta derece risk
2 40 yaş üstü konutlar	Orta derece risk
3 40 Yaş üstü ofis binaları	Orta derece risk
4 40 yaş üstü eğitim binaları	Orta derece risk
5 40 yaş üstü oteller	Orta derece risk
6 40 yaş üstü sağlık binaları	Orta derece risk
7 30 yaş üstü Alışveriş ve Ticaret merkezleri	Orta derece risk
8 40 yaş üstü endüstriyel binaları	Orta derece risk
9 Sahil kenarındaki tüm yapılar	Yüksek risk

Tablo 11. Enerji üretim ve dağıtımı için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Enerji
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Yüksek risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	Yüksek risk
2 Elektrik İletim ve Dağıtım Şebekesi	Yüksek risk
3 Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim (LFG) Tesisi	Yüksek risk
4 Kömürçüoda LFG Tesisi	Yüksek risk
5 Çataltepe RES	Yüksek risk
6 Doğalgaz Dağıtım Şebekesi	Yüksek risk

Tablo 12. Kamu altyapı hizmetleri için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Kamu altyapı hizmetleri
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Yüksek risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 İçme suyu isale hatları ve dağıtım şebekesi	Orta derece risk
2 Kanalizasyon şebekesi	Yüksek risk
3 Yağmur suyu drenaj sistemi	Yüksek risk
Atıksu Arıtma Tesisleri	
4 Ambarlı İBAAT	Orta derece risk
5 Ataköy İBAAT	Orta derece risk
6 Baltalımanlı Ön AAT	Orta derece risk
7 Büyükçekmece İBAAT	Orta derece risk
8 Kadıköy Ön AAT	Orta derece risk
9 Küçükçekmece Ön AAT	Orta derece risk
10 Küçüksu Ön AAT	Orta derece risk
11 Paşabahçe Ön AAT	Orta derece risk
12 Paşaköy İBAAT	Orta derece risk
13 Tuzla İBAAT	Orta derece risk
14 Yenikapı Ön AAT	Orta derece risk
Diğer	
15 Doğalgaz şebekesi	Orta derece risk
16 Telekomünikasyon altyapısı	Orta derece risk

Tablo 13. Turizm, ticaret ve sosyo-kültürel yapı için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Turizm, ticaret ve sosyo-kültürel yapı
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Orta derece risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 Ticari Hizmetler/ Alışveriş Merkezleri ve caddeleri, Çarşılar, Perakende ve Toptancılar)	Orta derece risk
2 Turizm Hizmetleri/Turizm Operatörleri-İşletmeleri	Orta derece risk
3 Tarihi ve Kültürel Miras Öğeleri/ Eski Eserler-Anıtsal ve Sivil Mimarlık Örnekleri	Düşük risk
4 Kültürel Etkinlikler/ Tiyatrolar, Sinemalar, Müzeler, Galeriler, Kültür Merkezleri	Orta derece risk
5 Açık Hava Etkinlikleri / Festival Alanları, Meydanlar, Parklar ve Rekreasyon Alanları	Orta derece risk

Tablo 14. Ormanlık, biyoçeşitlilik için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Arazi kullanımı, ormanlık, biyoçeşitlilik ve tarım
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Yüksek risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 Ormanlar (Geniş/İğne Yapraklı Ormanlar) ve Ağaçlandırma: Ağaçlandırmalar	Yüksek risk
2 Flora açısından önemli doğa alanları: Terkos-Kasatura kıyıları, Sahil-köy-Şile Kıyıları	Yüksek risk
3 Flora açısından önemli doğa alanları: Kilyos, Ağaçlı ve Şile Kumulları	Yüksek risk
4 Flora açısından önemli doğa alanları: Ömerli Havzası	Yüksek risk
5 Flora açısından önemli doğa alanları: Kuzey Boğaziçi	Yüksek risk
6 Flora açısından önemli doğa alanları: Alibeyköy Meraları	Orta derece risk
7 Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler: Terkos, Büyükçekmece, Küçükçekmece Gölleri, Ömerli Barajı ve Havzaları	Yüksek risk
8 Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler: Belgrad, Beykoz ve Şile Ormanları	Yüksek risk
9 Hayvancılık Faaliyetleri/Alanları: Alibeyköy ve Ömerli Havzasındaki meralar	Orta derece risk
10 Balıkçılık ve Su Ürünleri Faaliyetleri: Çilingöz-Şile arası Karadeniz Kıyıları	Yüksek risk

Tablo 15. Halk sağlığı için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü		Sağlık
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)		Yüksek risk
Kritik altyapı		Toplam Risk
1	Sağlık Kuruluşları	Yüksek risk
2	Sağlık Çalışanları	Yüksek risk
3	Hastalar	Yüksek risk
4	Yaşlılar	Yüksek risk
5	Gebeler	Yüksek risk
6	Çocuklar	Yüksek risk
7	Özel Gruplar (Engelliler, Riskli iş kollarında çalışanlar vb.)	Yüksek risk

Tablo 16. Sanayi için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü		Sanayi
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)		Orta derece risk
Kritik altyapı		Toplam Risk
1	İSTANBUL-TUZLA KIMYA SANAYİCİLERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Yüksek risk
2	OSB Adı: İSTANBUL TUZLA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Yüksek risk
3	Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş.	Orta derece risk
4	İSTANBUL İKİTELLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Orta derece risk
5	İSTANBUL DUDULLU ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Orta derece risk

Tablo 17. Su kaynakları yönetimi için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Su kaynakları yönetimi
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Yüksek risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
Su havzaları ve barajlar	
1 Ömerli Barajı	Yüksek risk
2 Darlık Barajı	Yüksek risk
3 Terkos Barajı	Yüksek risk
4 Alibeyköy Barajı	Yüksek risk
5 Büyükçekmece Barajı	Yüksek risk
6 Sazlıdere Barajı	Yüksek risk
7 Pabuçdere Barajı	Yüksek risk
8 Kazandere Barajı	Yüksek risk
9 Elmalı Barajı	Yüksek risk
10 Istrancalar (Düzdere, Kuzuludere, Büyükdere, Sultanbahçedere, Elmalıdere)	Yüksek risk
11 Yeşilçay Regülatörü	Yüksek risk
12 Büyük Melen Regülatörü	Yüksek risk
13 Yeraltı suları	Yüksek risk
Su Arıtma Tesisleri	
14 Ömerli Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk
15 Cumhuriyet Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk
16 Taşoluk Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk
17 Kağıthane Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk
18 İkitelli Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk
19 Büyükçekmece Su Arıtma Tesisleri	Orta derece risk

Tablo 18. Ulaştırma için kritik altyapı ve risk değerlendirmesi

Sektörü	Ulaştırma
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)	Orta derece risk
Kritik altyapı	Toplam Risk
1 Yol, Köprü ve Tüneller (Bakım dahil)	Orta derece risk
2 Tren rayları ve kaldırımlar	Orta derece risk
3 Havaalanları	Orta derece risk
4 Hava Taşımacılığı	Orta derece risk
5 Limanlar	Orta derece risk
6 Deniz taşımacılığı	Orta derece risk
7 Tren taşımacılığı	Orta derece risk
8 Karayolu taşımacılığı	Orta derece risk

6.3 Kırılgan Altyapının Analizi

Uzmanlardan toplanan bu değerlendirmeler sonucunda birtakım sektörler ve kritik altyapılar yüksek riskli olarak tespit edilmiştir. Bu açıdan iklim değişikliği açısından yüksek riskli olarak değerlendirilen kritik altyapı, Tablo 19’de verilmektedir. Bu varlıklar öncelikli ele alınmalıdır. Buradan da görüleceği üzere *Atık yönetimi*, *Turizm*, *ticaret ve sosyo-kültürel yapı* ve *Ulaştırma* sektörlerinde herhangi bir yüksek riskli kritik varlık belirtilmemiştir. Bunun sebebi olarak atık yönetimi ve ulaşırma sektörlerinin öncelikle emisyon kaynağı karakterine sahip olması ve iklim değişikliğinin etkilerine görece daha dirençli olmalarıdır. *Turizm*, *ticaret ve sosyo-kültürel yapı* için ise iklim değişikliğinin çevresel, ekonomik ve toplumsal etkilerinin kısa vadede önemli sonuçlar yaratan, ancak orta-uzun vadede makul ölçülerde telafi edilebilir zararlar olduğu değerlendirme yapılmıştır. Temelde hedef, orta riskli ve özellikle yüksek riskli tüm kritik altyapıya yönelik önlemler almaktır.

İklim değişikliği ile ilgili risklerin önemli derecede olduğu görülen bu kritik altyapı için kırılganlığı azaltıcı önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin tanımlanması, detaylandırılması, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi, derinlemesine ayrı bir çalışma ile yürütülmelidir.

Ne gibi önlemlerin alınabileceğinin daha iyi anlaşılabilmesi için belirlenen her bir sektör için iklim değişikliğinin getirdiği riskler, uzmanlarca analiz edilmiştir.

Tablo 19. Yüksek riskli kritik altyapı listesi

Sektör	Kritik Altyapı (Yalnızca Yüksek Riskli Olanları)
Binalar	Sahil kenarındaki tüm yapılar
Enerji	Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali Elektrik iletim ve Dağıtım Şebekesi Odayeri Çöp Gazı Santrali Çataltepe RES Doğalgaz Dağıtım Şebekesi
Kamu Hizmetleri	Kanalizasyon şebekesi Yağmur suyu drenaj sistemi
Arazi Ormancılık	Ormanlar (Geniş/İğne Yapraklı Ormanlar) ve Ağaçlandırma: Ağaçlandırmalar Flora açısından önemli doğa alanları: Terkos-Kasatura kıyıları, Sahilköy-Şile Kıyıları Flora açısından önemli doğa alanları: Kilyos, Ağaçlı ve Şile Kumulları Flora açısından önemli doğa alanları: Ömerli Havzası Flora açısından önemli doğa alanları: Kuzey Boğaziçi Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler: Terkos, Büyükçekmece, Küçükçekmece Gölleri, Ömerli Barajı ve Havzaları Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler: Belgrad, Beykoz ve Şile Ormanları Balıkçılık ve Su Ürünleri Faaliyetleri: Çilingöz-Şile arası Karadeniz Kıyıları
Halk Sağlığı	Sağlık Kuruluşları Sağlık Çalışanları Hastalar Yaşlılar Gebeler Çocuklar Özel Gruplar (Engelliler, Riskli iş kollarında çalışanlar vb.)
Sanayi	Tuzla Kimya Sanayicileri Organize Sanayi Bölgesi OSB adı: İstanbul Tuzla Organize Sanayi Bölgesi
Su Kaynakları Yönetimi	Su havzaları ve barajlar

7. SEKTÖREL DEĞERLENDİRMELER

7.1 Atık Sektörü

7.1.1 Sektörel Profil

İstanbul'da güncel verilere göre günde yaklaşık 17.000 ton Kentsel Katı Atık (KKA) oluşmaktadır [18]. Oluşan atıkların büyük çoğunluğu düzenli depolama tesislerinde (DDT) bertaraf edilmektedir. Şehrin Avrupa Yakasında 2, Anadolu Yakasında ise 1 adet DDT bulunmaktadır. KKA'nın geri kazanımı ve değerlendirilmesi için İstanbul'un her iki yakasında birer adet tesis hizmet vermektedir. Tehlikeli atık bertarafı için ise bir adet tehlikeli atık depolama sahası bulunmaktadır.

7.1.2 Kritik Altyapı

Atık yönetiminde tehlikeli atıkların bertarafı önemli bir konu başlığı olarak yer almaktadır. Bu atıklara örnek olarak, kullanılan yağlar, çözücüler, plastikler, lastikler, kağıtlar, ahşap atıklar, arıtma tesisi çamuru vb. malzemeler verilebilir. Endüstriyel kaynaklardan çıkan tehlikeli atıklar ile sera gazı emisyonları arasında iki yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Tehlikeli atıkların üretimi ve bertarafı emisyon kaynağı iken, bu atıklardan ısıl işleme enerji elde edilerek elektrik, buhar ve sıcak su üretilmekte, böylece emisyon azaltımı elde edilebilmektedir. Yakma, piroliz, gazlaştırma gibi teknikler kullanılarak yapılan bu tip enerji üretiminde sera gazlarını azaltırken diğer hava kirleticilerinin atmosfere verilirken limit değerlere uyulması önem taşır.

Tehlikeli atıklardan biyogaz ve atık yakma tesislerine girdi olarak yararlanarak enerji üretiminde faydalanmak, İBB'nin kendi içinde elektrik üretimini artırarak dışarıdan aldığı elektrik miktarına azaltabilir ve dolaylı olarak sera gazı azaltımına katkıda bulunabilir. Ancak buradaki azaltım miktarı, detaylı bir baseline (temel senaryo) analizi ile hesaplanmalıdır. Zira bu miktar, bertaraf edilen atıkların ne kadarının fosil kökenli olduğu ve dışarıdan alınan elektriğin hangi kaynaklardan üretildiğine de bağlı olacaktır.

Tehlikeli atıklar söz konusu olduğunda bakılması gereken bir diğer konu da, tehlikeli atık yönetiminin iklimsel etkilere direncinin artırılmasıdır. İstanbul'da oluşan tehlikeli atıkların bertarafı yakma ve depolama yöntemleriyle yapılmaktadır. Bu yöntemler, bu konuya göre tasarlanmış özel tesisler gerektirmektedir. Bu tesislerde tıbbi, elektronik, pil ve akü, kimyasal madde, ayrıştırılmış sintine, atık yağ ve diğer petrol türevi atıklar yakılmak veya özel izolasyona sahip deponi sahalarında depolanmak suretiyle bertaraf edilmektedir. Bu sahaların olası sel, su baskını, sıcak hava dalgası, aşırı sıcaklıklar ve şiddetli fırtına gibi iklimsel tehditlere karşı

dayanıklı olması ve olası farklı tehdit senaryoları düşünülerek gerekli önlemlerin alınmış olması gerekmektedir. Bu çalışmalar, bağımsız bir eylem olarak ayrıntılı şekilde tanımlanmalı ve kırılgenlikleri tam anlamıyla nasıl azaltacağı kapsamlı açıklamalarla 6. İş paketinde belirlenmelidir. Bu analiz, yalnızca bertaraf tesislerini değil, aynı zamanda bu atıkların toplanması ve taşınmasına yönelik faaliyetleri de içermelidir. İstanbul'daki tehlikeli atık faaliyetlerinin bir bütün olarak, üst-seviye bir iklimsel risk analizi çalışması yaptırması önerilir. Atık yönetimine yönelik başlıklar aşağıda ayrıca detaylı şekilde incelenmektedir.

Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri

5216 sayılı Büyükşehir Belediye ve 5293 sayılı Belediye Kanuna göre, İstanbul'da, ana arterlerdeki evsel atık da dahil olmak üzere, atık toplama hizmetlerinin tamamı ilçe belediyeleri tarafından yürütülmektedir. İlçe Belediyeleri atık toplama hizmetini genellikle 7 veya 13 m³'lük hidrolik sıkıştırılmalı araçlar ile gerçekleştirmektedir. Bazı belediyeler daha ufak sokaklarda daha rahat hizmet verebilmek adına daha küçük hacimli açık damperli toplama araçları da kullanmaktadır. İlçeden ilçeye değişmekle birlikte atık toplama sıklığı genellikle günde bir veya birden çok kez gerçekleştirilmektedir. İlçe belediyeleri tarafından toplanan atıklar İstanbul genelindeki farklı atık aktarma istasyonlarına taşınmaktadır. Atık aktarma istasyonuna getirilen atıklar ağırlıklı olarak DDT'lere gönderilirken daha düşük bir kısmı geri kazanım tesislerine gönderilmektedir. Atıkların DDT ve geri kazanım tesislerine transferi ise İBB sorumluluğundadır. İBB tarafından kullanılan atık transfer araçları tek seferde ortalama 20 ton atık taşıyacak kapasitededir.

İstanbul'da Avrupa ve Anadolu Yakasında 4'er adet atık aktarma istasyonu bulunmaktadır. Avrupa Yakasında bulunan aktarma istasyonları Baruthane, Yenibosna, Halkalı ve Silivri, Anadolu Yakasında bulunanlar ise Hekimbaşı, Küçükbakkalköy, Aydınli ve Şile aktarma istasyonlarıdır. En yüksek kapasiteye sahip aktarma istasyonu Avrupa Yakasında 3.500 ton/gün ile Halkalı Aktarma İstasyonu iken, Anadolu Yakasında 2.600 ton/gün ile Hekimbaşı Aktarma İstasyonu'dur.

Kentsel Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri

Kritik altyapı kapsamında ele alınan DDT'lerden İstanbul Avrupa Yakasında Odayeri ve Seymenler, Anadolu Yakasında ise Kömürcüoda DDT olmak üzere 3 adet DDT bulunmaktadır. Odayeri ve Kömürcüoda DDT 1995 yılından beri hizmet vermekte olup Seymen DDT 2015 yılı itibarıyla hizmete alınmıştır. Mevcut durumda Odayeri DDT'ye kabul edilen günlük atık miktarı yaklaşık 10.475 ton/gün iken, bu değer Kömürcüoda DDT için yaklaşık 6.311 ton/gün'dür. Odayeri DDT'ne yapılan

atık kabulünün 2017 senesi içinde kademeli olarak azaltılarak buraya yapılan atık kabulünün tamamen Seymenler DDT'ye yönlendirilmesi planlanmaktadır. 2017 itibar ile Seymen DDT için atık kabulü 1.566 ton/gündür.

Kentsel Katı Atık Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri

İstanbul'da atıkların geri kazanılması için Anadolu Yakasında bir adet mekanik biyolojik arıtma tesisi (MBA) bulunmaktadır. Söz konusu tesiste ambalaj atıkları ile organik atıkların geri kazanımı gerçekleştirilmekte olup tesiste işlenen toplam atık miktarı yaklaşık 2000 ton/gün civarındadır. Avrupa Yakasında bulunan Kemerburgaz Kompost ve Geri Kazanım Tesisleri'ne kabul edilen atıklar 1000 ton/gün kapasiteli döner elekten geçirildikten sonra elek üstündeki ambalaj atıkları tür bazında ayrıştırılırken elek altında kalan organik kısım kompostlaştırılmaktadır. Anadolu Yakasındaki Kömürcüoda Mekanik Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri'nde ambalaj atığı geri kazanımı ve biyokurutma prosesi ile Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) elde edilmektedir.

Ambalaj Atıkları Ayırma ve Geri Kazanım Tesisleri

Bu kapsamdaki kritik altyapılar İstanbul genelinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından lisansı olan ambalaj atıkları ayırma ve geri kazanım tesisleridir.

Şile-Kömürcüoda Tehlikeli Atık Depolama Tesisleri

Kömürcüoda tehlikeli atık depolama sahasında tehlikeli atık kategorisine giren atıkların düzenli depolanması işlemi yapılmaktadır. Söz konusu saha belediye atıklarının depolandığı Kömürcüoda Düzenli Katı Atık Depolama Tesisleri ile bitişik vaziyettedir.

Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri

İlçe belediyeleri ve İBB'ye ait toplama araçları ile toplanan tıbbi atıklar Odayeri DDT sahasında bulunan tıbbi atık yakma tesisi ve sterilizasyon tesisine gönderilmektedir. Mevcut durumda tıbbi atık yakma tesisinin kapasitesi 24 ton/gündür ve 2017 yılının ilk 9 aylık ortalamasına göre yakılan atık miktarı 11 ton/gündür. Sterilizasyon tesisinde ise, kapasite 100 ton/gündür ve 2017 ilk 9 ay ortalamasına göre sterilize edilen atık miktarı ise 60 ton/gün mertebesinde.

7.1.3 Etki Senaryoları

Atık sektörü ile ilgili yapılan kırılganlık analizinde yağış değişimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın ve fırtına etkileri orta derece risk olarak değerlendirilmiştir. Sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, büyüme dönemi, nem, su mevcudiyeti, deniz seviyesindeki değişim, kıyı erozyonu, yangın, hava kalitesi, kent ısı adası ve kuraklık gibi etkilerin

atık sektörü üzerinde herhangi bir etkisi olduğu öngörülmediğinden bu etkiler için düşük risk değerlendirilmesi yapılmıştır.

Küresel iklim değişikliğinin atık yönetimi üzerinde önemli etkilere sahip olduğu belirtilmektedir. İklim değişikliği neticesinde görülme sıklığı artacak olan fırtına, sel ve taşkın gibi çevre felaketleri entegre atık yönetimini olumsuz anlamda etkilemektedir [19]. İklim değişikliğinin atık yönetimine olan etkileri atık toplama sisteminden başlamaktadır [20]. Çevresel felaketlerin etkilerinin gözle görülür olduğu diğer bir yer ise atık depolama tesisleridir. Özellikle sel ve taşkın felaketlerinde tehlikeli atıkların depolanmasından kaynaklı sızıntıların yüzey ve yeraltı sularına karışması riski bulunmaktadır [21].

7.1.4 Kırılğanlık Analizi

Yapılan iklim değişikliği projeksiyonlarında İstanbul'da gelecek yıllarda görülecek aşırı yağışlı günlerin sayısında ciddi oranda artışlar olacağı öngörülmektedir [22]. Bu durumun daha fazla sel ve taşkına neden olacağı beklenmektedir. Özellikle DDT'lerde yağış suyunun drenajı büyük önem arz etmektedir. Atık depolama sahalarına düşen yağışın düzgün bir şekilde uzaklaştırılmaması durumunda sahalar da su birikintileri ve göllenmeler meydana gelmektedir. Sahaya düşen yağış sularının uygun kapasiteye sahip kanal ve boru yapıları ile sahanın en düşük kotuna iletilerek buradan da saha dışına deşarjı gerekmektedir. Yağış sularını saha dışına taşıyacak kanalların tasarımında en az 25 yıl tekerrürlü 24 saatlik yağışlar dikkate alınmaktadır. Gelecekteki ani ve şiddetli yağışların taşkınlara neden olması halinde yağış sularının depolama sahalarından drenajında problemler yaşanması muhtemeldir. Beklenmeyen zamanlarda ani yağışların gerçekleşmesi de diğer bir olumsuzluk teşkil edeceğinden yağış rejimi değişimi de depolama tesisleri için ele alınması gereken etkiler arasındadır. Bu nedenlerden ötürü atık sektörü için kritik altyapı olarak belirtilen KKA DDT'leri için yağış değişimi, şiddetli yağışlar ve sel ve taşkın etkileri bakımından risk seviyesi orta risk olarak belirlenmiştir. Fırtınalar ise sahada gerçekleşen atık serme, atık sıkıştırma ve platform inşası gibi faaliyetleri olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Fırtınaların görülme sıklığının şiddetli yağışlar ve taşkın görülme sıklığı ile paralellik arz etmesinden hareketle aynı kritik altyapı için fırtınalar bakımından da risk seviyesi orta risk seçilmiştir. KKA DDT'leri için olduğu gibi Şile-Kömürcüoda Tehlikeli Atık Depolama Tesisi için de yağış değişimi, şiddetli yağışlar, sel ve taşkın ve fırtınalar için risk seviyesi orta risk olarak öngörülmüştür.

Daha sık ve ani şekilde gerçekleşecek yağışların şehir altyapısında sebep olacağı sel ve taşkın gibi olumsuzlukların trafik düzeninde olumsuzluklara neden olacağı açık bir sonuçtur. Sel ve taşkınların neden olduğu diğer bir çevre felaketi de heyelan ve toprak kaymalarıdır. Bu iki çevresel sonuç da atık hizmetleri gibi diğer kamu hizmetlerinin etkin bir biçimde verilmesini güçleştirmektedir [23]. Özellikle yapılaşmanın sık ve düzensiz olduğu bölgelerde sel ve taşkınlar ile toprak kaymalarından kaynaklanan olumsuz etkilerin daha gözle görülür olması beklenmektedir. Bu durum ara arterlerdeki konteynerlerde biriktirilen atıkların toplanmasını güçleştirecektir. Olumsuzluğun ana arterlere yayılması halinde atık toplama hizmetlerinin sağlıklı bir biçimde verilmesi geçici bir süre mümkün olmayacaktır. Bu bağlamdaki en önemli husus, atıkların nihai bertarafının yapıldığı DDT ve diğer geri kazanım tesislerine ulaşımı sağlayan yolların hizmet verebilmesidir. Bu alanlara ulaşımı sağlayan arterlerdeki herhangi bir heyelan veya göçük atık toplama ve transferini daha olumsuz bir şekilde etkileyebilir. Bu nedenlerden dolayı Atık Toplama Hizmetleri için şiddetli yağış, sel ve taşkın ile fırtınalar için risk seviyesi orta risk olarak seçilmiştir.

İstanbul'da bulunan 8 adet atık transfer merkezi için bulunan risklerin atık transfer hizmetleri ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Şiddetli yağışlar ile sel ve taşkınlardan kaynaklanan şehir altyapısındaki olumsuzlukların atık transfer merkezlerinin işleyiş ve düzenini olumsuz etkilemesi ihtimali bulunmaktadır. Atıkların nihai bertarafı için gönderileceği sahalara ulaşımı sağlayan arterlerde görülecek aksaklıklar atık transfer merkezlerindeki atıkların bu merkezlerde daha uzun sürelerde bekletilmesine neden olacaktır. Atık transfer merkezlerinin kapasitesini aşan miktarda atığın bekletilmesi, koku ve hijyen ile ilgili sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabileceği gibi ilçe belediyelerinden gelen atığın transferinde de sorunlara yol açacaktır. Çok şiddetli yağışlarda atık transfer merkezlerinin de olumsuz etkilenmesi muhtemeldir. Sonuç olarak Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri kritik altyapısı için şiddetli yağışlar, sel ve taşkın ile fırtınalardan etkilenme riski orta olarak seçilmiştir.

KKK Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri için ise muhtemel etki olarak sel ve taşkın ile fırtınalar belirlenmiştir. Söz konusu tesislerden Kemerburgaz Kompost ve Geri Kazanım Tesisi ile Kömürcüoda Mekanik Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisi tek bir yapı veya mono bloktan oluşmayıp farklı yapı gruplarından oluşmaktadır. Bu kapsamda üzeri sadece sundurma ile kapalı, diğer cepheleri açık yapılar bulunduğu gibi dört cephesi duvar ile çevrili yapılar da bulunmaktadır.

Mevcut durumda etrafı açık olan yapı gruplarının çevresine teşkil edilen mazgallar ile tesis içerisine girecek yağış sularının drenajı sağlanmaktadır. Ancak taşkın durumunda bu mazgalların yeterli gelmemesi söz konusu olabilecektir. Aynı türdeki yapıların, özellikle kiremit olmayan çatılarının, şiddetli fırtınalar karşısında da zarar görmesi ihtimali bulunmaktadır. ÇŞB'den lisanslı olan Ambalaj Atıkları Ayırma ve Geri Kazanım Tesisleri de KKA Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri'ne benzer riskler taşımaktadır. Yapılan kırılgenlik analizinde her iki grup tesislerde sel ve taşkın ile fırtınalar için risk değerlendirmesi yapılarak riskin orta seviyede olduğu öngörülmüştür.

Atık sektörü altındaki diğer bir kritik altyapı olan Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri'nden İstanbul'da iki adet bulunmakta olup bu tesislerin bir şekilde devre dışı kalması durumunda tıbbi atıkların bertarafı için herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Bu yüzden Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri atık sektörü için kritik altyapı olarak seçilmiştir. Muhtemel etkilerden sel ve taşkın ile fırtınaların tıbbi atık bertaraf tesislerinin işleyişini olumsuz etkileyebileceği öngörülmektedir. İstanbul'da tıbbi atıkların bertaraf edildiği yakma ve sterilizasyon tesislerinin sel ve taşkın ile fırtınaların olumsuz etkilerden orta düzeyde etkilenebileceği beklenmektedir.

7.1.5 Fırsat ve İhtiyaçlar

İklim değişikliği sonucu görülecek etkilerin atık sektöründeki kritik altyapılar üzerine sağlayacağı önemli bir fırsat görülmemektedir. Atık sektörünün iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale getirilmesi için alınacak önlemler için finansman ihtiyacının gerekli olacağı düşünülmektedir.

7.1.6 Risk Azaltıcı Önlemler

Atık sektöründeki kritik altyapıların maruz kaldıkları risklerin azaltılmasında en önemli unsurlar Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri ve Kentsel Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri'ne ait kritik altyapılara ait risklerin azaltılması olarak düşünülmektedir.

Daha az atık oluşumu sadece atık toplama hizmetleri ve depolama tesisleri için değil atık sektörü altında verilebilecek tüm kritik altyapılar üzerindeki riskleri azaltacaktır. Kısa ve orta vadedeki önlemler ise özellikle şiddetli yağışlar, sel ve taşkınlar ile fırtınaların sebep olacağı olumsuz etkileri azaltmak için alınmalıdır. Depolama tesislerindeki yağış sularının kontrolü için depolama yapılan hücrelerin mümkün olduğunca küçük seçilmesi, aktif hücrelerin üzerinin geçici örtü ile kapatılması, yüzeyel akış ile depolama sahası dışından saha içerisine gelen yağış

sularının kafa hendekleri ile sahaya girmesinin önlenmesi gibi önlemler alınabilir [24]. Depolama sahası dışından sahaya gelecek yağış sularının azaltılmasında en önemli uygulama etkin bir erozyon kontrolünün uygulanmasıdır. Bu amaçla saha etrafının ağaçlandırılması önem taşımaktadır. Depolama sahası çevresinde olduğu gibi karayolları yamaçlarının ağaçlandırılması da önem arz etmektedir. Atık bertaraf tesisleri ulaşım yollarındaki erozyon kontrolü söz konusu yolların en şiddetli yağışta bile ulaşma kapanmaması için önem taşımaktadır.

Atık sektörü altındaki kritik altyapılar arasında bulunan KKA Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri ile Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri de Kemberburgaz ve Şile'deki depolama sahaları arazisinde bulunduğu için depolama sahalarında şiddetli yağış ile sel ve taşkın kontrolü için alınan her türlü önlem bu tesisler için de faydalı olacaktır. Ambalaj Atıkları Ayırma ve Geri Kazanım Tesisleri'nin bu tür etkilerden olumsuz etkilenmemesi için bu amaçla kurulacak yeni tesislerin taşkın sahalarından ve dere yataklarından uzak alanlarda inşa edilmesi önem taşımaktadır.

Uzun vadede alınabilecek en etkin yöntem halkın bilinçlendirilerek daha az atık üreten bir hayat tarzına adapte olmalarını sağlamaktır. Ancak tanımlanan riskler arasında herhangi bir yüksek risk bulunmamaktadır.

7.1.7 Analiz ve Sonuç

Atık sektörü için yapılan kırılganlık analizinde kritik altyapı olarak Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri, DDT, KKA Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisleri, Ambalaj Atıkları Ayırma ve Geri Kazanım Tesisleri ve Tıbbi Atık Bertaraf Tesisleri ele alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değişikliği sonucunda yağış değişimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın ile fırtınalara karşı risk altında olabileceği öngörülmektedir. Ancak tanımlanan riskler arasında herhangi bir yüksek risk bulunmamaktadır. Bundan dolayı atık sektörü için tanımlanan sektörel risk orta derece olarak verilmektedir. Ancak etkin risk önleme ve azaltma yöntemleri ile bu riskin yönetilmesi mümkündür. Risk azaltma yöntemlerinin şiddetli yağışlar ile sel ve taşkın kontrolü üzerine yoğunlaşmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

7.2 İnşaat Sektörü

7.2.1 Sektörel Profil

İstanbul'un yapı stoğu envanteri incelendiğinde çoğu yapıda kusura ve hasara rastlanmaktadır. Genel olarak ortaya çıkan en önemli sorun betonarme yapılarda kullanılan betonun ve donatının yetersizliğidir. Bununla birlikte projesine uygun olmayan, yetersiz işçilik ve yapım hatalarının olduğu imalatlar da yapılarda yüksek oranda yer almaktadır. Çoğu eski binada herhangi bir yalıtıma rastlanmamıştır. Buna bağlı olarak da taşıyıcı eleman donatılarında yüksek oranda korozyon

oluştugu gözlenmektedir. Çıkmalı yapılarda, çıkmalar nedeniyle sehim hasarları meydana gelmektedir. Ayrıca yetersiz ve hatalı proje çizimleri, projeye aykırı uygulamalar da sıkça karşılaşılan kusurlardır. Yığma yapılarda karşılaşılan en önemli sorun, yapıların gelişigüzel yapılmasıdır. Bu yapılarda mevcut yönetmeliklere uyumsuzluklar söz konusu olabilmektedir. Güçlendirme yöntemlerinin pahalı olması ve yapının güçlendirilmesi esnasında kullanım dışı kalması gibi sebeplerle bu binalar aktif olarak konut ve diğer amaçlarla kullanılmaya devam edilmektedir [25]. Kentsel dönüşüm projeleriyle meydana çıkan yeni yapı stoğu, bu problemlerin çoğunu çözmekte, ancak yenilenmeyen yapılar için yüksek enerji tüketimi (ve dolayısıyla sera gazı emisyonları), sel ve fırtınalara hassasiyet gibi riskler geçerliliğini sürdürmektedir.

7.2.2 Kritik Altyapılar

Sahil Kenarındaki Tüm Yapılar

İstanbul kıyılarının, Türkiye için çevresel, sosyal ve ekonomik önemi ve değeri çok yüksektir. Ülkenin ekonomisini döndüren halkın yaşadığı ve çalıştığı bu bölge, ihracat ekonomimizin ve turizmin de ana caddesidir. Küresel ve ulusal önemi olan kapsamlı ekosistemler ülke için büyük öneme sahiptir. Ancak şu haliyle kıyılar, iklim değişikliğinin etkilerine karşı savunmasız olarak tanımlanabilir. Bölgede çoğunlukla dolgu sahil ve derin boğaz çevresi bulunmaktadır ve sahilin konut, ticaret, rekreasyonel ve ekolojik önemi yüksektir.

Kıyı altyapısı hem karasal hem de boğaz taraflarındaki iklim değişikliği etkilerine maruz kalmaktadır. Altyapı, iklim, kıyı ve hidrolojik koşullardaki tarihi değişkenliği hesaba katan, alana özgü tasarım standartlarına göre oluşturulmuştur. Bu standartları aşan etkiler beklenen ömrü kısaltabilir, bakım maliyetlerini artırabilir ve hizmetleri düşürebilir. Genel olarak, daha yüksek deniz seviyeleri, özellikle taşkın ve erozyondan gelen iç değişimlerle birleştirildiğinde, bölgesel ekonomiler üzerindeki dolaylı etkiler ve altyapı güncellemeleri, yeniden tasarım veya yer değiştirme gereksinimi ile birlikte hızlanan altyapı bozulmasına neden olacaktır.

Okyanusun, Dünya'nın yüzeyindeki sıcak koşullara tepki vermesi çok uzun zaman almaktadır. Bu nedenle, okyanus suları ılımaya devam edecek ve deniz seviyesi, yüzyıllar boyunca mevcut yüzyılkinden daha yüksek oranlarda yükselmeye devam edecektir. Deniz seviyesindeki yükseliş yüzyılın sonuna kadar bir metre veya daha fazla olabilir. Deniz seviyesindeki artış 2100 yılına kadar sabit kalmayacaktır. Sera gazı emisyonlarındaki olası bir azalmadan bağımsız olarak, deniz seviyesi yüzyıllar boyunca yükselmeye devam edecektir.

Artan deniz seviyeleri ve fırtına dalgalanması (deniz kabarması), erozyonun hızlanmasına ve su baskını riskinin artmasına neden olabilir. Yerleşimler ve altyapı için bu, muhtemelen altyapıya zarar verebilir veya altyapı kaybına neden olabilir. Ekosistemlerde deniz seviyesinin yükselmesi yaşam alanlarının kaybedilmesine ve toprakların tuzlanmasına yol açarak bitki ve hayvan dağılımında değişikliklere neden olabilir.

Kum hareketindeki değişiklikler doğal ve yapılı çevre üzerinde potansiyel olarak etkilere sahip olacaktır. Yıllık ve mevsimsel yağışların azaltılması, doğal suyun inşasında azalma da dahil olmak üzere doğal ortamı etkileyecektir. Daha yoğun yağış olayları sel riskini artıracak ve olası acil durum yönetimine ilişkin etkilere sahip olacaktır.

Bu etkiler ve riskler İstanbul kentinin doğal ve yapılı çevresini etkileyerek kent üzerinde başka sonuçlar doğurabilir. Geçici sahil sel baskınları, artan ısı ile ilgili sağlık sorunları, sivrisinek aktivitesindeki değişiklikler ve bunun ardından gelen olayların bölge sakinleri üzerindeki etkisi ve turizm ve konaklama işletmeleriyle ticari balıkçılık gibi su yollarımıza ve sahillerimize dayanan endüstriler üzerindeki ekonomik etkileri son derece önemlidir.

Kıyı tehlikeleri; maddi hasar, yaşam kaybı ve/veya çevresel bozulma ile sonuçlanabilir. Etkiler genellikle kıyı şeridinin altyapı veya yerleşim yerleri için değiştirildiği ve geliştirildiğinde en fazla etkiyi gösterecektir. En önemli tehlikeler şunlardır:

- *Erozyon:* Rüzgarlar, dalgalar ve kıyı akımları, genellikle fırtına sırasında kıyı bölgelerinden tortuları değiştirmek için harekete geçer. Çoğu yerde, bu kısa vadeli bir süreç olup kıyı yavaş yavaş tortuyu geri kazanır.
- *Sızma:* Bir fırtına sırasında, düşük atmosferik basınç ve kara rüzgarları sahil boyunca fırtına dalgalanmasına ve aşırı dalga yüksekliklerine neden olabilir. Bunlar yüksek gelgit ile çakışabilir.
- *Arazi hareketliliği (kum tepeleri ve nehir ağzı girişi):* Araçlardan veya yayalardan kaynaklanan stres (bitki örtüsüne hasar yoluyla), kıyı erozyonu, kuraklık, orman yangınları ve insan yapımı faaliyetler, kum tepeleri ve liman girişlerinde bozulmalar ve değişiklikler beklenir.

İklim değişikliği sonucunda ortalama ve yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası ve uzun vadede kuraklık beklenmektedir. Kritik yapı olarak belirlenen diğer yapılar (Pendik Tersanesi, 40 yaş üstü binalar ve 30 yaş üstü Alışveriş ve Ticaret merkezleri) bu açıdan yangın tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Diğer tüm binalar için iklim değişikliğiyle gelen daha sıcak ve kuru hava özellikle fazla nüfuslu bölgelerde sık ve yoğun yangınlara neden olacaktır. Başka ülkelere bakıldığında yazın hatta bahar aylarında yangın sıklığı artmıştır. Bu da doğal orman ve şehir ekolojilerinin bozulmasına yol açmaktadır. İklim değişikliği yangınları gitgide körükleyecektir. Yangınlar hava kalitesini bozacaktır. Yüksek sıcaklıklar, havadaki alerjenleri ve hava kirliliğini artıracaktır. Örneğin daha uzun ve sıcak mevsimler, daha fazla polene ve ozona maruz kalınması demektir.

7.2.3 Kırılabilirlik analizi

İstanbul'da gelecek yıllarda görülecek aşırı yağışlı günlerin sayısında yaşanacak artış ve buna bağlı olarak görülecek sel ve taşkınlar, bu konuda gerekli direnç sahip olmayan bina stoğu üzerinde önemli bir tehdit unsurudur. İstanbul'daki yapı stoğunun yalnızca depreme değil, aynı zamanda aşırı yağış ve fırtınalara karşı direncinin de artırılması gerekmektedir. Ne var ki, eski konutlar bu konuda yeterli ilgi göstermemekte, yeni konutlar ise buna uygun bir tasarımı öncelikli görmemektedir. Bunun sonucunda, düşük şiddetli kısa süreli yağmur yağışlarında dahi yüksek sayıda konutta su basması, maddi kayıp ve bununla ilintili toplumsal problemler (kısa süreli evsiz kalma, düşük gelir grubunun karşılayamayacağı maddi zarar vb.) ortaya çıkmaktadır. Bu zararlar İBB ve diğer kamu kurumlarınca kısmen ve çeşitli şekillerde tazmin edilmektedir. Ancak ileride şiddet ve sıklık olarak bu zararların artması, maddi tazmin yönteminin sürdürülebilir olmasını zorlaştıracaktır. Bu risklere karşı sigortalama maliyetlerinin de artması beklenmektedir. Bu tehditler göz önüne alındığında, İstanbul'daki konutların hızla yağış ve fırtınaya karşı dayanıklı hale getirilmesi gerekmektedir. Burada bu tip kapsamlı bir çalışmanın gerçekleştirilmesi için riskli bölgelerin (örn. spesifik olarak mahalle, site vb.) CBS bazlı risk değerlendirme araçlarıyla belirlenmesi ve bu lokasyonlardaki bina maliklerinin gerekli önlemleri ivedilikle alması için yönlendirilmesi ve desteklenmesi önerilir.

7.2.4 Fırsat ve ihtiyaçlar

Fırsat boyutunda inşaat sektörü, artan enerji verimliliği talepleriyle birlikte konut ve ticari bina müşterilerinin artan teknik beklentilerinden olumlu anlamda etkilenebilir. LEEDS/BREEAM sertifikalı binalar, yeşil çatı uygulamaları, yağmur suyu hasadı, su tasarruflu armatür, doğal havalandırma, güçlü izolasyon, entegre yenilenebilir enerji üretimi gibi özelliklere sahip binalara olan talebin artması beklenmektedir. Bu da hem yeni konut üretimi hem de eski konutların kapsamlı olarak elden geçirilmesi açısından fırsatlar getirecektir. Uyum tarafında, iklimsel risklere (sel, su baskını vb.) maruz kalan binaların uygun şekilde rehabilite

edilmesi, inşaat firmaları için önemli bir potansiyel iş alanı oluşturabilir. İhtiyaç boyutunda ise enerji tasarrufuna yönelik standartların yeni binalarda zorunlu hale getirilmesi ve yerel mekanizmaların oluşturulmasında eksiklikler söz konusudur. İBB ve ilçe belediyelerinin bu konudaki teknik ve idari kapasitesinin artırılarak inşaat projelerine yönelik somut yönlendirmeler yapılması, sektör için olumlu etki yapacaktır. Uyum boyutunda da benzer bir durumdan bahsedilebilir. İklim değişikliği tehditlerine yönelik olarak hangi özellikteki binaların ne gibi önlemler alması gerektiğine dair bir teknik araç oluşturulmalı, konut sahipleri ve inşaat firmaları bu yönde gerekli tedbirleri almaları için aktif olarak yönlendirilmelidir.

7.2.5 Analiz ve Sonuç

Binalar; sanayi, ticari veya konut fonksiyonlarıyla İstanbul'un coğrafyasının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin mevcut bina stoğuna ciddi etkileri olması beklenmektedir. Bunlar arasında aşırı sıcaklık sonucu soğutma ve dolayısıyla enerji ihtiyacının artması, belirli sıcak bölgelerde imar değeri kaybı, sel ve fırtına sebebiyle binalarda su basması, çatı ve panjur uçması gibi etkiler, cam kaplama binalarda konfor düşüşü gibi etkiler görülebilir. İstanbul'un bina stoğunun büyük çoğunluğunun aşırı sıcak, kurak, fırtınalı ve şiddetli yağışlı bir iklime uygun yapılmamış olması nedeniyle bu noktada birtakım riskler söz konusudur. Bu durum, inşaat sektörü ve yeni yapılar için farklı mimari anlayışlar (örn. cam kaplama, kiremit, pancur gibi yapıların azaltılması) gerektirmektedir. Aynı zamanda yapılaşma, dere yataklarından uzaklaştırılmalı, İstanbul'un özel iklim koşulları dikkate alınarak özellikle kuzey-güney ekseninde yükseltilmemelidir. Binaların İstanbul'un sera gazı envanterindeki yeri göz önüne alınarak önemli bir emisyon kaynağı olduğu unutulmamalı, binalarda enerji verimliliğini özendirici tedbirler alınmalıdır.

7.3 Enerji Sektörü

7.3.1 Sektörel Profil

İstanbul'un Türkiye'nin en kalabalık nüfusuna sahip ili olması, enerjiye olan talebine de yansımaktadır. 2016 yılında Türkiye'nin en yüksek elektrik tüketimi 36,9 TWh ile İstanbul'da gerçekleşmiş olup ülke genelindeki elektrik tüketimin %17'sine denk gelmektedir. Bu durum elektrik şebekesinin büyüklüğünü de beraberinde getirmektedir. 2016 yıl sonu itibariyle İstanbul ilinde bulunan elektrik üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 2.739 MW'a ulaşmıştır [26]. Ayrıca İstanbul'da toplam kurulu gücün %0,4'üne denk gelen 12 MW'lık lisanssız elektrik üretim tesisleri mevcut durumdadır [27].

Doğalgaz tüketimine bakıldığında ise bu alanda da en yüksek tüketimin yine İstanbul'da gerçekleştiği görülmektedir. 2016 yılında 7.371 Milyon Sm³ toplam doğalgaz tüketimi gerçekleşmiş olup bu rakam Türkiye geneli doğalgaz tüketiminin %16'sına denk gelmektedir. Ayrıca İstanbul dağıtım bölgesinde 15.572 km çelik boru hattı ve 1.839 km polietilen boru hattı mevcuttur. Doğalgaz dağıtım şebekesi uzunluğunda yine İstanbul ili, Türkiye'de birinci sırada yer almaktadır [28].

İstanbul, Türkiye'de en büyük trafo kapasitesine sahip il konumundadır. İstanbul elektrik üretiminden çok tüketen bir ildir. Bu açıdan, enerji verimliliği büyük potansiyel vaatmektedir. İklim değişikliğiyle birlikte kış enerji tüketiminin düşmesi, yaz enerji tüketiminin daha fazla artması beklenmektedir. Bu açıdan toplam enerji ihtiyacında artış öngörülmektedir.

Yukarıda verilen enerji alanındaki sektör rakamları, özellikle de enerji tüketim miktarının ulaştığı değerler, İstanbul'daki enerji altyapısının ne denli önemli olduğu ortaya koymaktadır. İklim değişikliğinin enerji üzerindeki olumsuz etkileri İstanbul ilinde fazlasıyla kendini gösterebilecektir (örn. yaz sıcaklık artışları soğutma ihtiyacını artırarak elektrik tüketiminde artışa sebep olabilecektir). Her ne kadar kış mevsiminde de sıcaklık artışı yaşanması sebebiyle ısınmadaki enerji ihtiyacında bir miktar azalma yaşanması öngörülse de yaz sıcaklıklarının daha fazla artışı sebebiyle kümülatifte enerji tüketiminde artışa neden olabilecektir. Söz konusu sebeplerle yaşanacak enerji tüketimindeki artışlar enerji şebekelerine de ilave yük getirebilecektir. Diğer bir yandan da elektrik ve doğalgaz şebekelerinin sel, taşkın ve fırtına gibi iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı hale getirilmesi önemli bir husustur. İstanbul elektrik ve doğalgaz şebekesi bakımından en büyük hatta sahip il konumundadır.

7.3.2 Kritik Altyapı

İstanbul'un nüfusuyla doğru orantılı olarak enerji ihtiyacının yoğunluğu gerek doğalgaz gerekse de elektrik iletim ve dağıtım şebekesinin büyüklüğünü beraberinde getirmektedir. Söz konusu şebekenin İstanbul gibi enerji ihtiyacı yüksek bir şehrin enerji ihtiyacı bağlamında can damarları vazifesi görmesi ve iklim değişikliğinin birçok olumsuz etkililerine açık olmaları sebebiyle kritik altyapılar arasında değerlendirilmiştir. Özellikle İstanbul'un elektrik tüketiminin önemli bir kısmının İstanbul dışındaki elektrik santrallerinden karşılanması, elektrik iletim hatlarının şehir için önemini arttırmaktadır. İletim ve dağıtım şebekelerinin dışında enerji sektörünün önemli bir bileşeni olarak elektrik üretim santralleri ön plana çıkmaktadır. İstanbul ili elektrik konusunda daha çok tüketim tarafıyla ön plana çıksa da Türkiye'nin elektrik üretiminin %3'ü İstanbul'da gerçekleşmektedir [26]. Elektrik üretim tesislerinin toplam kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımına

bakıldığında %91 gibi çok büyük bir kısmının doğalgaz olduğu görülebilmektedir. Diğer kaynak türleri ise %7 rüzgâr ve %2 biyokütle olarak sıralanmaktadır [27]. Diğer kritik altyapıların seçiminde de elektrik üretimindeki kaynakların dağılımları dikkate alınmış olup kaynak türlerini temsil etmesi açısından kendi kaynak türünde en yüksek kurulu güç değerlerine sahip olan Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali, Çataltepe RES Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim (LFG) Tesisi ve Kömürcüoda LFG Tesisi kritik altyapı olarak seçilmiştir. Aşağıda söz konusu kritik altyapılara dair bilgiler yer almaktadır:

Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali

Ambarlı Doğal Gaz Santrali A ünitesinin kurulu gücü 1.351 MW, B ünitesinin kurulu gücü 816 MW'dır. Toplam kurulu güçte ülkemizdeki en büyük doğal gaz kombine çevrim santralidir. Ambarlı Kombine Çevrim Santralinde doğalgazın yanı sıra gerektiğinde fueloil de kullanılabilir. Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Beylikdüzü ilçesinde yer almakta olup deniz seviyesinden yüksekliği 6 metredir. Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri arasında yer almakta olan santralin Marmara Denizine uzaklığı 1,1 km'dir. Santralin ülkemizde enerji talebinin en yüksek olduğu il olan İstanbul'da kurulu olması ve kapasitesinin büyüklüğü santralin önemini artırmaktadır. İstanbul'un 40 km batısında kurulmuş olan 1.350 MW Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santralının yine 2+2+1 konfigürasyonundaki üç kombine çevrim bloğunda ise santralde toplam 6 adet gaz türbin ünitesi, 6 adet atık ısı kazanı ve 3 adet buhar türbin ünitesi bulunmaktadır. Gaz türbinlerinin kapasitesi 38,80 MW, buhar türbinlerinin nominal kapasitesi ise 17,40 MW'dır. Kombine Çevrim, esas itibarıyla gaz türbin çevrimi ve buhar çevriminin bir sistem içine alınarak birbirini tamamlayıcı şekilde çalıştırılmasını ifade etmekte olup, genel prensibi gaz türbin çevriminden çıkan egzoz gazlarının yüksek dereceli ısısının su/buhar çevriminde kullanılarak ek bir enerji üretiminin sağlanmasına dayanmaktadır. Kombine çevrimlerde birincil olarak elektrik üretimi sağlanmakla birlikte, istenirse çevrimden ara buhar alınarak santral, birleşik ısı-güç (kojenerasyon) sistemi olarak da çalıştırılabilir. Bu özelliği ile kombine çevrimler, ısı-güç üretiminde günümüzde var olan en verimli yöntem konumundadır [29].

Elektrik İletim ve Dağıtım Şebekesi

İstanbul, 56.240 km uzunluğunda elektrik dağıtım hattı ve 24.597 MVA ile il bazında Türkiye'de en büyük dağıtım şebekesine sahiptir [26]. Ayrıca Boğaziçi ve Anadolu Yakası olmak üzere iki elektrik dağıtım bölgesini içerisinde

barındırmaktadır. İletim şebekesi ise yine iki bölge halinde olup TEİAŞ 1. Bölge Müdürlüğü Avrupa yakasından, 4. Bölge Müdürlüğü ise Anadolu yakasından sorumludur. İstanbul'un elektrik şebekesinde iklim değişikliği kaynaklı aşırı iklim olaylarından kaynaklanabilecek kesintiler sadece İstanbul ilini değil çevre illeri de etkileyebilecektir.

Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim (LFG) Tesisi

Avrupa yakasında bulunan Odayeri LFG Tesisi 45 MWh'lik kurulu gücüyle Avrupa'nın en büyük çöp gazından enerji üretim tesisidir. 62 milyon ton depolanmış atığa sahip olan tesis, Avrupa'nın en düzenli şekilde atık depolaması yapılan tesisi olma özelliğine de sahiptir. 2016 yılı değerlerine göre yıllık ortalama elektrik enerjisi üretimi 296 GWh olan santral, yaklaşık 16.124 kişinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek kapasitededir. İstanbul'a 25 km mesafede bulunan santrale ilk KKA kabulü 1995 yılında yapılmış olup, atık kabulü hala devam etmektedir; ancak 2017 yılında sonlandırılması planlanmaktadır.

Kömürcüoda LFG tesisi

Anadolu yakasında bulunan Kömürcüoda LFG tesisi, 20 MWh'lik kurulu güce sahiptir. 22 yıldır hizmet veren bu tesise, geçen zaman içerisinde toplanan atık miktarı 31 milyon tondur. 2016 verilerine göre; Kömürcüoda tesisinde yıllık üretilen toplam enerji miktarı 109 Gwh'dır.

Çataltepe RES

Ağustos 2007 tarihinde proje inşaatına başlanan Çataltepe RES Aralık 2016'ta devreye alınmıştır. Çatalca'da bulunan santral Marmara Denizi'ne yaklaşık 10 km mesafede olup deniz seviyesinden ortalama yüksekliği yaklaşık 250 m'dir. 93 MW'lık kurulu güce sahip santral İstanbul ilindeki en büyük rüzgâr santrali konumundadır. Yılda 258 milyon kWh'lik elektrik üretim miktarı ile 240 kton CO_{2esd} miktarında sera gazı salım azaltımı ve 158 bin hanenin aydınlatması sağlanabilmektedir [31].

Doğalgaz Dağıtım Şebekesi

İstanbul'da şehir içi doğalgaz dağıtımı İGDAŞ İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ve Bahçeşehir Gaz Dağıtım Anonim Şirketi tarafından karşılanmaktadır. Toplam çelik boru hattı uzunluğu 1.839 km, polietilen boru hattı uzunluğu 15.572 km'dir [28]. İstanbul'daki doğalgaz abone sayısı ve şehrin ekonomik yapısı düşünüldüğünde doğalgaz dağıtımından kaynaklanan aksaklıklar daha kritik hale gelmektedir. Doğalgaz dağıtım sistemi; boru hatları ve doğalgazın

taşınması için gerekli bazı ekipmanlar ve tesislerden oluşmaktadır. Boru hatlarının dışında; vanalar, pompalar, kompresörler, ölçüm istasyonları gibi birçok yardımcı ekipman doğalgaz iletim sistemi bileşenlerini oluşturmaktadır. Dağıtım sistemi, üretim ve son kullanıcı arasındaki bağlantıyı kurmaktadır [28].

7.3.3 Etki Senaryoları

İİDEP'in 3. İP'ni oluşturan İstanbul İklim Değişikliği Senaryolarının Değerlendirilmesi Raporu'na göre 21. yüzyıl İstanbul'unda ortalama yıllık sıcaklıkta 1 ila 4,5°C arasında bir artış olacağı öngörülmektedir. Yaz sıcaklık artışlarında da kış sıcaklıklarına göre 1,5 kat bir sıcaklık artışı olabileceği düşünüldüğünde soğutma ihtiyacı kaynaklı elektrik tüketiminde önemli bir artış yaşanabileceği yorumu yapılabilmektedir.

Kritik altyapılara göre etki senaryoları aşağıda sıralanmaktadır:

Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali

İklim değişikliği ile ortaya çıkan hava ve su sıcaklığındaki değişimler farklı şekillerde santralin üretim verimini etkilemektedir. Yüksek hava sıcaklıkları enerji üretim çıktısını azaltmaya sebep olacak şekilde enerji üretim verimini azaltmaktadır. Santral faaliyetleri için günlük sıcaklık değişimleri, uzun dönemli aylık sıcaklık ortalamaları ile birlikte dizayn parametrelerini belirlemektedir. Tarihsel şartlara dayanan, dizayn sıcaklığı olarak seçilen sıcaklık santralin verimi, işletim ve kurulum maliyetlerini yansıtmaktadır. Yüksek dizayn sıcaklıkları santral bileşenlerinin yeniden dizayn edilmesi gerektirdiği için daha fazla maliyet oluşturmakta olup düşük dizayn sıcaklığı santral üretiminde tam tersi etki yaratmaktadır. Isı dalgaları sırasında bu enerji üretim kayıpları peak taleplerle çakışabilmektedir. Su sıcaklığındaki artış da santralin soğutma sisteminin işleyişini olumsuz olarak etkilemektedir. Yüzey su miktarlarındaki azalma santralin soğutma suyunu ihtiyacını etkilememektedir. Çünkü, santral soğutma suyu ihtiyacını Marmara Denizi'nden karşılamaktadır. Ancak, kazan suyu ve idari kullanım için ihtiyaç olunan ham su Altınşehir'deki Azatlı mevkiinde bulunan kaynak suyundan karşılanmaktadır. Bu kaynak suyunun yetersiz olması durumunda santral sahasına sınır olan İSKİ atıksu arıtma tesisinin çıkış suyundan ters ozmos yöntemiyle su elde edilmesi planlanmaktadır. İklim değişikliğinin etkisiyle yüzey sularında oluşabilecek azalma ile maliyeti yüksek bir ileri arıtma örneği olan ters ozmos kullanımı santral işletim maliyetlerinin de artışına sebep olacaktır. Hidrometeorolojik rejimdeki değişimler su rejimini değiştirebilmekte ve santralin bulunduğu yerde su seviyesini artırabilir. Bu durum,

santralin altyapı bütünlüğüne karşı tehdit oluşturmakta olup santrale zarar verme potansiyeline sahiptir [29], [32].

Elektrik İletim ve Dağıtım Şebekesi

İklim değişikliği İstanbul'da özellikle iletim ve dağıtım şebekesine önemli bir ilave yük getirebilecektir. Tüketim tarafından gelecek ilave yükün yanı sıra sıcaklık artışıyla beraber iletim ve dağıtım kablolarının ısınmasından kaynaklı teknik kayıplar artacak olup yine şebekeye ilave yük gelecektir. İklim değişikliğinin beraberinde getireceği şiddetli yağışlar, sel, taşkın ve fırtına gibi ekstrem olaylar elektrik iletim ve dağıtım şebekesinin zarar gördüğü durumlara neden olabilecektir. İstanbul gibi bir metropolde de elektrik ve diğer enerji altyapısının ne kadar yaşamsal bir ihtiyaç olduğu ortadadır. Bu ekstrem olaylardan kaynaklı elektrik kesintilerinin yaşanması durumunda halk önemli ölçüde etkilenenecektir. Mevcut durumda İstanbul'un iki dağıtım bölgesi olan Boğaziçi ve Anadolu yakası elektrik dağıtım bölgelerinde dışsal sebeplerden kaynaklanan müşteri başına ortalama kesinti süresi sırasıyla 12,6 ve 6,7 dakika şeklinde gerçekleşmiştir [26]. Bu rakamların iklim değişikliği sebebiyle gelişecek ekstrem olaylarla artacağı öngörülmektedir.

Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim (LFG) Tesisi

Çöp gazı, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak yönetilebilen ve çevreye zarar vermeden süresiz kullanılan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Çöp gazı kullanımı ile elektrik üretiminin yanı sıra karbondioksit göre 34 kat daha zararlı olan metan gazının neden olduğu sera gazı etkisinin de önüne geçilebilmektedir [16].

Çöp gazı üretimini etkileyen faktörler arasında atığın karakteristiği, yoğunluğu, yaşı ve depo sahasının örtüsünün yanında iklim değişikliği ile yakın ilişkide olan sıcaklık, nem, atmosferik şartlar gibi parametreler yer almaktadır. Ayrıca sıcaklık artışı, koku probleminin yaşanmasına ve sivrisineklerin üremesinin artmasına neden olabilmektedir. Çöp gazı tesislerinde; açığa çıkan sızıntı suları, içerdikleri yüksek miktarda organik ve inorganik bileşikler nedeniyle arıtılması zor ve pahalı atıksular sınıfına girmektedir. Bu sebeple tesiste yer altı suyu, yüzey suyu ve sızıntı suyu hacimleri izlenmektedir.

Çataltepe RES

Enerji sektöründe iklim değişikliğinden önemli bir şekilde etkilenebilecek bir başka altyapı da elektrik üretim tesisleridir. Üretim tesislerinden Çataltepe RES'e bakıldığında enerji kaynağı rüzgâr olan bir tesis olması sebebiyle iklim değişikliğinden etkilenmeme gibi bir durumun söz konusu olmayacağı açıktır.

Rüzgâr santralleri projelendirilmeden önce en az 1 yıl rüzgâr ölçüm direkleriyle ölçümler gerçekleştirilmektedir. Burada, rüzgâr hızı ve yönü, hava sıcaklığı, nem ve basınç değerleri ölçülmektedir. Bu ölçümlere göre de analizler yapılarak projelerin uygulanabilir olup olmadığına bakılmaktadır. İklim değişikliğiyle sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr hızı ve yönü gibi parametrelerin değişmesiyle projelerin elektrik üretim miktarlarında azalış gerçekleşebilecektir. Diğer bir taraftan da sıcaklık artışı hava yoğunluğunun düşüşüne yol açacağından direkt olarak birim alanda elde edilen rüzgâr enerjisini düşürecektir.

Doğalgaz Dağıtım Şebekesi

Kesintisiz doğalgaz arzı, ülke ekonomisi ve nüfusunun refahı için yaşamsal önemdedir. Bununla birlikte, doğalgaz boru hattı altyapısı, iklim değişikliği ile ilişkili etkilerden dolayı artan risk altında olabilir. Doğalgaz dağıtım boru hatları iklim değişikliği etkilerinden en çok deniz seviyesinin artması ile etkilenmektedir. Genellikle iletim hatları yer altına gömülürken, diğer yardımcı bileşenler ve tesisler yer üstünde konuşlanmaktadır. İklim değişikliği etkisiyle yükselen deniz seviyesi ve beraberinde gelen fırtına zarar verici sellere dönüşebilmekte ve mevcut taşkın yatağı alanını genişletmektedir. Artan frekans, süre ve derinlikteki sel (su basması) hidrostatik basıncın artmasına, erozyona, destek malzemelerinin bozulmasına ve salin³ koşullarına maruz kalmasına neden olabilir. Bu koşullar, yapısal arızaları hızlandırma ve doğalgaz iletim sisteminin işlevselliğini tehdit etme potansiyeline sahiptir. Arz güvenliği göz önüne alındığında, doğalgazı bölgede depolamak, iletmek ve dağıtmak için tasarlanan boru hattı altyapısı ve tesisleri kritik önem taşımaktadır [33].

7.3.4 Kırılgenlik Analizi

Ambarlı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali

Isıl elektriksel üretim işletim sırasında bol miktarda suya ihtiyaç duymaktadır. Yaklaşık olarak üretilen kWh başına buhar döngülerinde 0,95 m³ su kullanılmaktadır. Tipik olarak, kombine gaz türbinleri enerji çıktısı ve enerji verimi hava sıcaklığı arttıkça azalmaktadır. Bu durumun sebebi, sıcak havanın yoğunluğunu ve kompresöre giren kütle akışını ve havalı soğutma sisteminde ısı transferi verimini düşürmesidir. Bu kayıplar gaz türbinindeki enerji çıktısının azalmasıyla ve türbin içerisindeki basınç oranının azalmasıyla birlikte verim düşüşüyle sonuçlanmaktadır [32]. Bu nedenle ortalama sıcaklık artışı orta dereceli risk olarak değerlendirilirken, yaz sıcaklık artışları yüksek risk olarak tanımlanmıştır.

3 Salin ya da salin çözümü, belli ölçülerde sodyum bikarbonat ve sodyum klorür içeren damıtılmış su çözeltileridir.

Sıcak hava dalgaları sırasında; sıcaklık artışı ile oluşan enerji çıktısındaki ve üretim veriminde düşüş peak taleplerle çakışabilmekte ve santral için yüksek risk oluşturulabilmektedir. Diğer değişken iklim faktörlerinden olan basınç ve nemlilik, santral performansını etkilemekte fakat sıcaklık değişimlerine göre oldukça düşük etkiye sahip oldukları için doğrudan iklim değişikliği tehditleri olarak tanımlanmamış ve düşük risk grubunda değerlendirilmiştir. Sel, taşkın ve şiddetli yağış özellikle konumu oldukça düşük olan (6 m) Ambarlı Santrali için santralin altyapısal bütünlüğünü bozma açısından yüksek riskli tehdit olarak belirlenmiştir. Ambarlı Kombine Çevrim Santralının ana yapılar ve salt sahası yerleşim alanı, fueloil arıtma sistemi dahil toplam 23 hektardır [29]. Denize yakınlığı ve santral sahası göz önünde bulundurulduğunda ana yapı ve yardımcı santral bileşenleri olası fırtına yüksek risk oluşturmaktadır. Deniz seviyesi değişimi ve kıyı erozyonu santral için orta dereceli risk olarak değerlendirilmiştir. Santral yakıtları olan doğalgaz ve fueloilin yanıcı olması ve doğalgazın belirli oranlarda hava ile karışması halinde patlayıcı olması, olası yangınlarda hem emniyet açısından hem de yangın durumunda santralin işletmede olmaması nedeniyle elektrik sisteminde oluşabilecek dengesizlik açısından çok önemlidir. İklim değişikliği sebebiyle oluşabilecek yangınlar bu nedenlerden dolayı yüksek risklidir. Hava kalitesi, büyüme dönemi ve kent ısı adası santral üzerinde düşük risklere sahiptir. Kuraklıkla azalan su kaynakları santral için işletim maliyetlerini artırması sebebiyle orta risk grubundadır.

Isınan havanın yoğunluğu ve kompresöre giren kütle akışı düşer, gaz türbinindeki enerji çıktısının azalmasıyla ve türbin içerisindeki basınç oranının azalmasıyla birlikte verimi azalır. Bu nedenle ortalama sıcaklık artışı orta dereceli risk olarak değerlendirilirken, yaz sıcaklık artışları yüksek risk olarak tanımlanmıştır. Sel, taşkın, fırtına ve şiddetli yağış Ambarlı Santrali'nin yapısal bütünlüğünü bozma riski taşımaktadır.

Elektrik İletim ve Dağıtım Şebekesi

İstanbul'daki iletim ve dağıtım şebekesi iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışlarından önemli ölçüde etkilenecektir. Özellikle yaz sıcaklık artışlarının kış sıcaklık artışlarına göre daha fazla olmasının öngörülmesi elektrik iletim ve dağıtım şebekesi üzerinde yaz sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgalarının yüksek risk taşımaya neden olmaktadır. Yazın aşırı sıcakların yaşanması soğutma ihtiyacının artışıyla elektrik tüketimini bir hayli artıracaktır. Her ne kadar kış mevsimlerinde de hava sıcaklıklarında artış yaşanması sebebiyle ısınma kaynaklı enerji ihtiyacı azalsa da yaz sıcaklık artışlarının kış sıcaklık artışının yaklaşık 1,5 katı olacağının öngörülmesi, kümülatifte enerji ihtiyacının artacağını işaret etmektedir. Bunun yanında İstanbul gibi kentleşmenin yoğun olduğu bir şehirde sıcaklık artışında ilave 1-2°C'lik bir artış kent ısı adalarının etkileriyle gelecektir. Bu da elektrik

tüketimini etkileyeceğinden kent ısı adası orta derece risk şebeke üzerinde risk oluşturmaktadır. Sel ve taşkın, şiddetli yağışlar ve fırtınalar elektrik şebekesi için yüksek risk teşkil eden aşırı hava olaylarıdır. Fırtınalar ve şiddetli yağışların iklim değişikliğinin etkisiyle arttığında iletim ve dağıtım hatları tehdit altında olacaktır. Örneğin, şiddetli rüzgarlardan ağaçların devrilmesi hatlara zarar verebilecek ve elektrik kesintilerinde artış yaşanabilecektir. Mevcut havai hatlar için aşırı hava olayları önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Diğer taraftan iklim değişikliği etkisiyle görülmesi muhtemel yangınlar iletim ve dağıtım hatlarında veya trafo merkezlerinde görüldüğünde uzun süreli elektrik kesintilerine yol açabilecektir. Bu sebeple yangın yüksek risk olarak değerlendirilmiştir.

Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim (LFG) Tesisi

Odayeri Çöp Gazından Enerji Üretim Tesisi, ortalama sıcaklık artışı orta risk grubunda yer alırken yaz sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgası yüksek risk grubunda yer almaktadır. Su mevcudiyetine risk açısından bakıldığında, çöp gazı üretim sürecinde su kullanımı kritik olmadığı için su mevcudiyeti orta risk grubunda yer almaktadır. Odayeri Çöp Gazından Enerji Santrali konumu sebebiyle deniz seviyesi değişimlerinden etkilenmeyeceği için deniz seviyesi düşük risk grubunda, yangın ise santralin elektrik üretimini belirli sürelerde durdurulabilecek etkiye sebep verebileceği için yüksek risk grubunda tanımlanmıştır. Odayeri, hava kalitesini etkileme açısından etrafında ısı adası oluşturabilecek yüksek binalar olmaması nedeniyle hava kalitesi ve kent ısı adası diğer düşük risk grubunda yer alan risklerdir. Kuraklık ise sızıntı suyu miktarına etkisi açısından orta risk grubunda yer almaktadır.

Çataltepe RES

Çataltepe RES'in iklim değişikliğinin etkisiyle oluşacak yıllık ortalama sıcaklık artışlarından olumsuz yönde etkileneceği öngörülmektedir. Özellikle, yaz sıcaklık artışlarının daha fazla olması rüzgâr türbini süpürme alanına etki eden havanın yoğunluğunun azalmasına yol açacağından her bir türbinden elde edecek güç azaltacaktır. Sıcak hava dalgalarının yaşanmasındaki sıklık da benzer bir etkiye yol açabilecektir. Sıcaklıklardaki değişimler rüzgâr yönü ve şiddetini de etkileyebilecek olup uzun süreli ölçümlerin ardından projelendirilen rüzgâr santralleri rüzgâr şiddeti ve yönündeki değişiklikler sebebiyle elektrik üretim miktarında düşüş yaşayabilecektir. Şiddetli yağış ve fırtınalardaki artış da Çataltepe RES için yüksek risk teşkil etmektedir. Rüzgâr türbinlerindeki fırtına kontrol sistemlerinin 25 m/s

üzerindeki rüzgâr hızlarının üzerinde devreye girmesiyle rüzgâr türbinleri devre dışı kalmaktadır [34]. Bu fırtınaların rüzgâr santrallerinin çalışmasının durmasına neden olmak gibi doğrudan etkileri bulunmaktadır. İklim değişikliğinin etkisiyle yangın risklerinin artışı Çataltepe RES için orta derecede risk teşkil etmektedir. Santralde meydana gelebilecek bir yangın vakası santralin belirli sürelerde devre dışı kalmasına sebep olabileceği gibi santralin çevresindeki ormanlara da sıçrayarak daha büyük ve geri dönüşü zor etkilere sebep olabilecektir.

Doğalgaz Dağıtım Şebekesi

Doğalgaz dağıtım sistemi için büyüme dönemi, nem, su mevcudiyeti, hava kalitesi, kent ısı adası, kuraklık düşük riskli olarak belirlenirken ortalama sıcaklık artışı, yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, yağış değişimi, deniz seviyesi değişimi, kıyı erozyonu orta riskli iklim değişikliği tehditleri olarak belirlenmiştir. Şiddetli yağış ve beraberinde oluşabilecek sel, taşkın ve fırtınalar yüksek riskler olarak değerlendirilmiştir. Çünkü bu etkilerin dağıtım hattı bileşenlerinin bütünlüğünü bozma etkisi yüksektir. İklim değişikliği ve beraberinde gelen yangın, yanıcı ve patlayıcı bir gaz olan doğalgaz için güvenlik problemi yaratacağından yüksek risklidir.

7.3.5 Fırsat ve İhtiyaçlar

İstanbul gibi kısa zamanlı enerji kesintilerinin bile büyük etkilerinin olduğu bir metropolde enerji altyapısının iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı hale getirilmesi büyük önem arz etmektedir. Dağıtık yenilenebilir enerji kurulumlarının yaygınlaştırılması ve doğal ısıtma sistemlerinin kullanımının artırılması elektrik ve doğalgaz kesintilerinden etkilenmeyi azaltabilecektir. Çatı tipi FV (Fotovoltaik) uygulamaları, özellikle depolama sistemlerinin de entegrasyonu ile uygulanan konut veya işyerlerinde elektrik kesintilerinin önüne geçebilecektir. Doğalgaz şebekesinde yaşanabilecek problemlere maruz kalmama adına da toprak kaynaklı ısı pompası, güneş enerjili ve alternatif yakıtlı ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılması önemli araçlar olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, sanayi ve binalarda enerji verimli uygulamaların yaygınlaştırılması iklim değişikliği kaynaklı elektrik tüketim artışının elektrik şebekesine getireceği yükü azaltabilecektir. İstanbul'daki enerji altyapısının iklim değişikliğinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı hale getirilebilmesi için kurumların iş birliği ve koordine bir şekilde çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle artan elektrik ihtiyacının etkilerinin hafifletilmesi amacıyla enerji verimli uygulamaların yaygınlaştırılması için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, ÇŞB ile Bilim Sanayi ve

Teknoloji Bakanlığının bu alandaki mevcut plan ve politikalarını uygulayarak ve üstüne koyarak enerji verimliliğinde atacağı yeni adımlar önemli bir fırsattır.

7.3.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İstanbul'da iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı şimdiden gerekli önlemleri almak ve hazırlıklı olmak özellikle diğer sektörleri de etkileyebilecek kritik bir sektör olması sebebiyle enerji sektörü için olmazsa olmazdır. Bu amaçla ilk adım olarak iklim hassasiyeti, kritik altyapı kaybının sonuçları ve diğer kritik altyapılara bağlılık bilgilerini içeren kritik enerji altyapısının ulusal envanteri oluşturulmalıdır. Uydu verileri taşkın, sel, fırtınalar gibi aşırı iklim olaylarının tahmin edilmesi için kullanılabilir. Özellikle elektrik şebekesinin iklim değişikliğine dayanıklı hale getirilmesi amacıyla fırtına kaynaklı ağaç devrilme riskleri tanımlanmalı, hava tahmin tabanlı fırtına tepki personeli görevlendirilmeli, dayanıklı malzemeler kullanılmalı ve dağıtım sistemleri için ilave yedekleme oluşturulmalıdır [35]. Elektrik üretim tarafında da alınacak önlemlere değinilecek olursa, iklim değişikliğine bağlı artan sıcaklığın santraller üzerindeki etkisini anlayabilmek için santral çıktıları minimum, maksimum ve ortalama günlük sıcaklık değerleri için analiz edilmelidir. Baz yıl ve iklim değişikliği şartlarının olduğu yıllar bazında detaylı sıcaklık dağılımı yapılarak enerji üretiminin, santral veriminin, yakıt kullanımının nasıl değiştiği gözlemlenmelidir. İklim değişikliğinin etkisiyle su sıcaklıklarının artması en fazla buhar türbinini ve enerji çıkışını etkilemekte olup bu etki santralde su soğutmalı sistemler dışında farklı soğutma teknolojileri kullanımı, kullanılan ısı değiştiricisinin boyutunu büyütme, soğutma suyundaki akım hızını artırma, deşarj yapısının yeniden dizaynı gibi teknik iyileştirme ve tasarımlar geliştirilerek gerekli tedbirler alınmalıdır [32]. İklim değişikliği kaynaklı enerji altyapısında yaşanacak arıza sıklıkları sebebiyle yaşanabilecek enerji kesintilerinin etkisini azaltmak amacıyla da bazı adımlar atılabilir. Bunlara enerji depolama sistemlerini içeren çatı tipi FV uygulamalarının yer aldığı konut veya işyerlerinin yaygınlaştırılması; doğalgaz şebekesinde yaşanabilecek problemlere maruz kalmama adına da toprak kaynaklı ısı pompası, güneş enerjili ve alternatif yakıtlı ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılması şeklinde örnekler verilebilir. Ayrıca artacak olan enerji tüketiminin hafifletilmesi için enerji verimli uygulamaların yaygınlaştırılması önemli bir araç olacaktır.

Enerji sektöründeki kritik altyapının iklim değişikliğinin olumsuz etkileri açısından yüksek risk taşıdığı ortaya çıkmıştır. İstanbul özelinde enerji sektörü için özellikle yaz sıcaklık artışları, sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, sel ve taşkın, fırtınalar ve yangın yüksek risk taşımaktadır.

7.3.7 Analiz ve Sonuç

Enerji sektöründeki kritik altyapılar tek tek değerlendirildiğinde her bir kritik altyapının iklim değişikliğinin olumsuz etkileri açısından yüksek risk taşıdığı ortaya çıkmıştır. Bu da sektörel toplam risk değerlendirme sonucunun yine yüksek risk olarak açıklanmasına neden olmaktadır. İstanbul özelinde enerji sektörü için özellikle yaz sıcaklık artışları, sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, sel ve taşkın, fırtınalar ve yangın yüksek risk taşımaktadır. Yaz sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgası özellikle elektrik tüketimini artırması sebebiyle elektrik şebekesine getireceği ilave yük getirmesi ve elektrik üretiminde verimi azaltıcı etkilerinden dolayı yüksek risk taşımaktadır. Şiddetli yağışlar, sel, taşkın, fırtınalar ve yangın ise enerji iletim ve dağıtımına verebileceği olası hasarlarla nihai tüketiciye enerjinin ulaştırılmasında yaşanacak sıkıntılara neden olması ve üretim santrallerinde elektrik üretimin aksamasına neden olabilecek hasarlara sebebiyet verebileceğinden dolayı yüksek risk olarak değerlendirilmiştir.

Ortalama sıcaklık artışı, yağış değişimi, su mevcudiyeti, deniz seviyesi değişimi, kıyı erozyonu ve kuraklık enerji sektörü için genellikle orta derece risk taşıyan faktörler olmuştur. Özellikle deniz seviyesi değişimi ve kıyı erozyonu gibi faktörlerin Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali gibi kıyı şeridinde yer alan santrallere ve yine kıyı şeridindeki doğalgaz boru hatlarına olacak olası zararları göz önünde bulundurulmuştur. Ortalama sıcaklık ise, her ne kadar yaz sıcaklık artışı kadar elektrik şebekesine gelecek yük anlamında nispeten daha az etkisi olabilse de enerji üretim, tüketim ve dağıtımına olan etkisi sebebiyle orta risk olarak değerlendirilmiştir.

7.4 Kamu Hizmetleri Sektörü

7.4.1 Sektörel Profil

İstanbul'da içme suyu iletim ve dağıtım hattı uzunluğu yaklaşık 20.670 km'dir. Atıksu kanal uzunluğu yaklaşık 15.565 km, yağmursuyu kanal uzunluğu ise yaklaşık 3.812 km civarındadır. İstanbul'da büyük kapasiteli (>100.000 m³/gün) 12 adet Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) (ön arıtmalar dâhil) bulunmaktadır [36]. İstanbul genelindeki doğalgaz şebekesi oldukça yaygın bir ağa sahip olup doğalgaz ulaşmayan bölge hemen hemen bulunmamaktadır. Doğalgaz şebekesine benzer şekilde telekomünikasyon altyapısı da oldukça gelişmiş durumdadır.

7.4.2 Kritik Altyapı

İçme Suyu İsale Hatları ve Dağıtım Şebekesi

İstanbul'a su temini için kullanılan isale hatlarının toplam uzunluğu yaklaşık 2.500 km'dir. İstanbul için oldukça büyük bir önem arz eden Melen suyu (yaklaşık 190 km mesafeden) Boğaziçi Su Tüneli ile İstanbul'un Avrupa Yakasına taşınmaktadır. Tünel Beykoz ile Sarıyer arasında yer almaktadır. İstanbul Boğazı tabanının 135 m altında yer alan tünelin çapı 4 m'dir. Toplam uzunluğu yaklaşık 5,5 km olan tünelin 3 kilometrelik kısmını boğaz geçişi oluşturmaktadır. Melen'den gelen isale hattının kapasitesi yaklaşık 35 m³/s'dir.

İstanbul'daki su dağıtım şebekesinin uzunluğu yaklaşık 18.600 km olup, %98'lik kısmı düktilfont boru ile teşkil edilmiştir. İSKİ'nin devam eden şebeke iyileştirme programına göre, geri kalan PVC, Asbestli çimento (<%0,5) ve dökme demir borularda değiştirilmektedir. Şebekedeki faturalanmamış su oranı, etkin basınç kontrolü ve boru yenileme faaliyetleri sonucu 1994'lerdeki %65'lik seviyelerden bugün %24 civarına düşürülmüştür [37]. Halen İstanbul'da şebekeye verilen arıtılmış su miktarı 998.622.627 m³/yıldır (yaklaşık 2,73 milyon m³/gün) [36].

Kanalizasyon Şebekesi

İstanbul'da toplam uzunluğu yaklaşık 15.565 km olan atıksu kanal sistemi bulunduğu ve bunun kent nüfusunun takriben %98'ine hizmet ettiği tahmin edilmektedir [36]. Mevcut kanalizasyon sisteminin sınırlı bir bölümü birleşik sistem halindedir ve önemli oranda yağmur suyu akımı taşımaktadır. Atıksu kanalları yoğun yağışlar sırasında zaman zaman taşmakta ve halk sağlığı riskleri de oluşturan yerel düzeyde yüzey suyu kirlenmesine neden olmaktadır. İstanbul'da meskûn alanlardan geçen derelerin, öncelikle yoğun nüfuslu su havzalarından başlanarak mevcut durumunun iyileştirilmesini amaçlayan projelerin yapımı hızla devam etmektedir. Kanalizasyon sistemi İSKİ'nin atıksu ve yağmursuyu için ayrık sistemler oluşturma politikasına uygun olarak planlanmıştır [37]. İSKİ'nin yakın zamanda ilk olarak Anadolu Yakasında hayata geçirdiği 100.000 m³/gün kapasiteli mor şebeke ile Paşaköy AAT çıkışından alınan arıtılmış suyun sahil yolu boyunca refüj sulamasında kullanılması planlanmaktadır. Bu projenin ardından arıtılmış atıksuların benzer şekilde İstanbul genelinde değerlendirilmesi ve bunun için mor şebekenin genişletilmesi öngörülmektedir [38].

Yağmur Suyu Drenaj Sistemi

Tipik bir yağmur suyu drenaj sistemi kanal yapısı, baca, cadde ağızlığı (ızgara) gibi

yapılardan oluşmaktadır. İstanbul'un mevcut yağmur suyu kanalizasyon sistemi uzunluğu yaklaşık 3.812 km civarındadır [37]. İstanbul genelinde özellikle son yıllarda atıksu ile yağmur suyunun ayrı şekilde taşınmasını öngören ayırık sistem yaygınlaşmasına rağmen, şiddetli yağışlı dönemlerde özellikle yağmur suyu drenaj sisteminin eski olduğu yerlerde atıksu kanal yapısına yüksek miktarda yağış suyu karışmaktadır.

Atıksu Arıtma Tesisleri

İstanbul'da muhtelif kapasite ve konfigürasyonlara sahip toplam 80 adet AAT bulunmaktadır [36]. Oluşan atıksuyun %64,4'ü ön arıtmaya (ızgara+kum tutucu+derin deniz deşarjı), %34,4'ü ileri biyolojik arıtmaya (karbon, azot ve fosfor giderimi) ve %1,2'si konvansiyonel biyolojik arıtmaya (kırsal yerleşimlerde sadece karbon giderimi yapılan atıksu arıtma tesisleri) tabi tutulmaktadır. İstanbul'un Anadolu yakasında 2 adet, Avrupa yakasında 7 adet olmak üzere çeşitli kapasitelerde toplam 9 adet ileri biyolojik AAT bulunmaktadır.

İnşası devam eden/planlanan biyolojik ve ileri biyolojik AAT'ler devreye alındığında, İstanbul genelinde atıksuların yaklaşık %10'undan azı ön arıtma ve derin deniz deşarjı sistemlerince arıtılacaktır. Bugünkü mevcut tesislerin büyük kısmı ön arıtma ve derin deniz deşarjı sistemlerinden oluşmasına rağmen Marmara Denizi'ne yapılan deşarjların %72'si, doğrudan Karadeniz'e yapılan deşarjların ise %88'i ileri biyolojik AAT çıkışlıdır [37]. Kırılmanlık analizi kapsamında ise kapasitesi 100.000 m³/gün'ün üzerinde olan AAT'ler (Ambarlı İleri Biyolojik AAT (İBAAT), Ataköy İBAAT, Baltalimanı Ön AAT, Büyükçekmece İBAAT, Kadıköy Ön AAT, Küçükçekmece Ön AAT, Küçüksu Ön AAT, Paşabahçe Ön AAT, Paşaköy İBAAT, Tuzla İBAAT ve Yenikapı Ön AAT) dikkate alınmıştır.

Doğalgaz Şebekesi

İstanbul'a gelen doğalgaz ilk olarak Esenyurt RMS İstasyonu'na 70 bar basınç ile girip burada basıncı 20 bar'a düşürülmektedir. Burada kokulandırılan doğalgaz çelik boru hattı ile bölge regülatörlerine iletilir ve bölge regülatörü çıkışında basıncı 1 ila 4 bar arasında olacak şekilde ayarlanır. Dolayısıyla sokaklarda bulunan doğalgaz hatlarındaki basınç 1 ila 4 bar arasında değişmektedir. Bölge regülatörlerden alınan doğalgaz polietilen boru hatları ile servis kutularına iletilir. Servis kutusundan kullanıcıya iletilen doğalgazın basıncı ise kullanıcının ihtiyacına göre 21 ila 300 mbar arasında değişmektedir.

Telekomünikasyon Altyapısı

Bu kapsamda değerlendirilebilecek altyapı, her türlü telefon, internet, kablolu TV ve fiber altyapıyı kapsamaktadır. Söz konusu altyapı içindeki en büyük payı ise bakır iletim hatları oluşturmaktadır. Türkiye’de olduğu gibi İstanbul’da da henüz gelişme aşamasında olan fiber altyapı mevcut durumda çok yaygın bir hizmet alanına sahip değildir. Fiber altyapının da dâhil olduğu yeraltı iletim hatları telekomünikasyon altyapısı içindeki en önemli bileşenlerden birini oluşturmaktadır.

7.4.3 Etki Senaryoları

Kamu hizmetleri sektörü ile ilgili yapılan kırılganlık analizinde yağış değişimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtına, deniz seviyesindeki değişim, kıyı erozyonu ve kuraklığın sektör için risk oluşturabileceği sonucuna varılmıştır. Sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, büyüme dönemi, nem, yangın, hava kalitesi ve kent ısı adası gibi etkilerin kamu hizmetleri sektörü üzerinde önemli bir etkisi olduğu öngörülmüştür, bu etkilerin kamu hizmetleri sektörü için düşük oranda risk oluşturdıkları öngörülmüştür.

Şiddetli yağışlar ile şiddetli yağışlar sonucunda karşılaşılabilecek sel ve taşkınların AAT’ler üzerine olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir [39]. Bu durumun özellikle atıksu kanal sisteminin eski olduğu bölgelerde daha etkili olabileceği öngörülebilmektedir. Su seviyesindeki yükselmenin ise kanal sistemine daha fazla tuzlu su girişimine neden olacağı bildirilmektedir [40]. İstanbul’un deniz kenarında yer alan bir şehir olması nedeniyle bu durumun da göz ardı edilmemesi önem arz etmektedir.

7.4.4 Kırılganlık Analizi

İstanbul’da gelecek yıllarda görülecek aşırı yağışlı günlerin sayısında yaşanacak artışın ve buna bağlı olarak görülecek sel ve taşkınların en büyük olumsuz etkiyi kanalizasyon şebekesi ve yağmur suyu drenaj sisteminde göstermesi beklenmektedir. Bu nedenle kanalizasyon şebekesi ve yağmur suyu drenaj sistemi kritik altyapıları için bu etkilere karşı olan risk yüksek olarak belirlenmiştir. Yağış değişimi ise zamanı ve şiddeti öngörülemeyen yağışların görülme tekerrürünü artıracığından kanalizasyon şebekesi ve yağmur suyu drenaj sistemi üzerinde olumsuzluğa neden olacaktır. Yağış değişiminin bu iki kritik altyapı üzerine etkisi bu sebepten ötürü orta düzeyde olarak öngörülmüştür. Şiddetli yağışlar ile sel ve taşkınlar sonucu AAT’lere ulaşacak atıksu debisinde önemli ölçüde artış yaşanacaktır. Atıksu kanallarına yağmur sızmasının daha fazla oranlarda olduğu atıksu toplama havzalarında bu durum daha belirgin şekilde görülecektir. Şiddetli yağış ile sel ve taşkın durumlarında

AAT'lere ulaşan atıksuyun AAT'lerin maksimum hidrolik kapasitesini aşması durumunda belli bir miktarda suyun arıtmaya alınmadan by-pass ile arıtılmadan denize deşarj edilmesi gerekecektir. AAT'lerin işletilmesi bu tür durumlarda daha güç olduğundan şiddetli yağışlar ile sel ve taşkın olaylarının AAT'ler üzerindeki riski orta seviye olarak değerlendirilmiştir. Şehir altyapısında gerçekleşecek muhtemel olumsuzluklar nedeniyle doğalgaz şebekesi ile telekomünikasyon altyapısında da aynı etkiler için risk seviyesi orta olarak seçilmiştir. Bu kapsamda cadde ve sokaklarda yaşanacak göçük ve toprak kayması gibi durumların hem doğalgaz hattına hem de yeraltında teşkil edilmiş olan telekomünikasyon altyapısına zarar verme ihtimali bulunmaktadır. Fırtına oluşumunun genellikle şiddetli yağış ile sel ve taşkın olaylarının görülme sıklığı ile paralellik göstermesi nedeniyle genel olarak kamu hizmetleri sektörü kapsamında incelenen tüm kritik altyapılar için fırtınanın orta seviyede risk oluşturduğu öngörülmüştür.

İstanbul'da gelecek yıllarda görülecek aşırı yağışlı günlerin sayısında yaşanacak artışın ve buna bağlı olarak görülecek sel ve taşkınların en büyük olumsuz etkiyi kanalizasyon şebekesi ve yağmur suyu drenaj sisteminde göstermesi beklenmektedir.

İstanbul için yapılan iklim projeksiyonlarına göre yüzyıl sonuna dek ortalama sıcaklıklarda artış ve yağışlarda ise kısmen de olsa bir azalma beklenmektedir [22]. Bu iki durum nedeniyle İstanbul için toplam su mevcudiyetinde azalma yaşanmasının yüksek ihtimal olması öngörülebilir. Su mevcudiyetindeki azalmanın toplam su tüketiminde zorunlu bir azalmaya ve bunun da atıksu oluşum miktarında azalmaya neden olabileceği söylenebilir. AAT'lere iletilen atıksu miktarındaki azalma tesis girişindeki kirletici konsantrasyonlarında artışa neden olacaktır. Debilerdeki ufak azalmaların arıtma performansına herhangi bir olumsuz etkisi olmayacağı tahmin edilmektedir. Tek başına ortalama sıcaklık ve/veya yaz sıcaklık artışının AAT'ler üzerinde doğrudan bir risk unsuru meydana getirmesi beklenmemekle birlikte su mevcudiyetinin azalmasının AAT'ler üzerinde orta derecede risk oluşturduğu düşünülmektedir. Su mevcudiyetinin azalmasının ve kuraklık olaylarının daha sık görülmesinin İstanbul'a içme suyu sağlayan barajlardaki su kalitesini olumsuz anlamda etkilemesi bir risk oluşturmaktadır. Söz konusu olumsuzluklardan bir tanesi de koku ve alg oluşumudur. Bu şekildeki suyun isale hatları ve şebekedeki taşınmasının bu kritik altyapı için orta seviyede risk oluşturduğu söylenebilir.

Deniz seviyesinde gerçekleşen yükselme kanalizasyon ve yağmur suyu drenaj sistemine (özellikle sahil kolektörlerine) daha fazla tuzlu su girişine neden olabilecektir. Bu durumlarda her iki sisteminin belli bir süre işlev görememesi ve kanal sistemi boyunca önemli sorunlarla karşılaşılması tahmin edilmektedir. Bu

sebepten dolayı bu iki kritik altyapı için deniz seviyesindeki değişim ile ilgili risk yüksek seçilmiştir. Deniz suyunun geri basması durumu özellikle denize çok yakın konumda bulunan AAT'ler için de bir risk oluşturmaktadır. İncelenen AAT'ler arasından bu özelliğe sahip olanların Ataköy İBAAT, Baltalimanı Ön AAT, Kadıköy Ön AAT, Küçükçekmece Ön AAT, Tuzla İBAAT ve Yenikapı Ön AAT olduğu tespit edilmiş ve bu AAT'ler için deniz seviyesindeki değişimin orta seviyede risk oluşturduğuna karar verilmiştir. Kırılabilirlik analizi kapsamında incelenen AAT'ler arasından Küçükçekmece Ön AAT'nin kıyı kenar çizgisine çok yakın olması nedeniyle bu AAT'nin kıyı erozyonu etkisine maruz kalabileceği düşünülmektedir. Bu durum ile ilgili riskin orta seviye olabileceği öngörülmüştür.

7.4.5 Fırsat ve İhtiyaçlar

İklim değişikliği sonucu görülecek etkilerin atıksu sektöründeki kritik altyapılar üzerine sağlayacağı önemli bir fırsat görülmemektedir. Atıksu sektörünün iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale getirilmesi için alınacak önlemler için finansman ihtiyacının gerekli olacağı düşünülmektedir.

7.4.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İstanbul'daki mevcut kanalizasyon sisteminin rehabilite edilerek yağış sularının atıksu kanallarına girişinin azaltılması yolu ile AAT'lere iletilen atıksu debisinde azalma sağlanması mümkün olacaktır. Bu noktadaki en önemli adım ivedilikle atıksu ve yağmur suyunun birlikte toplandığı kanal sisteminin, kentsel dönüşüm sonrası ayrılarak teşkil edilmesidir. Bununla birlikte mevcut ön arıtma yapan AAT'lerin kademeli olarak biyolojik arıtma yapan tesisler haline getirilmesi bu tesislerin çevreye etkilerinin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Her türlü havai iletim hattının yer altına alınması ile başta fırtına ve şiddetli yağış gibi olaylarda söz konusu hatların olumsuz etkilenmemesi sağlanabilir. Kıyı erozyonu ile mücadele için de gerekli önlemlerin alınmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla gerekli kıyı koruma çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir. İçme suyu şebekesindeki kayıp kaçak oranının daha da azaltılarak su kaybının <%15 düzeyine çekilmesi ise diğer önemli bir risk azaltıcı önlem olarak önerilebilir. Şebekede daha etkin basınç denetimi ve gelişmiş anlık (on-line) takip teknolojileri (akıllı şebekeler) ile kayıp-kaçak oranının gelişmiş ülkelerdeki oranlara düşürülmesi mümkündür.

7.4.7 Analiz ve Sonuç

Kamu hizmetleri sektörü için yapılan kırılabilirlik analizinde kritik altyapı olarak içme suyu isale hatları ve dağıtım şebekesi, kanalizasyon şebekesi, yağmur suyu drenaj sistemi, atıksu arıtma tesisleri, doğalgaz şebekesi ve telekomünikasyon altyapısı ele

alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değişikliği sonucunda yağış değişimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtınalar, deniz seviyesindeki değişim, kıyı erozyonu ve kuraklığa karşı risk altında olabileceği öngörülmektedir. Ele alınan kritik altyapılardan kanalizasyon şebekesi ile yağmur suyu drenaj sistemi için toplam risk yüksek seviye olarak belirlenmiştir. Bu kritik yapıların yüksek risk altında olmasının nedeni şiddetli yağışlar, sel ve taşkın ile deniz seviyesindeki değişime karşı yüksek risk altında olmasından ileri gelmektedir. Diğer kritik altyapılar için toplam risk ise orta seviye olarak belirlenmiştir. Kamu hizmetleri sektörü için tanımlanan sektörel toplam risk ise kanalizasyon şebekesi ve yağmur suyu drenaj sistemi kritik altyapılardaki toplam risk yüksek seviyede olduğu için yüksek olarak belirlenmiştir. Sektör ile ilgili toplam riskin azaltılması ve yönetilmesi için başlıca önlemlerin İstanbul'daki kanalizasyon ve yağmur suyu drenaj sistemi üzerine yoğunlaşması gerekmektedir. Şiddetli yağışlar ile sel ve taşkın olaylarından bu iki kritik altyapının olumsuz etkilenmeyecek şekilde güçlendirilmeye gidilmesi bu konudaki riskleri azaltacaktır. Bu amaçla ömrünü doldurmuş ve/veya fiziki hasarlara maruz kalmış kanal sistemlerinin yenilenmesi büyük önem taşımaktadır. Anlık şebeke izleme ve kontrol sistemlerinin yaygın kullanımının da kanal sisteminde görülecek sorunlara hızlı ve etkin çözümler üretmekte önemli bir araç olduğu göz ardı edilmemelidir. Kanalizasyon sisteminde yapılan iyileştirmelerin AAT'ler ve alıcı ortam üzerindeki olumsuz etkileri de azaltacağı dikkate alınmalıdır.

7.5 Kültür ve Turizm Sektörü

7.5.1 Sektörel Profil

Turizm sektörü, bugün dünya ekonomileri içindeki payını hızla arttırması, doğrudan ve dolaylı yollarla sağladığı yüksek istihdam olanakları, birçok sektörle etkileşim halinde olması ve o sektörler üzerinde çarpan etkisine sahip olması gibi nedenlerden dolayı Türkiye ekonomisi için kritik öneme sahiptir [41], [42]. Yapılan bir araştırmada dünyada turistik amaçlarla seyahat edenlerin sayısının 2015 yılında 2014 yılına göre %4,4 artarak 1.184 milyon kişiye ulaştığı ve sektörün 2010-2015 döneminde ortalama %4,9 hızla büyüdüğü belirtilmektedir [42]. Öte yandan Türkiye, dünyadaki turizm sektöründeki payını turizm potansiyeli yüksek olan İstanbul, İzmir, Antalya gibi kentler aracılığıyla arttırmaya çalışmaktadır. 2017 yılında dünya çapında hazırlanan "Seyahat ve Turizm Rekabet Endeksi" sıralamasına göre Türkiye 136 ülke arasında 44. sırada yer almıştır [43].

Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden biri olan İstanbul, doğal, kültürel ve tarihi özellikleri ve varlıkları ile oldukça yüksek bir turizm potansiyeline sahiptir.

İstanbul'a gelen yabancı turist sayısı 2000 yılından bu yana 2010 ve 2016 yılları hariç sürekli artmıştır. 2000 yılında 2.349.500 kişi olan turist sayısı, 2015 yılında 12.414.677 kişiye ulaşmıştır. Kaba bir hesapla İstanbul'a gelen yabancı turist sayısı 15 yılda yaklaşık 5,2 kat artış göstermiştir [44]. Son dönemde ülkemizin içinde bulunduğu coğrafyada yaşanan savaş, terör vb. olayların 2016 yılındaki yabancı turist sayısının (9.203.987) azalmasına neden olan geçici bir durum olarak düşünülmektedir. Yabancı turist sayısı bakımından Türkiye ile İstanbul arasında bir kıyaslama yapıldığında, İstanbul'a gelen yabancı turist sayısının Türkiye içindeki payı zaman zaman azalsa da genel eğilim artış yönünde olduğudur.

Türkiye'ye gelen turistlerin belli başlı turistik merkezlere dağılımına bakıldığında 2010 yılında İstanbul, Antalya'dan sonra en çok turist çeken il iken (Türkiye'ye gelen 28.632.204 milyon turistin %34'ü Antalya'ya, %24'ü İstanbul'a gelmiştir), [45], [46] 2015 yılında İstanbul'a gelen turist sayısı Antalya'ya gelen turist sayısını aşarak İstanbul'u Türkiye'nin en önemli turizm merkezi konumuna getirmiştir. 2015 yılında Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden biri olan Antalya'ya gelen turist sayısının %5,5 oranında azaldığı, İstanbul'a gelen turist sayısının ise %4,8 oranında artış gösterdiği ve ziyaretçi sayısının 12.414.600 milyona yükseldiği görülmektedir [47], [48].

2015 yılında, toplam 12.414.677 milyon yabancı turistin geldiği İstanbul, Avrupa'nın belli başlı turist çeken büyük kentleri ile karşılaştırıldığında en fazla turist çeken üçüncü kenti olduğu görülmektedir. 2015 yılı verilerine göre Londra 18.580.000 milyon turist ile Paris'e 15.023.000 milyon turist ile Avrupa'da en fazla turist çeken şehirlerdir. Yıllara göre gelen turist sayıları incelendiğinde artış eğilimi İstanbul için azalarak devam etmektedir [47] [48]. İstanbul'a 2016 yılı Ocak ayında gelen 692.172 bin turistin %8,1'i Almanya, %8'i İran, %5,6'sı Irak, %3,9'i Suudi Arabistan, %3,8'i İngiltere, %3,7'si ABD, %3,7'si Suriye, %3,2'si Ukrayna, %3,1'i Fransa, %2,5'i Rusya, %2,4'ü Hollanda, %2,4'ü Kuveyt, %2,4'ü İtalya, %1,9'i Güney Kore, %1,8'i Azerbaycan ve geri kalan %43,2 oranındaki turist diğer ülkelerin vatandaşlarıdır [44].

İstanbul'daki acenteler incelendiğinde tüm gruplar ve şubeler dahil 2.441 adet acentenin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu tesislerin %95'i A grubu, %1'i geçici A grubu, %2'si B grubu, %2'si C grubu tesisleridir [44].

İstanbul'a gelen yabancı turistler için İstanbul'da gezilmesi-görülmesi tavsiye edilen, tarihi ve kültürel miras öğelerinin yer aldığı çekici unsurların büyük bir ağırlıkla Tarihi Yarımada ve ikinci düzeyde de Boğaz bölgesinde yoğunlaştığı gözlenmektedir.

Gezilecek-görülecek yer açısından ikinci sırada yer alan Beyoğlu İlçesi ise yeme içme olanakları ve özellikle eğlence yerleri açısından öne çıkmaktadır [49]. Son yıllarda yaşanan terör, eylemler gibi nedenlerden dolayı Beyoğlu ilçesinin İstiklal caddesi ve devamında bulunan Şişhane, Galata bölgesini tercih eden kullanıcıların Karaköy, Beşiktaş ve Kadıköy’de yeni çekim merkezleri oluşturduğu görülmektedir. Beyoğlu-Beşiktaş-Şişli-Kadıköy ilçelerinden oluşan bölge ise gezme-görme, yeme içme ve eğlence aktivitelerinin bir arada bulunduğu ve bu açıdan turistler açısından önerilen bir çekim merkezidir.

Turizm faaliyetlerini geliştiren ve destekleyen değerler turizm potansiyellerini oluşturmaktadır. İç ve dış turizm açısından belirgin bir özelliği bulunan değerleri, doğal, tarihsel ve arkeolojik, kültürel ve ekonomik olmak üzere dört grup içinde incelemek mümkündür:

- Doğal Değerler: İstanbul Boğazı, Haliç, Adalar, kıyılar, kumsallar, göller, Belgrad Ormanı, Tuzla İçmeleri, Çamlıca Tepesi, Aydos Dağı vb.
- Tarihsel ve Arkeolojik Değerler: Kaleler, kuleler, surlar, saraylar, kasırlar, dini yapılar, anıtlar, han ve hamamlar, çarşılar, eski kent dokuları vb.
- Kültürel Değerler: Müzeler, yerel festivaller, uluslararası festivaller vb.
- Ekonomik Değerler: Fuarlar, spor alanları, eğlence merkezleri, alışveriş merkezleri, kongre merkezleri vb. [49].

İstanbul’un turizm sektörünün ve turizme bağlı ticaret ve hizmetler piyasasının ağırlıklı olarak tarih ve kültür turizmi ağırlıklı olduğu, doğa turizminin kültür turizmine kıyasla daha ikinci planda kaldığı söylenebilir.

Bu çerçevede turizm, ticaret ve hizmetler sektörünün iklim değişiminden kaynaklı bazı olumsuzluklarla karşı karşıya kalması muhtemeldir. Turizm sektörünün temel kaynağının iklim olması nedeniyle, turizm merkezleri iklim ile doğrudan ilişki içindedir ve su temini, kalitesi, ısıtma-soğutma maliyetleri, sulama ihtiyacı gibi birçok farklı yönden turizm faaliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte iklim koşulları ve hava durumu bir etkinliğe katılımı artırmakta veya benzer biçimde katılımı engelleyici rol oynayabilmektedir. İklim koşulları yapılan aktivitenin ne kadar eğlenceli olacağını etkilediği için, turistlerin memnuniyetinin önemli ölçüde hava şartlarına bağlı olduğunu söylemek mümkündür. Bir diğer bakış açısıyla inceleyecek olursak iklim koşulları, turistler açısından caydırıcı unsur olabilecek aşırı sıcaklar, şiddetli hava olayları dalgaları, sel felaketleri gibi olumsuz

çevresel koşullar oluşturabileceği gibi aşırı sıcaklar ve su teminindeki yetersizlikten kaynaklanabilecek bulaşıcı hastalıklar, stres, kötü hava kalitesi gibi olumsuz şartlara da zemin hazırlayabilmektedir.

De Freitas [50] iklimin özelliklerinin turizm sektörü üzerindeki etkilerini estetik, fiziksel ve termal etkiler şeklinde sınıflandırmaktadır [51]. Bu sınıflandırmada yer alan termal bileşen, turistin kendini ne kadar rahat hissettiğini açıklamaktadır. Fiziksel bileşen rüzgâr ve yağmur gibi iklimsel etkilerin görüldüğü koşullarda belirli bir etkinliğin mümkün olup olmadığını değerlendirmek için önemlidir. Estetik bileşen ise gelen ziyaretçilerin hoşlandığı psikolojik perspektif olarak tanımlanan bulutların görünümü, ışığın yansıması gibi görsel etkiler olarak değerlendirilmektedir [51].

Bu bağlamda, iklim değişikliğinden kaynaklanan hava olaylarının turistler üzerindeki olumsuz etkileri düşünüldüğünde turizmin ne düzeyde olumsuz etkileneceği, bu etkilenmeden hangi kritik altyapının daha çok zarar göreceği kestirilebilir. Örneğin hava olaylarından;

- Rüzgârın, toz ve kuma neden olma;
- Yağmurun, görüş alanını kısıtlanması, ıslaklığa neden olma, sel;
- Karın, aktivitelere katılımı engellemesi;
- Buzun, fiziksel yaralanmalara ve mülkün zarar görmesine neden olması;
- Hava kalitesinin, sağlığa etkisi, alerji gibi fiziksel konforu bozucu etkisi;
- Radyasyonun, sağlık üzerinde tehdit oluşturması ve güneş yanığı;
- Hava sıcaklığı ve nemin, çevresel ısı-stres, hipotermi gibi etkileri turistlere olumsuz yansıyacaktır [51].

Ayrıca bu tür hava olayları turistik tesisleri de doğrudan etkileme potansiyeline sahip olduğundan turizm, ticaret ve hizmet sektörünün iklim değişikliğinden olası zararları öngörülebilir. Bu bağlamda turizm-ticaret ve hizmet sektörü için iklim değişikliğinden kaynaklı hava olaylarının somut varlıklar üzerinde,

- Sıcaklıkların yükselmesi ile mevsimselliğin değişmesi ve soğutma maliyetlerinin artması,
- Deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda kıyı erozyonunun görülmesi, sahil alanlarının kaybolması ve sahil alanlarının korunması için gereken maliyetlerin artması,
- Yağışların azalması ve artan buharlaşma nedeniyle, su kaynaklarının azalması,

- Su kaynaklarının rekabet unsuru olması, orman yangınlarının artması ve çölleşme riski,
- Fırtına ve sellerin sıklığının ve yoğunluğunun artması ile turizm tesisleri için riskin artması, sigorta maliyetlerindeki artış, işin durmasıyla yaşanan mali kayıp,
- Yoğun yağışların artması ile tarihi, mimari ve kültürel varlıkların sel ve yağıştan zarar görmesi ve turizm altyapısında zarara neden olması gibi etkiler en önemli risk unsurları olarak sayılabilir [51].

7.5.2 Kritik Altyapı

İstanbul'da ticaret ve turizm sektörü genel olarak hizmetler sektörünün alt bileşenleridir. Hizmetler sektörünün iki önemli alt sektörü olan ticaret ve turizmi hedef kitlesi, sektörün işleyiş biçimi ve kırılabilirliği bakımından ayırmak gerekmektedir. Bu bağlamda ticaret sektörünün, kentsel mekândaki biçimlenmesi ve içerdiği tesislerin niteliği ve iklim değişikliği açısından risk durumları ele alındığında iş ve kentsel yaşamının en yoğun deneyimlendiği somut varlıklar olarak, “Alışveriş Merkezleri, Alışveriş Caddeleri, Çarşılar, Perakende ve Toptancılar” olarak gruplandırılmıştır. Bu birinci kritik altyapı, “Ticari Hizmetler” teması altında tek bir kritik altyapı olarak gruplandırılarak değerlendirilmiştir. Bu tesislerin iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmeleri halinde kentin en önemli ekonomik aktivite alanlarının zarar göreceği, bunun hem kentin hem kentlinin hem de ülkenin ekonomik yapısına zarar vereceği düşünülmüştür. Ticaret sektörü ile ilgili ana tema ve kritik altyapı şöyle tanımlanmıştır:

İkinci tema olarak “Turizm Hizmetleri” ele alınmıştır. Turizm sektörünün temel kaynağının iklim olması nedeniyle, turizm sektörü iklim ile doğrudan ilişki içindedir. Bu ilişki üç boyutlu olarak tanımlanabilir:

1. Turistik tesislerin/işletmelerin iklim değişikliğinden etkilenme düzeyine bağlı olarak sunacakları servis kalitesi,
2. Turistlerin iklim ile ilişkili olarak etkinliklerden ve etkinliklere katılımdan duyduğu memnuniyet,
3. Turist çekim noktalarının niteliğinin iklim değişikliğinden ne düzeyde etkileneceği.

Bu bağlamda, kültür ve turizm alt sektörü için tanımlanan temalar ve kritik altyapılar şunlardır:

- Turizm Hizmetleri/Turizm Operatörleri- İşletmeleri
- Kültürel Etkinlikler/ Tiyatrolar, Sinemalar, Müzeler, Galeriler, Kültür Merkezleri
- Açık Hava Etkinlikleri / Festival Alanları, Meydanlar, Parklar ve Rekreasyon Alanları
- Tarihi ve Kültürel Miras Ögeleri/ Eski Eserler-Anıtsal ve Sivil Mimarlık Örnekleri

Sonuç olarak sektörün kritik altyapısı beş farklı şekilde oluşturulmuştur:

Ticari Hizmetler / Alışveriş Merkezleri ve caddeleri, Çarşılar, Perakende ve Toptancılar)

İstanbul çok merkezli bir kenttir. Merkezi iş alanı, Tarihi Yarımada-Maslak hattında yer alırken, bu hat üzerindeki Büyükdere Caddesi ticaret, hizmet ve karma kullanım fonksiyonlarının yoğunlaştığı önemli bir aks olarak ortaya çıkmaktadır. Tarihi yarımada ve merkezi iş alanı dışında, Kapalı Çarşı, Mısır Çarşısı, İstiklal Caddesi, Osmanbey, Beşiktaş ve Üsküdar diğer önemli ticaret bölgeleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ticaret alanları dışında, İstanbul'da merkezler kademelenmesi içinde birinci derece alt merkezler olarak Anadolu yakasında Kadıköy, Kozyatağı ve Ataşehir bölgesi, Avrupa yakasında ise Bakırköy bölgesi sayılabilir. Bu merkezler dışında Yenibosna Basın-Ekspres aksı ile Kadıköy-Bostancı önemli ticaret ve hizmet aksları olarak öne çıkmaktadır. Ticaret bölgeleri kısmen geleneksel ticaret alanlarını kısmen de çağdaş alışveriş merkezlerini içermektedir. Ancak, İstanbul'da alveriş merkezleri yukarıda sayılan bölgelerin dışında da yer seçme eğilimindedir. Bu alışveriş merkezleri bulunduğu bölgelerde lokal merkezler gibi işlev görmelerinin yanında İstanbul bütününe de hizmet edebilmektedir.

Turizm Hizmetleri / Turizm Operatörleri-İşletmeleri

İstanbul son sayımlara göre yılda 12 milyondan fazla turisti ağırlayan bir kenttir. Kentte Avrupa yakasında 1.548, Anadolu yakasında 169 konaklama tesisi (otel, pansiyon, butik, hostel, motel) bulunmaktadır. Otellerin dağılımına bakıldığında %80'i Avrupa yakasında, %20'si Anadolu yakasında yer almaktadır. Avrupa yakasında otellerin %33'ü Fatih, %19'u Beyoğlu'nda iken, Anadolu yakasındaki otellerin %27'si Pendik, %24'ü ise Kadıköy'dedir [52]. Öte yandan son yıllarda kentte yer alan iki havaalanına yakın otel yatırımlarına da rastlanmaktadır. Kritik altyapı çerçevesinde oteller ve konaklama tesisleri ve turizm organizasyonları değerlendirilmiştir.

Kültürel Etkinlikler / Tiyatrolar, Sinemalar, Müzeler, Galeriler, Kültür Merkezleri

Kültürel etkinlikler iklim değişiminden içinde yer aldıkları yapının koşullarına ve konumuna bağlı olarak etkilenebilirler. Kritik altyapı çerçevesinde tiyatrolar, sinemalar, müzeler, galeriler, kültür merkezlerinde gerçekleşen kültürel etkinlikler ele alınmıştır.

Açık Hava Etkinlikleri / Festival Alanları, Meydanlar, Parklar ve Rekreasyon Alanları

Yaz aylarında artan sıcaklık nedeni ile açık alanların günün belli saatlerinde kullanımının kısıtlanması kaçınılmazdır. Bu kapsamda yaz aylarında 12-16 saatleri arasında açık hava faaliyetleri akşam saatlerine sarkacaktır. Açık hava düzenlemeleri için gölgelik alan yaratılması, yeşillendirme faaliyetleri önem kazanacaktır.

Tarihi ve Kültürel Miras Ögeleri / Eski Eserler-Anıtsal ve Sivil Mimarlık Örnekleri

Anıtsal ve sivil mimarlık örnekleri kültür, tarih ve arkeolojik turizm açısından en önemli somut varlıklardır. Bu eserlerin turizm amaçlı kullanımına sıkça rastlanmaktadır. Bu nedenle koruma açısından önem arz eden bu eserlerin kültür turizmi açısından da ele alınması gerekir. Bu kapsamda kritik altyapı çerçevesinde kültürel miras ögeleri değerlendirilmiştir.

7.5.3 Etki Senaryoları

İstanbul'un gelecekteki olası iklim değişikliği senaryoları incelendiğinde iklim değişikliği projeksiyonlarına göre serin günlerin oranının küresel ısınma ile beraber gittikçe azalacağı [15]; yüzyılın ortası ve sonu için projeksiyonlarda sıcak günler oranındaki artışın devam edeceği [15]; İstanbul için yüzyılın sonunda 0°C'nin altına düşen sıcaklıkların olmayacağı [15]; kentleşmeden dolayı bazı yerleşim alanlarındaki sıcaklık artışının mevcut durumdaki 1,2°C'nin, 2030'larda 1,5°C'yi, 2050'lerde ise 1,7°C'yi aşacağı hesaplanmaktadır [15].

Yıllık ortalama sıcaklıkların 1-4,5°C arasında artacağı, sıcak günlerin artacağı, sıcaklığı 30°C'nin üzerine çıkan gecelerin sayısının artacağı, öngörülmektedir [15]. Yukarıdaki öngörüler çerçevesinde, İstanbul'da beklenen iklim değişikliğinin turizm ve ticaret sektöründeki kritik altyapıları nasıl etkileyeceği aşağıda verilmektedir.

Ticari Hizmetler/ Alışveriş Merkezleri ve caddeleri, Çarşılar, Perakende ve Toptancılar)

Bu kritik altyapı çerçevesinde iklim değişikliği ile ilişkili olarak söz konusu ticaret alanları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Sel ve taşkın alanlarında yer alan ticaret ve hizmet alanları (Dolapdere, Cendere Vadisi, Basın-Ekspres hattı vb.) can ve mal kaybı riskinin yanında, kent ticaret hayatının da ekonomik açıdan olumsuz etkilenmesi riski ile karşı karşıyadır. Ayrıca, riskin artmasına paralel sigorta maliyetlerindeki artış ve işin durmasıyla yaşanan mali kayıplar da diğer risk unsurları olarak sayılabilir.

Kentsel ısı adası oluşumu ve aşırı sıcaklardan etkilenebilecek cadde üstü ticaret alanlarında (Kadıköy-Bostancı hattı, İstiklal Caddesi, Nuruosmaniye Caddesi vb.) kentli ve ziyaretçiler açısından sağlık tehdidi, alerji, yaşam konforunun olumsuz etkilenmesinin yanında, iklim konforu sağlanabilmesi için soğutma maliyetlerinin artması riski ile karşı karşıyadır.

Sahilde su yükselmesinden etkilenebilecek kıyı ticaret alanlarında (Boğaz ve Haliç hattındaki restoranlar, eğlence ve alışveriş mekânları) sahil alanlarının kaybolması ve sahil alanlarının korunması için maliyetlerin artması, ilave risk unsurlarıdır.

Sıcaklıkların yükselmesi ile mevsimselliğin değişmesi sonucunda kapalı alışveriş mekânlarının soğutma maliyetlerinin artması muhtemeldir.

Fırtına, yangın ve sellerin sıklığının ve yoğunluğunun artması sonucunda sigorta maliyetlerindeki artıştan ve işin durmasıyla yaşanan mali kayıplardan ticaret ve hizmet tesislerinin etkilenmesi beklenmektedir.

Turizm Hizmetleri/Turizm Operatörleri-İşletmeleri

Bu kritik altyapı çerçevesinde iklim değişikliği ile ilişkili olarak oteller ve konaklama tesisleri ve turizm organizasyonları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Sel ve taşkın alanlarında yer alan turistik fonksiyonlar (Ayamama Deresi taşkın alanında yer alan konaklama tesisleri), can ve mal kaybı riskinin yanında, kent turizminin ekonomik açıdan olumsuz etkilenmesi riski ile karşı karşıyadır. Ayrıca, riskin artmasına paralel sigorta maliyetlerindeki artış ve işin durmasıyla yaşanan mali kayıplar da diğer risk unsurları olarak sayılabilir.

Kentsel ısı adası oluşumu ve aşırı sıcaklardan etkilenebilecek konaklama bölgelerinde (tarihi yarımada, Pera, Kadıköy, Ataşehir) kentli ve ziyaretçiler açısından sağlık

tehdidini, alerji, yaşam konforunun olumsuz etkilenmesinin yanında, iklim konforu sağlanabilmesi için soğutma maliyetlerinin artması riski ile karşı karşıyadır.

Sahilde su yükselmesinden etkilenebilecek turistik fonksiyonlar (Boğaz hattındaki konaklama tesisleri), sahil alanlarının kaybolması ve sahil alanlarının korunması için maliyetlerin artması gibi ilave risklerle karşı karşıya kalacaktır.

Fırtına, yangın ve sellerin sıklığının ve yoğunluğunun artması sonucunda sigorta maliyetlerindeki artış ve işin durmasıyla yaşanan mali kayıplar turistik tesisler/ işletmeler için ek risk unsurlarıdır.

Sıcaklıkların yükselmesi ile mevsimselliğin değişmesi sonucunda soğutma maliyetlerinin artması, turistik tesisler için bir diğer ekonomik risk kaynağı olacaktır.

Sık hava değişimleri nedeniyle turistik organizasyonlarda ve planlanan etkinliklerde yaşanması muhtemel rezervasyon iptalleri ve/veya düşük katılım riskinden etkilenecek olan turizm operatörleri/işletmeleri için bir diğer risk unsurudur.

Kültürel Etkinlikler/ Tiyatrolar, Sinemalar, Müzeler, Galeriler, Kültür Merkezleri

Bu kritik altyapı çerçevesinde iklim değişikliği ile ilişkili olarak tiyatrolar, sinemalar, müzeler, galeriler, kültür merkezlerinde gerçekleşen kültürel etkinlikler aşağıdaki gibi ele alınmıştır.

Sel ve taşkın alanlarında yer alan müzeler ve arşivler (Kâğıthane’de yer alan Osmanlı Arşivi), can ve mal kaybı riskinin yanında, tarihi ve kültürel değerlerin kaybolması riski taşımaktadır.

Sahilde su yükselmesinden etkilenebilecek müzeler ve arşivler (Boğaz ve haliç kıyısında yer alan müzeler), tarihi ve kültürel değerlerin kaybolması ve bu alanlarının korunması için maliyetlerin artması riskleriyle karşı karşıya kalacaktır.

Sıcaklıkların yükselmesi ile mevsimselliğin değişmesi sonucunda bu tür tesislerde soğutma maliyetlerinin artması beklenmektedir.

Açık Hava Etkinlikleri / Festival Alanları, Meydanlar, Parklar ve Rekreatyon Alanları

Bu kritik altyapı çerçevesinde iklim değişikliği ile ilişkili olarak açık hava etkinliklerine konu alanlar aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Sel ve taşkın alanlarında yer alan düzenlemeler (Zeytinburnu dere yataklarında yer alan toplanma alanları), can ve mal kaybı riskinin yanında, açık alanların kaybolması riski taşımaktadır.

Sahilde su yükselmesinden etkilenebilecek alanlar (Yenikapı miting alanı, Marmara ve Haliç deki dolgu alanları), sahil alanlarının kaybolması ve sahil alanlarının korunması için maliyetlerin artması riski taşımaktadır.

Fırtına, aşırı yağışlar, aşırı sıcaklar ve ani hava değişimleri nedeniyle turistik organizasyonlarda ve planlanan etkinliklerde yaşanması muhtemel rezervasyon iptalleri ve/veya düşük katılım riski bulunmaktadır.

Tarihi ve Kültürel Miras Öğeleri/ Eski Eserler-Anıtsal ve Sivil Mimarlık Örnekleri

Bu kapsamda kritik altyapı çerçevesinde iklim değişikliği ile ilişkili olarak kültürel miras öğeleri aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Sel ve taşkın alanlarında yer alan anıtsal ve sivil mimarlık öğeleri (İhlamur Kasrı), can ve mal kaybı riskinin yanında, tarihi ve kültürel değerlerin kaybolması riski taşımaktadır.

Sahilde su yükselmesinden etkilenebilecek anıtsal ve sivil mimarlık öğeleri (Boğaz kıyısında yer alan saraylar, yalılar, kasırlar), tarihi ve kültürel değerlerin kaybolması, düşük kot alanlarının sular altında kalması ve bu yapıların korunması için maliyetlerin artması risklerini barındırmaktadır.

Fırtına, yoğun yağış ve yangınlardan zarar görme ihtimali olan anıtsal ve sivil mimarlık öğelerinin yoğunlaştığı alanlarda (Tarihi yarımada dünya miras alanları, Beyoğlu bölgesi, Eyüp merkezi, Üsküdar) ilave bakım, onarım ve koruma tedbirlerinden kaynaklı maliyet artışları söz konusu olacaktır. Sıcaklık değişimi nedeniyle cephelerde bozulma, ıslak ve dondurulmuş tuğla, taş ve seramiklerin içindeki hasar, kültürel miras materyalleri içindeki gözenekli yapı, nem oranındaki değişim gibi sebeplerden dolayı ilave bakım, onarım ve koruma tedbirleri gerekmektedir.

7.5.4 Kırılabilirlik Analizi

Kültür-Turizm-Ticaret Sektörü açısından olası değişimlerden etkilene düzeylerini belirlemek üzere yapılan kırılabilirlik analizine göre sektörün en fazla etkileneceği (yüksek risk) değişimler sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, fırtınalar ve seller olarak değerlendirilmiştir. Sektör açısından açık hava faaliyetlerinin, kapalı alanlarda gerçekleşen faaliyetlere kıyasla daha fazla hassasiyet göstermesi beklenmektedir. Buna göre orta ve yüksek risk olarak değerlendirilen her bir kritik altyapı bazında öngörülen iklim değişikliği etkileri kırılabilirlik tablosunda verilmektedir.

Kültür-Turizm-Ticaret Sektörü açısından belirlenen kritik altyapılar düşünüldüğünde seller ve şiddetli yağışların neden olacağı hasarların çeşitli etkileri vardır. Bunlar, kültür, ticaret ve turizm açısından önemli olan tesislerin zarar görmesi nedeniyle yaşanan ekonomik kayıplar (fiziksel hasar nedeniyle yaşanan değer kaybı, arazi değeri kaybı, peyzaj ve tasarım alanlarının bozulması ile yaşanan değer kaybı ve iş kaybı nedeniyle ortaya çıkan zararlar) ve riskler nedeniyle artan maliyetler (iklimsel konfor sunmanın maliyeti-soğutma, sağlık üzerindeki tehditlerin ortadan kaldırılmasına yönelik sağlık harcamaları, artan risk nedeniyle oluşan sigorta maliyetleri, koruma, bakım ve onarım maliyetleri) olarak belirlenmiştir.

Turizm sektörü açısından bir diğer konu ise aşırı sıcaklar, sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar gibi olumsuz iklimsel faktörler karşında, turistik organizasyonlarda ve planlanan etkinliklerde yaşanması muhtemel rezervasyon iptalleri-ertelemeleri ve/veya turist sayısındaki azalmadır. Bu riskler, yaz sezonundaki turist sayısındaki düşüşe veya turizm sezonunun kaymasına neden olabilir. Sektördeki tüm paydaşlar uygun adaptasyon stratejileri ile uyum sağlayabilirse sezon kayması avantaja çevrilebilir. Aksi takdirde kültür ve eğlence amaçlı turist sayısı yaz sezonunda düşebilir, bu durum turizm işletmelerini olumsuz etkileyebilir.

7.5.5 Fırsat ve ihtiyaçlar

İstanbul yıllık 12 milyonun üzerindeki turist sayısı ile en çok turist çeken ilimizdir. Ekstrem hava olayları (sıcak hava dalgaları, fırtına, şiddetli yağış, sel ve taşkın gibi) ise günümüzde olduğu gibi gelecekte de hem doğrudan hem de dolaylı olarak turizmi olumsuz etkilemeye devam edecektir. Ancak, daha çok kültür ve eğlence ağırlıklı bir turizm pazarı olan İstanbul'un gelecekte sıcaklıkların artması, sıcak ve kurak dönemlerin genişlemesi ile tipik Akdeniz iklimine doğru evrilmesinin, İstanbul turizmine olumlu yansımalarının olması beklenmektedir. İklim değişikliğindeki bu durumun bir fırsat olarak değerlendirilebilmesi aşağıda açıklanan belirli koşulların sağlanması ile mümkün görünmektedir.

İstanbul'un turizm türleri açısından tarih ve kültür turizmi için oldukça elverişli ve güçlü yanları olan dünyadaki nadir kentlerden biridir. İstanbul'un kıyıları, ormanları, tarihi dokusu ve kültürü turizm alternatifleri oluşturulmasında etkin rol oynamaktadır. İklim değişikliği senaryolarına göre İstanbul'un ikliminin Akdeniz iklimine evrilmesinin turizm açısından en önemli fırsatlarından birisi hâlihazırda oldukça zayıf olan deniz turizminin, gelecekte kültür ve eğlence turizminin yanında alternatif bir seçenek oluşturma potansiyeli taşımasıdır. Şile, Riva, Kilyos ve Silivri kıyılarının uzun vadede deniz turizmi için uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Kıyılarının ve kumul alanlarının kentleşme baskısından kurtarılması, denizlerin kirliliğe karşı korunması ve bu bölgelerin deniz turizmine uygun niteliklere ve standartlara kavuşturulması ile fırsatlardan yararlanmak mümkün olacaktır. Böylece iklim değişikliklerinin etkileri ile kültür ve eğlence turizminde güçlü olan İstanbul'un aynı zamanda deniz turizminde de güçlü bir kent haline gelmesi ve böylece dünya turizm sektöründen daha fazla pay alması mümkün görünmektedir.

Denizler ve kıyılarının korunması, kirlilikten arındırılması, bu bölgelerden deniz turizmi için uygun olanların gerekli standartlara kavuşturulması ve altyapı iyileştirmesi ile deniz turizmi sektöründe olumlu bir gelişme beklenmektedir. Deniz turizmindeki bu gelişme sayesinde turizm işletmeleri/operatörleri ve konaklama tesislerinin halihazırda turizmin güçlü olduğu kültür-gezi ve eğlence turizm sektöründe yaşanması beklenen olumsuzlukların (iklim değişikliğinin yaz aylarında olası olumsuz etkileri nedeniyle) tazmini söz konusu olabilecektir. Ayrıca İstanbul kentinin turizm sektörünün deniz turizmi ile çeşitlenmesi de yine turizm işletmeleri için iklim değişikliğinin neden olacağı bir diğer olumlu yansıma olarak değerlendirilmektedir.

Bir diğer fırsat olarak, İstanbul'un turizm sezonunun kayması ve yıl bütününe yayılması ile İstanbul'daki toplam turist sayısının yıl içinde sonbahar ve yaz aylarına yayılması sonucunda konaklama tesislerindeki ortalama doluluk oranının ve süresinin artma olasılığıdır. Bir başka deyişle yıl içindeki doluluk oranının birkaç ayda zirve yapıp diğer aylarda düşük olması yerine yıl içinde daha geniş bir zamana yayılan yüksek doluluk oranları beklenebilir. Ancak bunun sağlanabilmesi, deniz turizmine yönelik hamlelerin başlaması, turizmdeki tüm paydaşların katılımı ile geleceğe dönük "İstanbul turizm stratejileri eylem planının" hazırlanması, bu plan kapsamında her paydaşın üzerine düşen görevi uzun vadede yerine getirmesine yönelik bağlayıcı düzenlemelerin yapılması gereği vardır.

Yukarıda tanımlanan fırsatların dışında kültür, turizm ve ticaret sektörünün ihtiyaçlarına yönelik eylemlerin planlanması gerekmektedir. Örneğin, turist sayısındaki artışın su kaynakları ve enerji üzerinde fazladan baskıya sebep olma ihtimali vardır. Bu bağlamda gerek enerji gerekse su ihtiyacı göz önünde bulundurularak bu kaynaklara yönelik üç farklı strateji kapsamında gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bunlar,

1. Varolan su kaynaklarının korunmasına yönelik çalışmalar,
2. Su ve enerji üzerindeki talebi düşürmeye yönelik çalışmalar (örneğin,

turizm faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların düşürülmesi, enerji verimliliğini artırmaya yönelik teşebbüsler, çevre dostu turizm sertifikasyonları, eko-etiketler, üretilen karın küçük bir yüzdesinin aktarıldığı iklim fonları vb.),

3. Su ve enerjinin mevcut kaynaklarla temininin yetmemesi durumunda alternatif kaynaklardan temin etmeye yönelik çalışmalar olarak tanımlanabilir.

7.5.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İklim değişiminin kültür-turizm-ticaret sektörü üzerindeki etkilerinin ve olası risklerin azaltılması kapsamında;

1. Sel ve taşkın sonucu can ve mal kaybının önlenmesi amacıyla yeni yapılacak yatırımlar için dere yataklarının dışında yer seçimi, riskli bölgelerde yer alan mevcut yapılaşma için gerekli önlemlerin alınması (örneğin zemin ve bodrum katlarının mümkünse boşaltılması, hiçbir şekilde yaşama mekânı veya arşiv olarak kullanılmaması, bu bölgelerde yer alan tarihi eserler için bazı özel önlemler alınması) düşünülebilir.
2. Sahilde su yükselmesine karşı alınması gereken önlemler çerçevesinde benzer şekilde bodrum katlarının mümkünse boşaltılması, hiçbir şekilde yaşama mekânı veya arşiv olarak kullanılmaması, bu bölgelerde yer alan tarihi eserler için de özel önlemler alınması düşünülebilir.
3. Açık alanların etkin kullanımı, kullanıcıların sıcaklardan etkilenmemesi için gölgelik alanlar oluşturulması, avlulu mimarinin tercih edilmesi, yeşil alan miktarının artırılması, ağaçlıklı yollar oluşturulması önerilebilir. Sahil alanlarının yoğun ve kapatıcı kullanımlardan arındırılarak rekreatif amaçlara ayrılması, bu alanlara kamu erişiminin sağlanması da düşünülmelidir.
4. Kent ısı adası etkisinin azaltılması için kent genelinde bina ve insan yoğunluğunun azaltılması ve benzer şekilde yeşil alanların artırılması, kent ölçeğinde rüzgâr koridorlarını gözetken yeşil sistemin geliştirilmesi önem kazanmaktadır.
5. Mevcut teknoloji ve uygulamalarla bile konaklama sektöründen kaynaklanan emisyonları %30-40 oranında azaltmanın mümkün olduğu tahmin edilmektedir [53]. Turizm işletmeleri için enerji yönetimi ile

sağlanan tasarruflar faturalara somut olarak yansımaktadır. Konaklama tesisleri için enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak için düzenlemeler yapılabilir.

7.5.7 Analiz ve Sonuç

Yukarıda belirtilen konu başlıklarında yapılan değerlendirmeler sonucunda kültür-turizm ve ticaret sektörünün iklim değişikliği senaryoları çerçevesinde etkilenmesinde orta düzeyde risk taşıdığı görüşü ağırlık kazanmaktadır.

İstanbul'un hâkim turizm faaliyetleri ve buna bağlı ticaret ve hizmet faaliyetlerinin genellikle kültür, eğlence ve gezi ağırlıklı olduğu ve doğa turizminin ikinci planda kaldığı görülmektedir. Turizm sektörünün temel kaynağının iklim olması nedeniyle, turizm faaliyetleri ve organizasyonları iklim ile doğrudan ilişki içindedir. Özellikle kültür, eğlence ve gezme amaçlı turistik faaliyetlerde, özellikle açık hava etkinliklerinde, iklim koşulları yapılan ilgili faaliyetin niteliğini doğrudan etkileyeceği için, turistlerin memnuniyetinin önemli ölçüde hava şartlarına bağlı olduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle, aşırı sıcaklar, şiddetli hava olayları dalgaları, sel felaketleri, fırtınalar gibi hava olayları, çevre koşullarını olumsuz etkileyebileceği gibi, aşırı sıcaklar ve su teminindeki yetersizlikten kaynaklanabilecek bulaşıcı hastalıklar, stres, kötü hava kalitesi gibi sorunlara da zemin hazırlayabilmektedir. Tüm bunlar, turistlerin seçimleri açısından caydırıcı olabilecek ve turist memnuniyetini olumsuz etkileyecek hususlardır.

Bu bağlamda, kültür-turizm-ticaret sektörü açısından olası değişimlerden etkilenme düzeylerini belirlemek üzere yapılan kırılganlık analizine göre sektörün en fazla etkileneceği (yüksek risk) değişimler sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, fırtınalar ve seller olmaktadır. Sektör açısından açık hava faaliyetlerin, kapalı alanlarda gerçekleşen faaliyetlere göre daha kırılgan olması beklenmektedir. Söz konusu iklim değişikliği etkileri, kültür-turizm-ticaret sektörünün kritik altyapıları açısından değerlendirildiğinde ortaya çıkması muhtemel hasarların çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler temel olarak üç grupta ele alınabilir:

- Doğal, tarihi ve kültürel değerlerin yok olması/zarar görmesi: Tarihi ve kültürel miras öğelerinin zarar görmesi (aşırı yağış, fırtına, sel ve deniz yükselmesi), deniz seviyesindeki yükselme nedeni ile sahil kesimlerinin zarar görmesi, su kaynaklarının azalması (yağışların azalması ve buharlaşmada artış)
- Ekonomik kayıplar: Fiziksel hasar nedeniyle yaşanan değer kaybı, peyzaj ve tasarım alanlarının bozulması, arazi değeri, tesisin geçici/kalıcı olarak

kullanılamaması sonucunda ortaya çıkan iş kaybı nedeniyle ortaya çıkan zararlar, yaşanması muhtemel rezervasyon iptalleri/ertelemeleri ve/veya turist sayısındaki azalma, yaz sezonundaki turist sayısındaki düşüş.

- Riskler nedeniyle artan maliyetler: İklimsel konfor sunmanın maliyeti (soğutma), sağlık üzerindeki tehditlerin ortadan kaldırılmasına yönelik sağlık harcamaları, artan risk nedeniyle oluşan sigorta maliyetleri, koruma, bakım ve onarım maliyetleridir. Bunlar kültür, ticaret ve turizm açısından önemli olan tesislerin zarar görmesi nedeniyle yaşanan ekonomik kayıplar (fiziksel hasar nedeniyle yaşanan değer kaybı, peyzaj ve tasarım alanlarının bozulması, sahil alanlarının zarar görmesi, arazi değeri kaybı ile yaşanan değer kaybının yanında, iş kaybı nedeniyle ortaya çıkan zararlar), ve riskler nedeniyle artan maliyetlerdir (iklimsel konfor sunmanın maliyeti-soğutma, sağlık üzerindeki tehditlerin ortadan kaldırılmasına sağlık harcamaları, artan risk nedeniyle oluşan sigorta maliyetleri, koruma, bakım ve onarım maliyetleri).

Tüm bu olumsuz koşullara karşın, sektördeki paydaşlar uygun adaptasyon stratejileri belirleyerek risklere gerekli tedbirleri bugünden almaya başlarsa İstanbul'un ikliminin Akdeniz iklimin evrilmesi ve sezon kayması avantaja çevrilebilir. Bunun sağlanabilmesi için bu raporun "fırsatlar-ihtiyaçlar" bölümünde detayları verilen deniz turizmine yönelik hamlelerin başlaması, turizmdeki tüm paydaşların katılımı ile geleceğe dönük "İstanbul turizm stratejileri eylem planının" hazırlanması, bu plan kapsamında her paydaşın (kamu kurumları, özel sektör, STK'lar vb.) üzerine düşen görevi uzun vadede yerine getirmesine yönelik bağlayıcı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

7.6 Ormancılık ve Biyoçeşitlilik

7.6.1 Sektörel Profil

İstanbul'un toplam orman alanı 2012 yılı verilerine göre 237.413 ha kadardır. Bu orman alanının 222.401 ha'sı kapalılığı %10'dan fazla olan verimli orman, 15.012 ha'sı da kapalılığı %10'dan daha düşük olan verimsiz orman niteliğindedir. Bu orman alanlarının önemli bir bölümü kentin kuzeyinde yer almaktadır. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) baltalıkların koru ormanına dönüştürülmesi çalışmalarına bağlı olarak il genelinde baltalık olarak işletilen orman kalmamıştır.

İstanbul'daki ormanların ağaç türlerine dağılımı Tablo 20'de verilmiştir. Buna göre çeşitli meşe türlerinin oluşturduğu ormanların alanı 165 bin ha olup, İstanbul toplam orman alanının %70'ini oluşturmaktadır. Meşe türlerinden sonra ise doğu

kayını en geniş yayılış gösteren türdür. 39.852 ha kadar olan ibreli ormanların ise Adalar'da yayılış gösteren toplam 325 ha Kızılçam ormanı ile Beykoz'a bulunan 47 ha'lık Uludağ göknarı ormanı haricindekilerin tamamı ağaçlandırma kökenlidir [54]. Devlet ormanı niteliğindeki bu orman alanlarına ek olarak 7.134 ha özel orman ve 2.241 ha özel ağaçlandırma da bulunmaktadır [55]. Bunlar haricinde 551 ha kadar da kent korusu (Yıldız Parkı, Emirgan, Mihrabat, Fethipaşa, Büyük Çamlıca, Küçükçamlıca, Validebağ, Hidiv, Haciosman, Harem, Osmangazi, Gülhane vb.) İstanbul'un önemli yeşil alanlarını oluşturmaktadır [55].

Tablo 20. İstanbul'daki ormanların ağaç türlerine göre alan, ağaç serveti ve artım değerleri⁴

Ağaç türleri	Alan (ha)			Ağaç Serveti (m ³)			Artım (m ³ /yıl)		
	Verimli	Bozuk	Toplam	Verimli	Bozuk	Toplam	Verimli	Bozuk	Toplam
Kızılçam	2.026	239	2.265	282.434	3.659	286.093	13.487	62	13.549
Karaçam	11.363	1.165	12.528	1.418.998	15.103	1.434.101	70.299	318	70.617
Göknar	46	1	47	3.590	14	3.604	113	0	113
Fıstıkçamı	7.398	142	7.540	281.996	1.418	283.414	15.825	23	15.848
Sahilçamı	16.469	734	17.202	2.405.018	9.036	2.414.054	179.552	201	179.753
Kayın	22.692	1.216	23.908	2.919.713	9.167	2.928.880	91.044	175	91.219
Meşe	153.666	11.359	165.025	6.366.720	98.269	6.464.989	283.408	1.882	285.290
Gürgen	107	14	121	23.854	167	24.021	675	4	679
Kızılağaç	31	0	31	4.802	0	4.802	121	0	121
Kestane	7.114	78	7.192	288.842	541	289.383	17.206	7	17.213
Dişbudak	356	2	358	30.024	10	30.034	1.499	0	1.499
İhlamur	1.133	62	1.195	174.189	522	174.711	5.584	16	5.600
Toplam	222.401	15.012	237.413	14.200.180	137.906	14.338.086	9.478	5	9.483

İstanbul'da ormanlara ek olarak kıyı kumulları (Şile, Ağacli, Kilyos, Terkos), su havzaları ve doğal göller (Terkos, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Ömerli, Alibey) doğallıklarını nispeten koruyabilmiş ve İstanbul'un flora ve faunasına habitat oluşturan önemli alanlardır. Nitekim Doğa Derneği [56] tarafından Türkiye'de belirlenen 305 Önemli Doğa Alanından (ÖDA) 11'i İstanbul'da bulunmaktadır (Tablo 21).

Tablo 21. İstanbul'daki önemli doğa alanları [56]

İstanbul'daki Önemli Doğa Alanları
Terkos Havzası
Küçükçekmece Havzası
Büyükçekmece Havzası
Batı İstanbul Meraları
Ağaçlı Kumulları
Kilyos Kumulları
Boğaziçi
Ömerli Havzası
Pendik Vadisi
Şile Kıyıları
Adalar

Büyük bir çoğunluğu orman alanları ile Tablo 21'de verilen önemli doğa alanlarında olmak üzere İstanbul'da doğal olarak 2.206 türe ait 2.512 taksonun yaşadığı belirtilmektedir [57]. Özhatay ve Keskin (2007)'e atfen Avcı (2014) İstanbul'un florasında yer alan bitkilerden 40'ı Türkiye için, 23 tanesinin ise İstanbul ve yakın çevresi için endemik olduğunu belirtmektedir. Ancak son yapılan çalışmalarla endemik takson sayısının 59 olduğu rapor edilmiştir [57]. Bu endemik bitkilere ek olarak [58]'ya göre İstanbul florasına kayıtlı doğal bitkilerden 270 adedi Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitkileri Listesinde yer almaktadır ve 40 kadar taksonun ise dünya üzerindeki en zengin popülasyonları İstanbul'da bulunmaktadır. Endemik türler ile tehlikede kabul edilen türlerin önemli doğa alanları ile ilişkisi Tablo 22'da gösterilmiştir.

Tablo 22. İstanbul'un önemli bitki alanları ve nesli tehlikede kabul edilen bitkileri [58]

Önemli Bitki Alanı	Kapladığı Alan (ha)	Tehlikede Kabul Edilen Bitkileri
Terkos-Kasatura Kıyıları	127.198	73 (13 endemik)
Ağaçlı Kumulları	484	14 (7 endemik)
Kilyos Kumulları	351	15 (6 endemik)
Batı İstanbul Meraları-	14.900	19 (7 endemik)
Kuzey Boğaziçi	16.645	36 (15 endemik)
Sahilköy-Şile Kıyıları	2307	13 (6 endemik)
Ömerli Havzası	69.184	37 (10 endemik)

İstanbul'da çok sayıda fauna elemanının da yaşadığı çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu faunanın en önemlilerini İstanbul'un Batı Palearktık bölgenin en önemli göç yolları üzerinde yer almasından dolayı kuşların oluşturduğu söylenebilir

[59]. Özellikle Terkos, Büyükçekmece, Küçükçekmece gölleri ile baraj havzaları su kuşlarının önemli konaklama alanlarıdır. Göç zamanlarında yüzbinlerce leylek ile yırtıcı, ötücü, kıyı ve su kuş türü İstanbul üzerinden geçmektedir [60]. İstanbul'da yapılan kuş gözlemlerinde ilkbahar ve sonbaharda 400 bin leylek, 200 bin yırtıcı kuş ile yine sayısı yüzbinlerle ifade edilen su, kıyı ve ötücü kuş sayılmıştır [59]. Bacak ve ark. [61] tarafından Türkiye'de 481 kuş türü belirlendiği ve bunlardan 352 kuş türünün İstanbul'da gözlemlendiği belirtilmektedir (Tablo 23). Bu kuş türlerinin önemli bir kısmı Bern Sözleşmesinin Ek II listesinde yer almaktadır.

İstanbul'un faunası sadece kuşlar açısından değil diğer canlılar açısından da zengindir. Örneğin Türkiye'de bulunan 169 memeli türünden 38'inin İstanbul'da yaşadığı bilinmektedir [62]. Türkiye'deki kelebek türleri ile kurbağa ve sürüngenlerin yaklaşık yarısı da İstanbul faunasında yer almaktadır (Tablo 23).

Tablo 23. İstanbul, Türkiye ve dünyadaki hayvanlara ait tür sayıları [60]

Canlı Türleri	Dünya¹	Türkiye	İstanbul
Memeliler	5.513	169 ¹	38 ¹
Kuşlar	10.425	481 ²	352 ²
Kurbağa ve Sürüngenler	17.238	157 ³	35 ⁴
Kelebekler		405 ⁵	125 ⁶

İstanbul'daki denizlerde ve tatlı sularda yaşayan balık ve diğer su canlılarına dair ayrıntılı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak iki yarımada üzerinde yer alan ve Karadeniz ile Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul aynı zamanda balık göç yolları üzerinde bulunmaktadır. İstanbul'daki balık türlerinin sayısının 300'ün üzerinde olduğu belirtilmektedir. Deniz memelilerinden 2 yunus türüne de İstanbul'da rastlanmaktadır [63]. Karadeniz'in İğneada-İstanbul Boğazı arasındaki ihtiyoplanktonlarını inceleyen İnce [64] İğneada-Karaburun arasının balıkçılık ve tür çeşitliliği bakımından son derece önemli alanlar olduğunu açıklamaktadır. Balıkçılık faaliyetleri İstanbul için ekonomik anlamda oldukça önemli olup, 2014 yılı itibarıyla 36 bin ton deniz balığı ve 10 bin ton kadar da diğer deniz ürünleri avlanmıştır [65].

İstanbul'da çeşitli korunan alanlar da bulunmaktadır. Bunların en önemlileri muhafaza ormanı karakterinde olan Belgrad Ormanı ile Terkos Kumul ağaçlandırmalarıdır. Bunlar haricinde Beykoz'da bulunan göknar meşçeresi tabiatı koruma alanı ve Çatalca'daki Subaşı Havuzları tabiat anıtı statüsüne sahiptir. İl genelinde 2 adet yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır (Çilingöz ve Feneryolu). Bunlar haricinde çok sayıda çoğunlukla mesire alanı şeklinde kullanılan tabiat parkları da mevcuttur.

İstanbul'un yoğun yerleşimlerden uzak Silivri, Çatalca, Büyükçekmece, Arnavutköy ve Şile'de tarımsal faaliyetler halen önemlidir. İl genelinde ekilen tarım alanı 1996 yılında 180 bin ha iken 2016 yılı itibarıyla 73 bin ha kadara gerilemiştir. Ekili tarım alanlarının yarısından fazlası Silivri İlçesinde yer almaktadır. Tarım alanlarının yaklaşık 68 bin ha'ında tahıl ekilmektedir [66].

İklim değişikliğinin orman, mera, bozkır gibi doğal karasal ekosistemler ile doğal ya da insan yapımı göl, gölet, sulak alanlar ve deniz ekosistemleri ile bu ekosistemlerde yaşayan canlılar üzerinde olumsuz etkileri olacağı çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur.

Örneğin öngörülen iklim değişikliği etkileri (sıcaklık artışları, yağış azalması, fırtınalarda artış vb.) ormanlar açısından değerlendirildiğinde İstanbul özelinde orman yangınları büyük risk oluşturmaktadır. Özellikle ibreli ağaçlandırmalar tehdit altındadır. Bunun haricinde artan sıcaklıklar ve yağışların azalması sonucunda oluşabilecek kuraklıklar böcek ve mantar zararlılarında artışlara neden olabilecektir. Nitekim henüz İstanbul'da gözlenmese de Kırklareli ve Çanakkale illerindeki karaçam ağaçlandırmalarında kurumalar gözlenmiştir. OGM tarafından sürdürülen çalışmalarda kurumaların nedenleri tam olarak ortaya konulmasa da şiddetli yaz kuraklığının ardından ağaçların zarar görmesi ve bundan sonra da böcek tasallutunun ortaya çıktığı ihtimali üzerinde durulmaktadır. Kuraklıklar aynı zamanda orman ağaçlarının solunumunu arttırarak daha az organik madde üretmelerine dolayısıyla artım ve büyümelerinin yavaşlamasına neden olabilmektedir. Bu durum da hem ağaçların daha az karbon bağlamasına ve karbon stoklarının azalmasına hem de ağaçların yavaş gelişmelerinden kaynaklanan ekonomik kayıplara yol açabilecektir. İklim değişikliğinin ormanlar üzerinde beklenen diğer bir olumsuz etkisi de fırtınalardaki artışlardır. Günümüzde dahi özellikle sahil çamı ağaçlandırmaları ile Belgrad Ormanında toprağın killi olması nedeniyle derin kök sistemi geliştiremeyen yaşlı meşe ve kayın ağaçlarının devrildikleri bilinmektedir. Zamansız kar yağışları da diğer bir risk faktörüdür. Nitekim Edirne ve Kırklareli'nde 16-17 Ekim 2011 tarihlerinde henüz yapraklı iken yağan kar ve ardından çıkan fırtına çok sayıda ağacın devrilmesine neden olmuştur [67]. OGM kayıtlarına göre 2009-2013 yılları arasında 1 milyon ha'n üzerinde bir alanda yaklaşık 9,7 milyon m³ kadar bir ağaç serveti kar, rüzgâr, heyelan, sel ve kuraklık nedeniyle zarar görmüştür [68]. Orman ağaçları ve diğer bitkiler için fenolojilerinin değişmesi de önemli risk oluşturmaktadır. Derelerin akış düzenlerinin değişmesi, kuruması ya da sellerin artması su kenarı ekosistemlerinin (riperian zone) zarar görmesine yol açabilecektir. Benzer etkiler diğer sulak alanlar için de geçerlidir.

İklim değişikliğine bağlı olarak istilacı türlerin sayılarında artışlar beklenebilir. Nitekim İstanbul'da günümüzde dahi istilacı olarak tanımlanabilecek bazı böcek türleri bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ibreli türlerin kozalaklarına zarar veren *Leptoglossus occidentalis* türüdür. Başta fıstıkçamı olmak üzere bütün çamların kozalaklarının içindeki tohumlar tam olarak olgunlaşmadan yemektir. İstanbul'da ilk defa 2009 yılında gözlenmiştir [69]. Bu böcek haricinde Akçaağaç, çınar, kavak gibi ağaç türlerine zarar veren ve istilacı olarak tanımlanan *Anoplophora chinensis* türü de İstanbul'da bulunmaktadır [70]. İstanbul'daki göl ve baraj havzalarında *Carassius gibelio*, *Atherina boyeri*, *Gambusia* sp. gibi bazı istilacı türlerin yayılış gösterdiği belirtilmektedir [71]. İstanbul'da istilacı tür olarak tanımlanabilecek fauna elemanlarına ek olarak bitkiler de bulunmaktadır. Bunlara en tipik örnek kokarağaç adıyla bilinen *Ailanthus altissima*'dır. Gelecekte benzer istilacı türlerin artabileceği ön görülmektedir.

İklim değişikliğinin diğer bir etkisi de canlı türlerinin yok olma riskini arttırmasıdır. Özellikle dar alanlarda ve hassas habitatlarda yaşayan türler bu açıdan bakıldığında büyük tehdit altındadır. Bu açıdan bakıldığında İstanbul endemiği olarak tanımlanan bitkiler ile Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) sınıflandırmasına göre nadir bulunan ve tehdit altındaki türlerin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya bulunduğu söylenebilir. Bu açıdan önemli derecede tür çeşitliliğine sahip olan ve Tablo 21 ve Tablo 22'da gösteren önemli doğa alanlarının oldukça kırılgan bir yapıda olduğu ortadadır. Çok sayıda türe ev sahipliği yapan İstanbul'daki önemli doğa alanlarının yapılaşma riski altında olması, yolların, tel çitlerin oluşturduğu bariyerlerin göçleri engellemesi türlerin yok olma riskini arttırmaktadır.

İklim değişikliğinin ekosistem hizmetleri olarak bilinen ve ekosistemlerin insanlar ve diğer canlılara sağladığı faydalar üzerinde de olumsuz etkisi bulunmaktadır.

7.6.2 Kritik Altyapılar

İstanbul'daki doğal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilikle ilgili olarak 9 kritik altyapı teması oluşturulmuştur. Bu temalar altında da toplam 30 kritik alt yapı belirlenmiştir (Tablo 24). Söz konusu tabloda İstanbul için en önemli 10 kritik altyapı koyu olarak işaretlenmiştir. Kritik altyapı tematik gruplar belirlenirken flora ve fauna açısından önemli bütün ekosistemler dikkate alınmıştır. Sadece akarsular İstanbul'da çok büyük akarsular bulunmaması, bu akarsuların büyük çoğunluğunun doğallığının bozulması, ayrıca göl, baraj ve kıyılarla iç içe olmaları ve bu alanlarla birlikte değerlendirildikleri için ayrı bir tematik grup olarak değerlendirilmemiştir. Benzer şekilde fundalıklar ve maki toplumları da önemli doğa alanları ile birlikte değerlendirilmiştir.

Tablo 24. İstanbul'un iklim değişikliği ormancılık ve biyolojik çeşitlilik sektörü açısından kırılğan altyapıları⁵

Kritik Altyapılar
1. Ormanlar (Geniş/İğne Yapraklı Ormanlar) ve Ağaçlandırma 1.1 Ağaçlandırmalar 1.2 Çatalca Meşe Ormanları, Belgrad Ormanı, Şile ve Beykoz Ormanları (Geniş yapraklı ormanlar)
2. Flora açısından önemli doğa alanları 2.1 Terkos-Kasatura kıyıları, Sahilköy-Şile Kıyıları 2.2 Kilyos, Ağaçlı ve Şile Kumulları 2.3 Ömerli Havzası 2.4 Kuzey Boğaziçi 2.5 Alibeyköy Meraları 2.6 Pendik vadisi
3. Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler 3.1 Terkos, Büyükçekmece, Küçükçekmece Gölleri, Ömerli Barajı ve Havzaları 3.2 Şile Kıyıları 3.3 Alibeyköy Meraları 3.4 Belgrad, Beykoz ve Şile Ormanları
4. Balıkçılık ve Su Ürünleri Faaliyetleri 4.1 Çilingöz-Şile arası Karadeniz Kıyıları 4.2 Boğaziçi 4.3 Marmara Denizi Kıyıları
5. Toprak, Tarımsal Faaliyetler/Alanlar/ Bahçecilik 5.1 Silivri 5.2 Büyükçekmece 5.3 Arnavutköy 5.4 Şile
6. Hayvancılık Faaliyetleri/Alanları 6.1 Alibeyköy Havzasındaki Meralar 6.2 Ömerli Havzası
7. Korunan Alanlar (Muhafaza ormanı, Tabiat parkı, Tabiatı Koruma Alanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası) 7.1 Belgrad Ormanı 7.2 Terkos Gölü Muhafaza Ormanı 7.3 Beykoz Göknaar Tabiatı Koruma Alanı 7.4 Çilingöz ve Feneryolu Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları 7.5 Tabiat Parkları
8. Rekreasyon ve Spor amaçlı Park ve Bahçeler / Yeşil alanlar 8.1 İstanbul Koruları (Yıldız Parkı, Emirgan, Mihrabat, Fethipaşa, Büyük Çamlıca, Küçükçamlıca, Validebağ, Hidiv, Hacıosman, Harem, Osmangazi, Gülhane) 8.2 Parklar (Bebek, Ulus, Florya vb.)
9. Adalar 9.1 Marmara Adaları 9.2 Karadeniz (Riva ve Şile) Adaları

5 Koyu olarak işaretlenmiş kritik altyapılar daha öncelikli olarak değerlendirilmiştir.

7.6.3 Etki Senaryoları

Ormanlar (Geniş/İğne Yapraklı Ormanlar) ve Ağaçlandırma

Büyüme ve artımda azalma, orman yangınlarında artış, kar ve fırtına devrikleri ve böcek/mantar zararlılarında artışlar olması beklenmektedir. Benzer sorunların doğal geniş yapraklı ormanlarda ve kent koruları ve parklarda da yaşanması olasılığı bulunmaktadır. Ağaçlandırma ve ormanlarda riski daha az da olsa özellikle kent koruları ve parklarda devrilen ağaçlar, kırılan dallar can ve mal güvenliğini tehdit edebilir. Günümüzde kent içindeki ağaçlarda tespit edilen *Anoplophora chinensis* gibi istilacı böcek ve diğer zararlılar doğal ormanlara ve ağaçlandırmalara yayılarak zararlar oluşturabilir. Bu tür riskler sadece İstanbul için değil, aynı zamanda komşu illerdeki orman ve ağaçlandırmalar için de söz konusudur. Anılan bu riskler OGM ve belediyelerin yangın, ağaç budaması ve bakım, zararlılarla mücadele gibi konulardaki maliyetlerini arttırabilir.

Flora açısından önemli doğa alanları

Terkos-Kasatura kıyıları, Sahilköy-Şile Kıyıları, Kilyos, Ağaçlı ve Şile Kumulları, Ömerli Havzası, Kuzey Boğaziçi, Alibeyköy meraları ve Pendik Havzası olarak belirlenen kritik alt yapılarındaki endemik ve tehlike altındaki tür sayıları Tablo 22'da verilmiştir. Dar habitatlara sıkışan bu türler İstanbul için beklenen yağış azalması, sıcaklık artışı, yaz kuraklığı, vejetasyon (büyüme) dönemi değişiklikleri, nem azalması gibi risk faktörlerinden yoğun olarak etkilenecektir. Özellikle kıyıları ve kumul alanları deniz seviyesindeki yükselmelerden en önce etkilenecek alanlardır. Bu alanların çoğu günümüzde de özellikle yoğun insan baskısı ve yapılaşma tehdidi altında olup, bu durum kırılganlıklarını arttırmaktadır. İstanbul'un önemli doğa alanlarında bulunan bitki türlerinin İstanbul'un ekolojik koşulları (yüksek dağlar bulunmaması, kuzeyinde Karadeniz'in bulunması) göçlerini engelleyecektir. Zira iklim değişikliği etkisiyle türlerin dağlarda daha üst yükseltilere ya da kuzey enlemlere doğru göçleri beklenmektedir. Ancak iklim değişikliğinin oldukça hızlı gerçekleşmesi, türlerin buna uyum sağlayamaması ya da göç yollarının bariyerlerle kapanması türlerin dar ve küçük habitatlarda sıkışmasına ve zamanla hassas türlerin yok olmasına yol açabilecektir. Odun dışı orman ürünleri açısından önemli olan ıhlamur, kestane, defne, kekik gibi türlerin zarar görmesi yayılım gösterdiği alanların daralması Şile gibi ilçelerde geçimini bu ürünlerden sağlayan köylüleri ekonomik olarak sıkıntıya sokacaktır.

Memeliler/Kuşlar (Kuş Yolları ve Sulak Alanlar) /Böcekler/Sürüngenler

İstanbul'un kuş göç yolları üzerinde olması, başta Terkos, Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri ile su havzaları ve diğer sulak alanları kuşlar için önemli konaklama alanları oluşturmaktadır. Bu sulak alanların İstanbul'un olası iklim senaryoları değerlendirildiğinde su sıcaklıklarının değişmesi, su kalitesinin bozulması hatta bazı küçük ve sığ olan sulak alanların tamamen kuruması gibi sonuçlarla karşılaşılabilir. Benzer şekilde kuşların yuva kurdukları sazlıklar da zarar görebilir. Bu tehdit unsurları kuş popülasyonlarının küçülmesi ile sonuçlanabilir. Sulak alanların zarar görmesi kırmızı kurbağa, pürtüklü semender gibi amfibileri olumsuz olarak etkileyecektir. Bunlar haricinde tehdit altında olan adi tosağa, benekli kaplumbağa gibi türlerle, karaca, kurt ve yarasalar gibi memeliler halen İstanbul'da görülmekte olup, özellikle Terkos ve Şile kıyılarında çeşitli popülasyonları mevcuttur. Bunlardan kurt popülasyonları oldukça azalmıştır. İklim değişikliğine bağlı olarak bu türlerin göç etmeye zorlanacakları, ancak doğal ve yapay bariyerler nedeniyle küçük habitatlarda sıkışacakları öngörülmektedir. Zamanla İstanbul'da yaşayan fauna sayısında önemli azalmalar olabilecektir. Göç etmeye zorlanan fauna elemanları ile insanlar çok sık karşı karşıya kalabilecektir.

Balıkçılık ve Su Ürünleri Faaliyetleri

İklim değişikliğine bağlı olarak İstanbul'daki dereler ve göllerde su kalitesinde değişimler, su seviyelerinde azalma, hatta kurumalar beklenebilir. Bu durum daha çok olta balıkçılığını etkileyecektir. Türler açısından ise habitatlarının daralması veya yok olması anlamına gelebilir. İstanbul özelinde denizlerde yapılan balıkçılık önemli bir ekonomik faaliyettir. Beklenen iklimsel değişikliklere bağlı olarak su sıcaklıklarında değişimler, seller ya da kıyı erozyonu ile denizlere taşınan toprağın dipte çökmesi ile deniz tabanının bozulması, sudaki oksijen miktarının düşmesi gibi etkiler beklenebilir. Bu gibi etkiler balık göç hareketlerinin değişmesine, sıcak denizlerde yaşayan bazı türlerin İstanbul'a sokulmasına yol açabilir. Örneğin hamsi balıklarının kar yağmaması ve deniz suyu sıcaklıklarının 16-17°C'lere düşmemesi nedeniyle kıyılarımıza gelemedikleri ya da sürü oluşturamadıkları rapor edilmektedir [72]. Bu gibi riskler balıkçıları olumsuz olarak etkileyecek ve ekonomik kayıplara yol açabilecektir. Denizlerin kirlenmesi, aşırı avcılık, gırgır vb. yasak yöntemlerin kullanılması, denizden kum alınması gibi günümüzde devam eden uygulamalar bu kritik altyapının kırılganlığını arttırmaktadır.

Toprak, Tarımsal Faaliyetler/Alanlar/ Bahçecilik

Tarımsal alanları tehdit eden iklim değişikliğine bağlı etkenler yağış azalması, sıcaklık artışı ve kuraklıktır. Sıcaklık artışına bağlı olarak bitkilerin daha erken büyümeye başlayacakları, hasadın da yine daha erken yapılacağı öngörülmektedir. Büyüme dönemleri için de yaşanabilecek don, dolu, fırtına gibi çeşitli meteorolojik afetler tarım bitkilerini, dolayısıyla tarımsal üretimi etkileyebilecektir. Örneğin 2050 yılı için yapılan projeksiyonlara göre Marmara bölgesinde iklim değişikliği kaynaklı buğdayda %10,3, arpada %8,5, mısırdaki %7,9 ve ayçiçeğinde %5,9 üretim kaybı olacağı ortaya konmuştur [73]. Söz konusu çalışmada tarımsal üretimlerin ülke genelinde azalacağı bu durumun da ürün fiyatlarını arttıracığı belirtilmiştir. Tarım alanlarında da böcek ve mantar zararlılarında artışlar olabilecek ve üretim kayıplarını daha da arttırabilecektir. Bunlara ek olarak yem bitkileri veriminin de azalması durumunda dolaylı olarak hayvancılık da olumsuz olarak etkilenebilecektir. Her ne kadar tarımsal faaliyetler kritik altyapısında sulama, ilaçlama, gübreleme, ıslah edilmiş tohumlar kullanma gibi verim kayıplarını azaltıcı yönde ve aynı zamanda iklim değişikliğine uyum çalışması olarak kabul edilebilecek önlemler alınabilse de özellikle aşırı kimyasal kullanımı çevre kirliliğine de yol açabilecektir. Tarımsal alanların aynı zamanda yoğun yapılaşma baskısı altında olduğu da ortadadır.

Hayvancılık Faaliyetleri/Alanları

İklim değişikliğine bağlı olarak hayvancılık sektörünü bekleyen riskler arasında meraların daralması, ekstrem sıcaklıklardan dolayı barındırma maliyetlerinin artması, et ve süt veriminde azalmalar, yem bitkisi üretimindeki azalmalara bağlı olarak suni yemle hayvancılığın artması ve maliyetlerin yükselmesi sayılabilir [66]. Ek olarak hayvanlarda bazı hastalıkların da ortaya çıkabileceği öngörülmektedir [66].

Korunan Alanlar (Muhafaza ormanı, Tabiat parkı, Tabiatı Koruma Alanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası)

Bu grupta yer alan korunan alanların büyük bir çoğunluğu orman alanıdır. Bu nedenle birinci kritik altyapı tematik grubu olan orman alanlarını bekleyen riskler bu grup için de geçerlidir.

Rekreasyon ve Spor amaçlı Park ve Bahçeler / Yeşil alanlar

Daha önce açıklanan bitki türlerini etkileyen iklim değişikliği nedenleri kent içindeki yeşil alanlardaki bitkiler için de geçerlidir. Özellikle ağaçların devrilmesi,

dalların kırılması günümüzde dahi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bunlara ek olarak artan sıcaklıkların İstanbulluların rekreasyon alanı ihtiyacını arttıracakı söylenebilir. Kent içindeki yeşil alanların yetersiz kalmasına bağlı olarak orman alanlarına olan baskılar artacaktır.

Adalar

İstanbul'un adaları için deniz seviyesindeki yükselme en önemli risk faktörü olarak görülmektedir. Marmara Denizi'ndeki adalardaki kızılçam ormanları da yangına karşı oldukça hassastır ve sıcaklık artışı ile yağış azalması bu hassasiyeti arttıracaktır.

7.6.4 Kırılabilirlik Analizi

Ormancılık ve biyolojik çeşitlilik açısından kırılabilirlikler değerlendirildiğinde çoğu kritik altyapının yüksek risk taşıdığı değerlendirilmektedir. Özellikle ağaçlandırmalar, göller ve diğer su yüzeyleri, kumullar, kıyılar, ormanlar ve fundalıklar gibi flora ve fauna açısından önemli alanların da kırılabilirlik açısından oldukça hassas olduğu, kentsel baskının kırılabilirlikleri arttırdığı ve gelecekte bu baskının daha da artacağı öngörülmektedir. Balıkçılık faaliyetlerinde de balık göç hareketlerinin değişmesine bağlı olarak avlanan balık miktarının azalmasının ekonomik kayıplara yol açacağı ön görüldüğünden yüksek riskli olarak değerlendirilmiştir. Buna karşılık tarımsal faaliyetler ve hayvancılık gibi sektörler ile kent içi yeşil alanlarda uyum çalışmalarının daha kolay uygulanabileceği düşünülerek orta derecede riskli değerlendirmesi yapılmıştır.

7.6.5 Fırsat ve ihtiyaçlar

Ormancılık ve biyolojik çeşitlilik alanlarına iklim değişikliğinin etkilerinin daha ayrıntılı değerlendirilebilmesi için öncelikli ihtiyaç detaylı flora ve fauna envanteri ve bu canlıların yaşadıkları ortamların sınırlarının ortaya konmasıdır. Örneğin İstanbul'da yaşayan flora elamanlarının ve endemik bitkilerin tam sayısı ancak 2017 yılında ortaya konmuştur. Su canlıları ile ilgili bilgiler oldukça eksiktir. Bilimsel çalışmalar envanter ya da tür listelerinin oluşturulması şeklinde kalmamalı, bu canlıların ekolojik istekleri de ortaya konmalıdır. Örneğin 2°C sıcaklık artışına hangi türün nasıl tepki vereceğine dair ülke ve İstanbul için araştırmalar bulunmamaktadır. İstanbul'da çok sayıda üniversite bulunmakta olup, bu üniversitelerdeki iklim değişikliği azaltım ve uyum çalışmalarına yönelik bilimsel araştırmalar arttırılmalıdır.

Tarım ve hayvancılık sektörlerinin önemli fırsatlar içerdiği düşünülmektedir. Bu fırsatlar İstanbul'un gıda ihtiyacının öncelikli olarak il içindeki tarım alanlarından

karşılınmaya çalışılması ile oluşabilecektir. Ürün planlaması, örtü altı tarımın yaygınlaştırılması, organik tarıma uygun alanların belirlenmesi ve ürünlerin aracısız olarak İstanbullulara ulaştırılmasının sağlanması il genelindeki çiftçilerin refahına katkı yapacak ve aynı zamanda kentteki gıda fiyatları düşebilecektir. Tarımsal üretim deseninin planlanması hem tarım topraklarından gerçekleşen hem de İstanbul'a uzun mesafeden getirilen tarım ürünlerinin taşınmasında kaynaklanan sera gazı salımı azaltacaktır. İstanbul'un çeşitli alanlarında halen devam eden manda yetiştiriciliğinin de korunması ve desteklenmesi gerekmektedir.

Ormancılık ve biyolojik çeşitlilik açısından çoğu kritik altyapının yüksek risk taşıdığı değerlendirilmektedir. Özellikle ağaçlandırmalar, göller ve diğer su yüzeyleri, kumullar, kıyılar, ormanlar ve fundalıklar gibi flora ve fauna açısından önemli alanların da kırılganlık açısından oldukça hassas olduğu, kentsel baskının kırılganlıkları arttırdığı ve gelecekte bu baskının daha da artacağı öngörülmektedir.

Değerlendirilen ormancılık ve biyolojik çeşitlilik sektörü kapsamındaki alanlardan Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve bağlı Genel Müdürlükler sorumludur. Kent içi yeşil alanlar ise belediyelerin sorumlulukları altındadır. Bu kurumlar arasında iş birliği fırsatları bulunmaktadır. Örneğin sel riski altındaki tarım alanlarının belirlenmesi ve riski oluşturan akarsuların ıslahı ve havzalarının yeşillendirilmesi iki bakanlık arasında iş birliği içinde çözülebilecektir. Belediyeler ve Orman Bakanlığı arasındaki ilişkiler çoğunlukla orman alanlarındaki mesire alanlarının ve tabiat parklarının belediyelerce kiralanması şeklindedir. Bu iki kurum arasındaki ilişkiler boş arazilerin belirlenmesi ve iki kurumun iş birliği ile ağaçlandırılarak yeni ormanlar kurulması şeklinde olabilir.

İklim değişikliğine bağlı olarak orman alanlarının daralması baraj göllerinin erozyonla dolmasına, sellerin artmasına yol açabilecektir. Orman alanları ile yerleşimler oldukça iç içedir ve orman yangını çıkması halinde yerleşim alanları doğrudan risk altında kalacaktır.

7.6.6 Risk Azaltıcı Önlemler

OGM, yangınla mücadele kapsamında 1 Mayıs-1 Kasım tarihleri arasını “yangın sezonu” olarak kabul etmekte ve bu süre içinde helikopter ve uçak kiralamakta, yangın ilk müdahale ekipleri oluşturmaktadır. Ancak sektör genel olarak değerlendirildiğinde uyum çalışmalarının oldukça az olduğu söylenebilir. Doğal ekosistemler açısından alınabilecek uyum tedbirleri, ağaçlandırmaların yerine doğal türlerden oluşan ormanların kurulması, önemli doğa alanlarının korunan alan olarak ilan edilmesi, kaçak avcılık ile mücadele edilmesi, parçalanmış habitatların rehabilitasyonu ve ekolojik koridorlarla birbirine bağlanması gibi önlemler alınabilir. Orman alanlarının Orman Kanunun 16., 17. ve 18. Maddeleri kapsamında

başka kullanımlara tahsis edilmesi uygulamalarından vazgeçilmelidir. Özellikle dar habitatlara sıkışmış endemik veya nadir türlerin korunmasına özen gösterilmelidir. Bu türlerin bazıları ex-situ olarak adlandırılan doğal yetiştirme ortamlarının dışında da korumaya alınmalıdır. Ancak bu türlerin doğal habitatlarının tamamen tahrip edilmesi halinde ex-situ koruma önlemleri türün devamı için yetersiz kalmaktadır. Zira ex-situ koruma önlemlerinde az sayıda birey taşınabildiği için genetik çeşitlilik azalmaktadır.

Benzer şekilde su kaynaklarının korunması, sulamanın planlanması, su kalitesini iyileştirici önlemler alınması, su havzalarında yapılaşmanın önlenmesi de biyolojik çeşitliliğin korunması açısından önemlidir. Zira İstanbul özelinde su havzalarındaki flora ve fauna zenginliği oldukça fazladır.

Artan sıcaklıkların ve sıcak hava dalgalarının İstanbulluların yeşil alan ihtiyaçlarını arttıracakları öngörüsüne dayanarak kent içindeki aktif yeşil alan miktarının arttırılması gerekmektedir. Kent içi yeşil alanların yetersiz kalması durumunda orman alanlarındaki rekreasyon baskısı artacaktır. Orman alanlarının yoğun kullanılması, toprak sıkışması, orman yangını gibi riskleri ve dolayısıyla bu ekosistemlerin kırılganlıklarını arttıracaktır.

Belediyeler tarafından kent içi ağaçların sağlık durumları değerlendirilmekte, çeşitli zamanlarda budamalar ya da riskli ağaçların kesilmesi gibi uygulamalar yapılmaktadır. Bu tür çalışmaların devam ettirilmesi gerekmektedir.

Tarım alanlarında suyun sürdürülebilir kullanımının sağlanması, topraklarda depolanan karbon stoklarının arttırılması için ürünlerde rotasyona geçilmesi, kuraklığa dayanıklı ırkların yetiştirilmesi, zirai ilaç ve suni gübre kullanımının kontrol altına alınması gibi önlemler alınabilir. Tarım ve hayvancılık sektörü aynı zamanda sera gazı emisyonuna da yol açabilmektedir. N₂O emisyonuna neden olan aşırı azotlu gübre kullanımının kontrol altına alınması, suni gübre yerine ürün rotasyonu gibi toprak organik karbonunu arttırıcı önlemler alınması, hayvan gübrelerinin biyogaz tesislerinde değerlendirilmesi sera gazı salımlarını da azaltacaktır. İklim değişikliği konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi, değişen ekim ve hasat tarihleri hakkında bilgilendirilmeleri de risk azaltıcı önlemler arasında sayılabilir. Hayvancılık faaliyetlerindeki risklerin azaltılması için meraların korunması, bozulan meraların ıslahı, mera rotasyonu uygulamaları yapılması gibi önlemler alınabilir.

7.6.7 Analiz ve Sonuç

Ormancılık ve biyoçeşitlilik sektörünün genel olarak yüksek risk taşıdığı değerlendirilmiştir. Zira İstanbul iklim projeksiyonlarında öngörülen sıcaklık artışları, yağış azalması, kuraklık, büyüme döneminin uzaması, sıcak hava dalgaları, fırtınalar gibi olaylar canlı toplumlarını doğrudan etkilemektedir. Ormanlar ve diğer doğal ekosistemlerinin iklim değişikliğine uyumu yönünde alınabilecek tedbirler nispeten daha zordur. Örneğin yangına karşı hassas olan, İstanbul'un doğal bitkisi olmadığı için zararlılardan daha fazla etkilenen ibreli ağaçlandırmalar yerine doğal geniş yapraklı türlerden oluşan ormanlar kurulması oldukça zor ve zaman alıcı çalışmalardır. Nesli tükenme tehlikesiyle kalan türlerin korunması birey sayılarının arttırılması da oldukça zordur.

7.7 Sağlık Sektörü

7.7.1 Sektörel Profil

İklim değişikliği insan sağlığını temelde 3 türlü etkileyebilir. İlk olarak sıcak hava dalgası, sel gibi olağanüstü iklim olaylarının yarattığı sağlık sorunları, ikincil olarak kişide var olan hastalıkların ciddiyetini ve sıklığının iklim veya hava koşullarından etkilemesi ve daha önce o bölgelerde görülmeyen sağlık sorunlarının ya da sağlık tehditlerinin ortaya çıkmasıyla.

İklim değişikliği şimdi veya gelecekte giderek daha fazla kişide veya yerde halk sağlığı sorunları yaratacaktır. Genel olarak iklim değişikliğinin insan sağlığına etkileri üzerine yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan bulguların iklim değişikliğinin;

- Sıcaklık dalgaları, aşırı soğuk sel, fırtına, yangın ve kuraklık gibi hava olaylarından kaynaklı yaralanma, hastalık ve ölüm sayısının artması,
- Sıcak iklim kuşaklarının kuzeye doğru kaymasıyla, bazı bulaşıcı hastalık vektörlerinin dağılımının değişmesine,
- Bazı alerjik polen türlerinin mevsimsel dağılımının değişmesine,
- Sıtma hastalığının coğrafi dağılımının değişmesi, hastalığın meydana gelme olasılığı olan bölgelerin artması ve yayılma mevsiminin değişmesi, göçlerin artması,
- İshalli hastalıklarının artması,
- Özellikle insan aktivitelerine bağlı ozon düzeyinin yükselmesi ve genel

olarak hava kirliliği nedeniyle kalp ve solunum hastalıklarının ve bu hastalıklardan kaynaklı ölüm oranlarının artması,

- Dengue ateşi hastalığından etkilenen insan sayısının artması,
- Çocukların büyümesi ve gelişmesi üzerinde yetersiz beslenmenin etkisinin artması, gibi olumsuz etkilere neden olacağını öngörmektedir [74].

Ayrıca araştırmalar iklim değişikliğinin soğuktan kaynaklı ateşli hastalıklardan meydana gelen ölümlerde azalma veya raşitizm gibi sağlığa olumlu etkileri olacağını ancak özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere olumsuz etkilerinin çok daha yoğun hissedileceğini göstermektedir.

İstanbul Sağlık Sektörü

Sağlık Bakanlığı'nın 2015 sağlık istatistik yılı verilerine göre, İstanbul'daki toplam hekim sayısı 28.797'dir. Bunların 5.918'ini pratisyen hekim, 5.591'ini asistan hekim ve 17.288'ini uzman hekim oluşturmaktadır. İstanbul'da 27.420 hemşire, 5.755 ebe bulunurken diğer sağlık personelinin sayısı ise 18.416'dır [75].

İstanbul'un 2015 yılı verilerine göre toplam nüfusu 14.567.434'tür. Bunun %99,9'unu kentsel nüfus oluşturmaktadır. Türkiye'de yaşayan nüfusun %8,2'sini 65 yaş üstü bireyler oluştururken İstanbul'da bu oran %6,2'dir. Türkiye'de yaşayan nüfusun %24'ünü 0-14 yaş arası çocuklar oluştururken İstanbul'da bu oran %22,5'tur [76]. TUİK in yaptığı projeksiyonlarda İstanbul'un nüfusunun 2023 yılında 16,5 milyona, nüfus artış hızı korunduğunda 2030 yılında 18,5 milyona ve 2050 yılında ise 25 milyona ulaşacağı öngörülmektedir [77].

Sağlık Bakanlığı 2015 yılı verilerine göre Türkiye'de toplam hastane sayısı 1.533'tür. Bunun 865'i Sağlık Bakanlığı'na bağlı, 70'i üniversite hastane, 562'si özel hastane ve 36'sı diğer yataklı kurumlardır [75]. İstanbul'da 2015 verilerine göre 6'sı kamu üniversite, 9'u özel üniversite, 14 eğitim araştırma hastanesi, 12 özel dal eğitim araştırma hastanesi, 31'i 2. basamak devlet hastanesi ve 160'ı özel hastanesi olmak üzere 232 hastane vardır. Bu hastanelerin detayları Tablo 25'da verilmiştir.

Tablo 25. İstanbul hastaneleri sayısal bilgileri [76]

Hastane Çeşitleri	Yatak sayıları	Hasta Sayıları
2. ve 3. basamak hastane	16.135	48.737.478
Özel hastane	13.038	18.894.181
Kamu üniversite hastanesi	2.876	2.303.685
Özel üniversite	1.584	2.681.358
Toplam	33.623	68.616.702

İstanbul'da, günde ortalama 42 bin olmak üzere, yıllık acil servis başvuru sayısı 15.338.496'dır. Türkiye'de 2015 yılında birinci basamak sağlık kuruluşlarına başvuru sayısı 214.564.156, 2. ve 3. Basamak sağlık kuruluşlarına başvuru sayısı ise 445.535.291'dir [76].

Türkiye'de 2015 yılında birinci basamak sağlık kuruluşlarına kişi başı başvuru sayısı 2,7, 2. ve 3. basamak sağlık kuruluşlarına kişi başı başvuru sayısı ise 5,7'dir. Toplamda sağlık kuruluşlarına kişi başı başvuru sayısı ise 8,4'tür [75]. İstanbul için bu oran 7,7 olup 2002'den beri ciddi artış göstermektedir [75].

İstanbul'da 41 kan merkezi bulunmaktadır. Bunların 14 tanesi sağlık bakanlığına bağlı olup Bakırköy, Beykoz, Beyoğlu, Eyüp, Fatih, Kadıköy, Kartal, Maltepe, Sarıyer, Silivri, Şişli, Ümraniye, Üsküdar ve Zeytinburnu'nda bulunmaktadır [78].

İstanbul'da Halk Sağlığı Müdürlüğü'ne bağlı 41 tane Toplum Sağlığı Merkezi bulunmaktadır [76].

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2015 yılında İstanbul'da meydana gelen ölüm sayısı 55.151'dir. İstanbul'da aylara göre ölüm oranlarına bakıldığında 2015 yılında en yüksek Mart ayında %9,36 en düşük ise Haziran ayında %7,47 olduğu görülmektedir. Bu iki aya arasındaki mutlak fark ise 1139'dür. Genel olarak mortalite kış aylarında yaz aylarına göre daha yüksektir. Bu veriler de bu görüşü desteklemektedir [79].

İstanbul'da ölüm nedenleri incelendiğinde ise ölümlerin 36,9'unun dolaşım sistemi, %24,6'sının tüm oral olaylar ve %11,6'sının solunum sistemi hastalıkları nedeniyle olduğu görülmektedir [79].

7.7.2 Kritik Altyapılar

İstanbul için halk sağlığı açısından önemli olabileceğini düşündüğümüz 6 kritik altyapı belirlenmiştir:

- Dezavantajlı Gruplar (sağlık çalışanları, hastalar, yaşlılar, gebeler, çocuklar,

- riskli iş kollarında çalışanlar vb.),
- ii. Sağlık Kuruluşları (hastaneler, kan bankaları, halk sağlığı merkezleri, bakımevi/ huzurevi/yaşlı bakımı/ bakımyurdu, vb.),
 - iii. Gıda Güvenliği (gıda zehirlenmeleri / gıda yoksulluğu /düzensiz-yetersiz beslenme, vb.),
 - iv. Hayvanlardan insanlara geçen hastalıklar ve Tropikal hastalıklar,
 - v. Isıl Hastalıklar (sıcak hava dalgaları / cilt kanseri, vb.),
 - vi. Üst Solunum Yolu Hastalıkları (hava kirliliği, polenler / böcekler / küf / mantar, vb.).

7.7.3 Etki Senaryoları

İklim değişikliğinin vücut iç sıcaklığını artırıcı etkisi, merkezi sinir sistemi hasarına ve deliryuma sebep olabilir. Ayrıca iç sıcaklığın artması yaşlı bireylerde kardiyovasküler sistemin çalışma hızını artırarak miyokard enfarktüsüne açık hale getirir. Kronik böbrek yetmezliği gibi hastalıklara sahip yaşlılarda dehidrasyon riskini artırır. Özellikle hava kirliliğinin artması yaşlılarda kardiyovasküler ve pulmoner hastalıklara bağlı morbidite ve mortalite hızını artırır. 2003 yılında Avrupa'da görülen aşırı sıcaklar beklenenden 70 bin kişinin daha fazla ölmesiyle sonuçlandı. İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin bu ölümleri Londra'da %20, Paris'te ise %70 civarında arttırdığı saptanmıştır. Sıcaklık artışına bağlı olarak Londra'da 315, Paris'te ise 735 kişi ölmüştür. Bunun Londra'da 64'ü, Paris'te ise 506'sı bizzat insan kaynaklı iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşmiştir. UNU-EHS risk indeksinde Türkiye'nin riskinin bu iki ülkeye göre daha yüksek olması iklim değişikliğine bağlı yaşlı ölümlerinin daha fazla olacağını göstermektedir. Ayrıca iklim değişikliğine bağlı olarak su dağıtım ve filtrasyon sistemlerinin bozulması sonucu su ile taşınan gastrointestinal hastalıklar (GİH) artacağı tahmin edilmektedir. CDC'nin yaptığı araştırmaya göre 2006-2014 arasında GİH'e bağlı ölümler 7.000'den 17.000'e yükselmiştir. Bunların %83'ünü ise 65 yaş üstü ölümler oluşturmaktadır.

İklim değişikliğinin çocuk sağlığı üzerindeki etkisi üç şekilde görülmektedir. Birincisi sera gazı etkisine bağlı olarak çocuklarda solunum yolu hastalıkları, güneş yanıkları, melanom ve immünsüpresyona sebep olabilir. İkincisi iklim değişikliği direk olarak inme, boğulma, gastrointestinal hastalıklar ve psikososyal kötüleşmeye sebep olabilir. Üçüncüsü ekolojik değişikliklere bağlı olarak malnütrisyon, alerji ve vektöryel hastalıkların artışı görülebilir [80].

Çocuklar yetişkinlere göre açık havada daha fazla vakit geçirdiği için kütle başına daha fazla zararlı partiküle maruz kalır. Solunum sistemi gelişimini tamamlamadığı için bu partiküller çocukların akciğerlerinde kalıcı parankimal hasarlara yol açabilirler [80]. İklim değişikliği buzulların erimesine, okyanuslarda daha fazla suyun toplanmasına yol açarak ani sel ve taşkınlara yol açabilir. Bunun sonucunda su kaynaklı vektöryel hastalıklar artar, gastrointestinal hastalıklarda artış olur. Özellikle çocuklarda diare ve buna bağlı olarak dehidratasyon görülür. İklim değişikliği sonucu artan buharlaşma toprağı süssüz bırakır, artan seller tarım arazisini verimsizleştirir. Buna bağlı olarak tarımsal faaliyet azalır ve özellikle gelişmemiş ülkelerde kıtlıklar görölmeye başlar. Bu durum çocuklarda fiziksel ve zihinsel gelişimi olumsuz etkiler, hastalıklara duyarlılığı artırır.

Ani sellerin artması ve deniz seviyesinin yükselmesi tarım ürünlerini olumsuz etkiler ve sanitasyon kalitesini düşürür. Afrika'da kadınların çoğunluğunun tarımda çalıştığı düşünöldüğünde bu durum onları ve ailelerini olumsuz etkiler [81]. İklim değişikliği özellikle Batı Afrika gibi bölgelerde tropikal hastalıkları endemik hale getirir. Özellikle anofel sineklerinin üremesi için ortam oluşturur. Bu durum çeçe sineğı ve malarya gibi hastalıkların görölməsi sıklığını artırır. Özellikle içme suyundaki tuzlanmanın artışı hamileler, yaşlılarda ve çocuklarda serebral ve kardiyovasküler hastalıklara bağı mortaliteyi artırır. İçme suyundaki salinasyonun artışı gestasyonel hipertansiyonla da ilişkili bulunmuştur. Bu durum maternal ve perinatal mortaliteyi artırır. Özellikle Bangladeş gibi ölkelerde kadınlar sel felaketleri sonrası ciddi sorunlar yaşamaktadır; %61'i evlerini tahliye etmek zorunda kalmakta, %89'u ıslak kıyafet giyinmeye bağı hastalanmakta, %35'i akrabasının sözlü ya da fiziksel tacizine maruz kalmaktadır [81]. Kadınlar ormanların yok olması sonucu ailelerinin barınması ve yakıt ihtiyacı için gerekli odunu bulmakta da zorlanmaktadır. Dünyanın pek çok ölkesinde içme ve kullanma suyunun tedariki kadınların görevi olarak görölmektedir. Kadınlar bunun için günde toplam 140 milyon saat ve yılda 40 milyar saat harcarlar ve bu durum iş gücü kaybına, aileleriyle yeterince ilgilenmemelerine veya eğitimlerinin erken bitmesine yol açar. Ayrıca su getirmek için uzun yollar kat etmeleri özellikle Sudan ve Demokratik Kongo gibi ölkelerde seksüel şiddetin artışına yol açmaktadır [81].

İklim değişikliğine bağı afetlerde engellilerin ihtiyaçları ve sorunlarını en iyi tespit edecek olanlar yine engellilerdir. Onların bu problemlerin çözümüne lokal, ulusal ve uluslararası alanlarda katılmaları hayatidir. Toplumdaki engelliler eğitim, gelir olanaklarından yararlanamazlar ve sosyal dışlanma ve sorunların çözümüne

katılımında en az şekilde temsil edilirler. Bu yüzden de iklim değişikliğine bağlı durumlara adaptasyonları zayıftır [82]. Genellikle afetler sırasındaki tahliyelerde geride bırakılırlar ve toplumdaki sosyal, ekonomik ve çevresel dengelerin bozulmasından daha fazla etkilenirler. Afetler sırasında kaynakların azalması toplumda zaten dışlanmış bulunan engellilerin bu kaynaklardan yararlanmasını imkânsız duruma getirir [82].

Vektör kaynaklı hastalıklar sivrisinek, kum sineği, kene, kara sinekler gibi eklembacaklıların sokması ile hastalık etkenini insana bulaştırması sonucu oluşan hastalıklardır. İklim değişikliği ile hastalıkların ilişkisi üzerine yapılan çalışmalardan vektör kaynaklı hastalıklar en iyi çalışılan hastalık grubudur [83]. Çünkü çok geniş bir alanda ve iklim faktörlerine karşı duyarlı bulunmaktadır. Yabani kuşların birçok türü, enfeksiyon ajanlarının vektörleri yanında insana ait patojenlerin de biyolojik ve mekanik taşıyıcısı gibi hareket ederler. Bu kuşlardan birçoğu göçmen türlerdir. İklim değişikliği birçok göçmen kuş türünün beslenme ve göç tarihinde değişikliklere neden olmuştur. St. Louis Encephalitis Virusünün yayılması nem gibi meteorolojik olgulara bağlıdır. Patojeni, vektörü ve uygun ortamı aynı zamanda bir araya getirir. Son zamanlarda Avrupa'da ve Kuzey Amerika'da kene kaynaklı hastalıklardaki artışı sadece iklim değişikliği ile açıklamak yeterli olmamaktadır [83]. İnsanların arazi kullanımının etkisi, kenelerin, tarım alanları ve vahşi yaşamdaki yaşayabileceği yerlerdeki artış ve insan davranışlarındaki değişiklikler insanların bu enfeksiyonlu kenelerle temasını artırmaktadır [83].

Günümüz dünyasında yaklaşık iki milyar kişi sıtma riski altındadır ve her yıl 160-200 milyon arası kişi sıtmaya yakalanmaktadır; her yıl bu hastaların iki milyona yakını ölmektedir. Bu ölen kişilerinde yarısını 5 yaş altı çocuklar oluşturmaktadır [84].

Sıtmanın coğrafi dağılımı ve biyolojik aktivitesi özellikle sıcaklık gibi iklim değişikliklerine duyarlıdır. Sıtma paraziti, Anofel cinsi sinekler ile taşınır. Anofel cinsi sinekler sıtma parazitin vektörüdür [83]. Sıtma Avrupa'dan ve Türkiye'den yüksek oranda eradike edilse de vektörü olan Anofel sinekleri halen varlığını korumaktadır. İklim değişikliği senaryolarına göre yapılan bir çalışmada da Kuzey Amerika ve Avrupa bölgesinde küresel iklimsel değişikliklerin bu hastalığı artıracığı belirtilmiştir. Örneğin; sıcaklığın bir derece artışı hastalık görülme riskini belirgin ölçüde artıracaktır [84]. Yapılan bütün iklim değişikliği senaryolarında sıcaklıkların, bu parazitin meydana gelmesi için yeterli yüksekliğe çıkacağı görülmektedir. Kuzey Amerika, Avrupa, Çin ve Güney Afrika'nın bazı bölümlerinde epidemik veya

endemik transmisyon olmasa da sporadik lokal transmisyon olmaktadır [84]. Bu da bu bölgelerin lokal transmisyon için uygun iklim koşullarının olduğu ve iklim koşullarının diğer salgınlara da uygun olabileceğini gösterir [84].

İklim değişikliğinin sağlığa doğrudan etkilerinde en önemli yeri ölüm ve hastalıklara neden olan sıcak hava dalgaları almaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliği sonucu, ölçülmüş sıcaklık kayıtlarına göre 1850'den bu yana global ortalama sıcaklıklar yükselmektedir. 1998, 2005 ve 2010 yılları dünyada ölçülmüş en sıcak 3 yıl olarak kayıtlara geçmiştir. Sıcak havanın zararları olarak güneş yanığı, ısı krampı, sıcak yorgunluğu, sıcak veya güneş çarpması verilebilir [85].

Özellikle kentlerde ortaya çıkan sıcakların etkisi önemli olmaktadır. Örneğin $\geq 35^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklara ulaşılan 2003 yılındaki sıcak dalgası Avrupa çapında 40.000'den fazla ölüme neden olmuştur. Özellikle kardiyovasküler, serebrovasküler ve solunum yolu hastalığı olan yaşlılar ısı artışından çok etkilenmektedir. İtalya'da 2003 yazında 65 yaş üstü olanlar sıcak günlerde daha yüksek solunum hastalığı riski ve %34 daha yüksek ölüm riski yaşamışlardır. Ülkemizin içinde bulunduğu iklim kuşağı dolayısıyla sıcak hava dalgalarının görülme olasılığı oldukça yüksektir [85].

İklim değişikliğinin gıda güvenliği üzerindeki etkilerinin diğer yönleri arasında denizlerde ve okyanuslarda belirli mikroalgler; bitkiler üzerinde büyüyen kalıplardan oluşan mikotoksinler, böcek ilacı kalıntılarının ve kalıcı kirleticilerin; patojen mikroorganizmaların artışı görülmektedir [86]. İklimsel değişikliklerden tarım ve gıda güvenliğinde rol alan etmenler başlıca şunlardır: sıcaklık artışı, yağışta değişim, kuraklık ve atmosferik karbondioksit (CO_2) [86].

2005 yılında dünyada gerçekleşen ölümlerin %7'si kronik solunum yolu hastalıkları sebebi ile olmuştur.

Dünyadaki birçok bölgede yer seviyesindeki ozon miktarında artışlar olduğu saptanmıştır. Yakıcı bir gaz olan ozonun, yer seviyesi miktarındaki artış zatürre, kronik akciğer yetmezliği, astım, alerjik rinit ve diğer birçok solunum hastalığına ve bunlara bağlı ölümlere neden olmaktadır.

Aeroallerjenler alerjik astımı olanlar için veya hali hazırda KOAH, akciğer kanseri veya diğer solunum sorunları olanlar için problemlidir. Alerjik astımı olan bireyler için, yüksek polen veya küf sayımlı günler, dışarıya çıkmayı veya normal faaliyetlerde bulunmayı zorlaştırabilir. Yaygın aeroallerjenler hem polen hem de küf içerir. Bunların ikisi de iklim değişikliğinin neden olduğu değişen sıcaklıklar ve atmosferik CO_2 seviyelerine göre değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Polen mevsimleri boyunca fazla polen üretildiğinde, alerjik semptomlar daha da kötüleşebilir ve bu nedenle daha fazla astım atağı tetikleyebilir. Atmosferdeki CO₂ ve sıcaklık arttıkça, birtakım bitkiler bir mevsimde daha fazla polen üretiyor gibi görünmektedir. Yükselen sıcaklıklar ayrıca polen sezonunu uzatmakta ve bazı bitkiler için erken çiçeklenme tarihlerine neden olmaktadır.

Metintaş ve arkadaşlarının [87] 4 ili kapsayan ve 25.843 kişi üzerinde yapılan bir çalışmada, yıllık ortalama sıcaklığın her iki cinsiyette astım ve hırıltı prevelansı ile ilişkili olduğu, ayrıca kadınlarda egzama ile bağlantısı bulunduğu göstermiştir. Ayrıca nem miktarının yine kadınlardaki astım üzerinde etkili olduğu ve her iki cinsten, yıllık karlı gün sayısı ile hırıltı arasında bir ilişkinin var olduğu saptanmıştır.

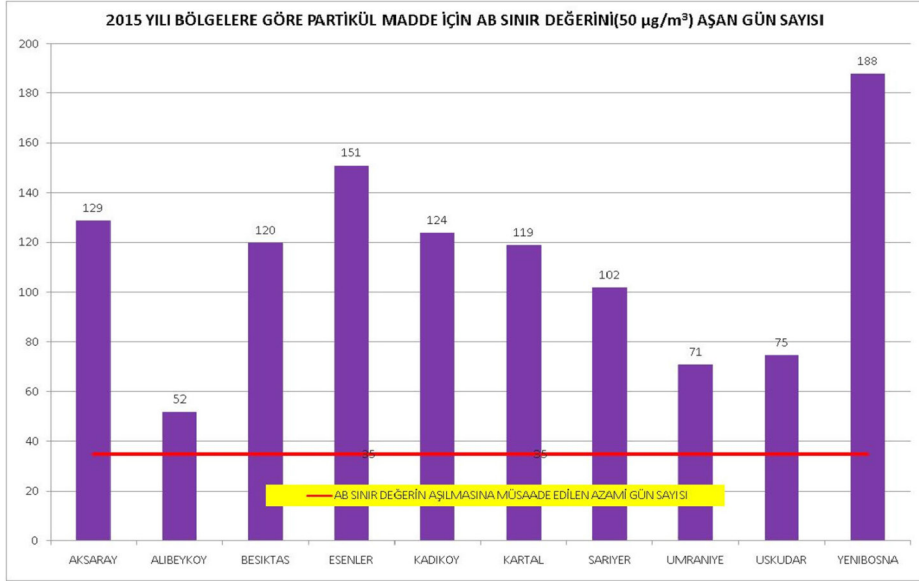
Sıcak hava ve doğrudan güneş ışını yeryüzü seviyesi ozon ve PM₁₀ düzeyini artırmak suretiyle de solunum sistemi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Sıcak dalgası sırasında uygun iklim kontrolü olmayan bir hastanede sıcak ile ilişkili mortalite kadınlarda ve KOAH hastalarında daha yüksek bulunmuştur [87].

Toprak seviyesinde ozon genellikle kentsel dumanın bir bileşeni olarak oluşur. Ayrıca yüksek sıcaklıkta güneş ışığında oluşan kimyasal reaksiyonlardan oluşmaktadır. Kentsel alanlarda ulaşım araçları azot oksit ve uçucu organik bileşenlerin esas kaynaklarıdır. Sıcaklık, rüzgâr, solar radyasyon, atmosferik nem, havalandırma ve karıştırıcı etkilenim hem ozon emisyonunun habercisi hem de üreticisidir. Çünkü ozonun formasyonunun bağlı olduğu güneş ışığı ve konsantrasyon, yaz aylarında en yüksektir. Ozonun yükselmiş konsantrasyonuna maruz kalmak, akciğer enfeksiyonu, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), astım, alerjik rinit ve diğer solunum hastalıklarından hastane başvurularını artırmakta ve erken ölüme neden olmaktadır. Partikül maddelerin sağlık etkilerine dair kanıtlar ozondan daha güçlüdür. Partikül madde ölüm ve hastalık sayılarını ciddi olarak etkilemektedir. Bu nedenle artan yoğunlaşma sağlığa olumsuz etkileri artırmaktadır [87].

İstanbul'da Hava Kirliliği

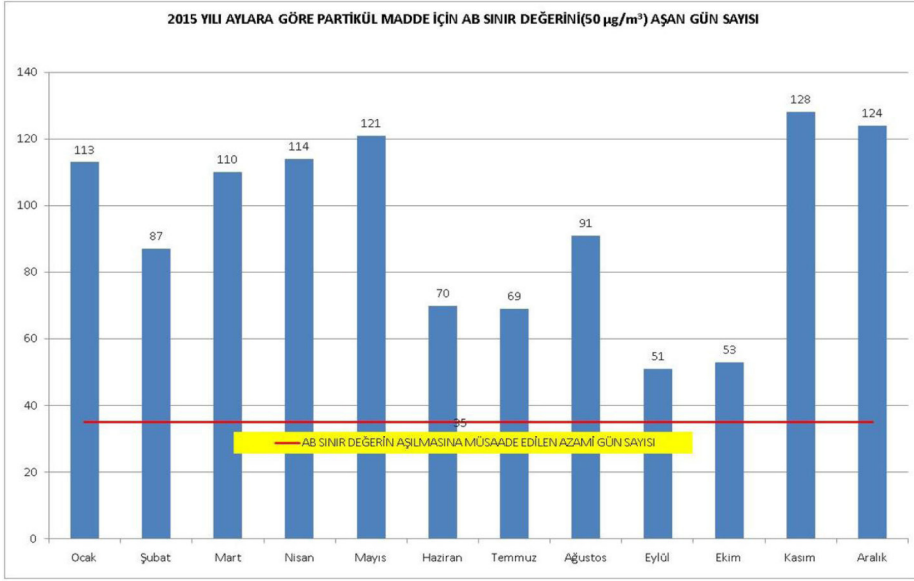
İBB Çevre Koruma Müdürlüğü Hava Kalitesi Laboratuvarı tarafından 2015 yılı için yapılan çalışmada; 10 istasyon partikül madde kirliliği açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre tüm istasyonlar, WHO (Dünya Sağlık Teşkilatı) ve AB (Avrupa Birliği) tarafından belirlenen, yıllık müsaade edilen PM₁₀ aşım gün sayısı olan 35 gün sınırını geçmiştir. 2015 yılı PM₁₀ değerleri incelendiğinde, WHO ve AB sınır değerine göre, Yenibosna'da 188 gün, Esenler'de 151 gün, Aksaray'da 129 gün, Kadıköy'de 124 gün, Beşiktaş'ta 120 gün, Kartal'da 119 gün, Sarıyer'de 102 gün,

Üsküdar'da 75 gün, Ümraniye'de 71 gün ve Alibeyköy'de 52 gün sınır değeri aşılmıştır. 2019 yılında Avrupa Birliği limit değeri ile Türkiye limit değeri eşitlenecektir, bu açıdan İstanbul'un hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar gerekli görülmektedir.



Şekil 16. 2015 yılında bölgelere göre partikül madde için ab sınır değerini aşan gün sayısı

Sınır değeri aşıldığı günler mevsimsel olarak incelendiğinde, aşımın büyük bir kısmı kış ve bahar aylarında meydana gelmektedir. Sınır değeri aşıldığı günlerin %69'u Kasım-Mayıs periyodunda gerçekleşirken, ancak %29'u Haziran-Ekim periyodunda gerçekleşmektedir.



Şekil 17. 2015 yılı aylara göre partikül madde için ab sınır değerini aşan gün sayısı

2016 yılında ise sınır değerini 118 gün aşıldığı ve bununla beraber ölçüm yapılmayan gün sayısının 65 gün olduğu görülmüştür [88]. Örneğin, 2016 yılında Esenyurt'ta sınır değeri 206 gün aşılmış, 9 gün ölçüm yapılmamıştır. Kadıköy'de ise 91 gün sınır değeri aşılmış, 76 gün ölçüm yapılmamıştır. Ölçüm yapılmayan günler art arda gelen günlerden oluşmaktadır. Örneğin 29 Temmuz- 25 Ağustos arası veya 18 kasımdan sonra hiç ölçüm yapılmamıştır [88].

Sağlık İstatistikleri Yıllığı [75] verilerine göre 2013 yılında Türkiye'de ölümlerin %9,8'i solunum sistemi hastalıklarına bağlı gerçekleşmiştir. 2014 yılında %10,59; 2015 yılında ise bu rakam %11,10'dur. Hastane yatışlarına bakıldığında da 2013, 2014, 2015 yılları için sırasıyla %12,8; %12,7; %12,9 olarak gerçekleşmiştir.

Stratosferik ozondaki seyrelme sonucu yeryüzüne ulaşan ultraviyole (UV) ışınlarının yoğunluğu artmaktadır. Bu artış cilt kanseri ve katarakt vakalarında ciddi artışlara neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda cilt kanserinin doğrudan UV ışınları ile bağlantılı olduğu ortaya konmuştur. Bunun yanında, UV radyasyonu, fotosentez (denizde ve karada) reaksiyonunun moleküler kimyası için de oldukça önemli bir faktördür. Bu özellik, dünya gıda üretimi ve dolayısı ile gıda güvenliği açısından göz önüne alınması gereken bir konudur. Cilt üzerine görülen etkiler: melanom, melanositik olmayan temel deri kanserleri, güneş yanıkları, kronikleşen güneş zararları, fotodermatoz olarak sayılabilir.

Türkiye kanser istatistiklerine göre Türkiye’de 2014 yılında 610 deri melanomu 8.645 diğer deri kanserleri; 2013 yılında 681 deri melanomu, 8.394 diğer deri kanserleri görülmüştür. Bu rakamlar 2010 yılında 305 deri melanomu ve 4.306 diğer deri kanseri olarak kayda geçirilmiştir. Cinsiyete göre yaşa standardize edilmiş hız dağılımlarına bakıldığında erkeklerde deri melanomu yüz binde 1,8 diğer deri kanserleri yüz binde 26,5 insidans hızına sahiptir. Kadınlarda ise deri melanomunun hızı yüz binde 1,2 diğer deri kanserlerinin hızı yüz binde 16,8’dir [89].

7.7.4 Kırılğanlık Analizi

Hastaneler günlük olarak yoğun çalışmalarının yanı sıra acil hasta ve yaralı kabul etmektedir. Aynı anda çok sayıda hasta veya yaralı gelmesi ve/veya hastane içerisinde insan sağlığını tehdit eden bir tehlike ortaya çıkması gibi durumlarda acil ve hızlı karar alabilme yeteneğinde azalmalar yaşanmaktadır. Bu nedenle hastanelerin kendilerini afetler için önceden titizlikle hazırlamaları gerekmektedir. Bu açılardan hastane içinde ve dışında olabilecek tehlikelere karşı önlemlerin alınması ve hazırlık planlarının yapılması gerekmektedir. Sağlık sektöründe olabilecek aksaklıklar toplumsal anlamda da farklı yansımaları neden olabilmektedir. Mutlaka sağlık personeli ve hizmet sunumu yapılacak fiziki mekanların afetler açısından hazır tutulması önem arz etmektedir. İstanbul’da sunulan sağlık hizmeti, ülkenin farklı coğrafyalarından gelen ve ileri tetkik gerektiren sağlık hizmetlerini de kapsadığından, bu alanda meydana gelebilecek bir aksaklığın tüm ülkedeki sağlık sistemini olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Afet durumlarında insanların barınma ihtiyaçlarının yanı sıra, yaşamlarını sürdürebilmeleri için beslenme ihtiyaçlarının da karşılanması gerekmektedir. Bu gibi durumlarda yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenmenin sağlanması son derece önemlidir. Afetten zarar görmüş toplumun beslenme ihtiyaçlarının sağlanmasında bireylerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde planlanmış, karışıklığı önleyecek şekilde organize edilmiş gıda yardımı ve beslenme hizmetlerinin sağlanması hayati önem taşımaktadır. İklim değişikliği; hem bitki zararlılarının sayısı ve türlerinin hem de böcekler gibi vektörlerin artışına buna bağlı olarak zoonotik hastalıkların görülme sıklığında artışa yol açabilir.

2003’te Avrupa’yı etkileyen tarzda bir sıcak hava dalgasının İstanbul’da yaşanması durumunda özellikle yaşlılar ve zaten belirli bir hastalığı olanlar bundan en fazla zarar görecektir grubu oluşturacaktır. Elbette sağlığı etkileyen çok fazla parametre vardır ve koşulların tam olarak bire bir sağlanması mümkün değildir. Nitekim 2006 yılında yaşanan sıcak hava dalgasında Fransa da 2003 yılında gerçekleşen sağlık

sorunları kadar büyük olmamıştır. İstanbul'un şu anki demografik yapısı göz önüne alındığında böyle bir sıcak hava dalgası yaşanması durumunda, 65-74 yaş grubunda 189, 75 ve üstü grupta 839 olmak üzere 1.050 civarındaki kişinin fazladan hayatını kaybedebileceği öngörülebilir.

Fouillet ve arkadaşlarının [90] 2006 sıcak hava dalgasının ölüm sayılarına etkisini araştırdıkları çalışmada 2065 fazladan ölüm meydana geldiğini, ulusal sıcak hava önleme programının olmaması durumunda ise 6.425 fazladan ölüm meydana gelebileceğini ortaya koymuştur. Yine 2015 yılında gerçekleşen birçok sıcak hava dalgası Fransa'da 3.300 fazladan ölüme neden olmuştur.

Sıcak hava dalgalarında özellikle yaşlılar risk altındadır. İstanbul da yaşlı nüfus (65 yaş üstü) 2016 itibarıyla 912.024 kişidir. 2023 yılında bu sayı 1,5 milyon 2050 yılında ise yaklaşık 3 milyon kişi olacaktır. Bununla birlikte kalp yetmezliği, hipertansiyon, koroner kalp hastalığı, ateroskleroz, solunum yolu hastalıkları, astım ve KOAH, ile özellikle böbrek hastalıkları gibi sağlık sorunları olanlar risk altındaki grupları oluşturmaktadır.

İstanbul'da meydana gelebilecek iklim değişikliği sonucu vektör kaynaklı hastalıklarda artış olacağı düşünülmektedir. Olası iklim senaryolarına göre İstanbul'da şu an görülmeyen sıtma, KKKA vb. bazı hastalıkların iklim kuşağının yukarı doğru kayması nedeniyle görülmesi mümkün olabilecektir.

7.7.5 Fırsat ve ihtiyaçlar

İstanbul'daki sıcaklık değişimlerine bağlı olarak, kısa sürelerde ama etkili olabilecek etkilere karşı sağlık hizmeti sunucularının hazırlıklı olması önem taşımaktadır. Sıcaklık artışı sonucunda acil sağlık hizmetlerine olan talebin artması beklendiğinden, özellikle acil servislerde uzman hekim ve yardımcı sağlık personelinin bu dönemlerde mutlaka sayısının artırılması yanında, yoğun bakım hizmetlerinin de bu kapsamda düşünülmesi gerekmektedir. Ayrıca aşırı yağışların da olabileceği düşünüldüğünde özellikle hastanelere giden ulaşım yollarının açık tutulması ve meydana gelebilecek sel baskınlarına karşı mutlaka alt yapının gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Sıcaklığın artması dünyanın gittikçe daha sıcak bir iklime sahip olması, mevcut patojenlerin artmasına, ülkemizde bulunmayan ancak insanlar ve hayvanlarla tesadüfen ülkemize getirilen patojenlerinde ülkemizde üreme olanağı bularak yerleşmelerine ve yayılmalarına yol açacaktır. Birçok bulaşıcı hastalık ve patojenin iklimdeki değişikliklerin bu hastalıklarda ve patojenlerde meydana getirdiği değişiklikler açısından izlenmesi gerekmektedir. İstanbul genelinde özellikle gıda

temini konusunda yaşanabilecek aksaklık ve eksikliklerin belirlenerek, mevcut nüfus ve yaş dağılımı da göz önüne alınarak hazırlıkların yapılması gerekmektedir. Bir diğer önemli sorun ise su kaynaklarının azalması veya yer değiştirmesi ile temiz su kaynaklarının azalması ve iklim değişikliğinin gıda ve tarım üzerinde olumsuz etkileri sonucu artan hastalıklara karşı önlem alınmasıdır. Toplumun ihtiyaç duyduğu güvenilir içme ve kullanma suyunu sağlamak için klorlama ve diğer dezenfeksiyon yöntemlerinin özellikle aşırı yağış ve taşkınlardan sonra dikkatli ve kesintisiz bir şekilde yapılmasına özen gösterilmelidir.

2015 yılı verilerine göre İstanbul, dünyanın en kalabalık 15. şehri olup, 0-24 aylık bebek ve çocuğa 4.129.603 doz aşı uygulanması yapılmıştır. Toplam 33.516 yatağa sahip olan İstanbul ilindeki sağlık kuruluşlarında 5.926 yoğun bakım yatağı yer almaktadır. 2015 yılında 72.413.702 muayene, 15.333.666 acil muayene, 2.177.167 ameliyat gerçekleştirilmiştir. Bu sayılar göz önünde bulundurulduğunda iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkabilecek sağlık riskleri, zaten mevcut olan sağlık hizmeti sunum yükünün daha da artmasına neden olacağı düşünülmektedir. Bu artışı nitelikli insan sağlık hizmeti sunucu insan gücünün arttırılması ve özellikle acil hizmetlere önem verilmesi gerektiği açıktır [75].

Sıcaklık artışı sonucunda acil sağlık ve yoğun bakım hizmetlerine olan talebin artması beklendiğinden, bu dönemlerde sağlık personelinin sayısı artırılmalıdır. Özellikle hastanelere giden ulaşım yollarının açık tutulması ve meydana gelebilecek sel baskınlarına karşı mutlaka alt yapının gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Gıda kaynaklı olabilecek sağlık riskleri açısından, erken uyarı sistemine iklim değişikliği ile bağlantılı hastalıkların eklenmesi ve vaka bazında takibinin yapılması, dünyada iklim değişikliği ile önem kazanan vektörlerle mücadele konusunda gelişmiş ülkelerdeki uygulamalar göz önünde bulundurulmalıdır [91]. Bulaşıcı hastalıklar ve iklim değişikliği arasındaki ilişkinin araştırılması ve takibi, halk sağlığı açısından riskli bölgelerin belirlenerek bu bölgelerde hastalık yayılma alanlarının ortaya çıkışı/değişimi ortaya konulmalıdır. İklim değişikliği senaryolarına dayalı alınacak tedbirlerin saptanması, bölgesel ihtiyaçlar doğrultusunda laboratuvarların alt yapılarının belirlenen hastalıklara uygun olarak güçlendirilmesi veya diğer kurum ve üniversite laboratuvarlarının kapasitesinin kullanımı sağlanmalıdır. Epidemik ve acil sağlık riski alanlarında pilot programlar oluşturulmalı ve uygulanmalı, riskli bölgelerde sağlık ekiplerinin, bulaşıcı hastalıklar yönünden müdahale kapasite ve uygulama becerileri artırılmalıdır. İlgili ve sorumlu hekimlerin ve yardımcı sağlık personelinin iklim değişikliğinin sağlık üzerine etkileri ve acil eylem planı vb. konusunda eğitimleri sağlanmalıdır. Bu eğitime hava kirliliği ve diğer afetler de eklenebilir.

7.7.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İklim değişikliğinin etkilerinin akut olarak gözlemlendiği en önemli koşullar ekstrem sıcaklıklardır. Aşırı yüksek ve aşırı soğuk havalar daha önce bahsedildiği gibi birçok hastalığa ve hatta ölüme neden olmaktadır. Aşırı soğuk havalar en fazla, gelir düzeyi düşük, yoksul ya da sokakta yaşayan insanları etkilemektedir. Dolayısı ile bu durumlarda bireysel önlemlerden çok yerel ya da merkezi yönetimler tarafından alınacak önlemler ve politikalar önem kazanmaktadır. Sıcak hava dalgalarına, özelliği itibarı ile daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir. Hem kişisel önlemler hem de ulusal ve bölgesel düzeyde alınacak kamusal önlemlerle insan sağlığına etkiler en aza indirilebilmektedir [92].

Özellikle sahil bölgelerine yakın sağlık kuruluşlarının, su yükselmesine karşı hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Bu açıdan alt yapılarının kontrol edilmesi, deniz seviyesinin altında bodrum katlarının mümkünse sağlık hizmeti sunumu için kullanılmaması düşünülebilir.

Olağanüstü durumlarda su kalitesinin sağlanması ve sürdürülmesi, su kaynaklarının azalması veya yer değiştirmesi sonucu oluşabilecek yeni sağlık risklerinin belirlenmesi ve olası olumsuz etkilere yönelik müdahale planları geliştirilmelidir.

İklim değişikliği sonucu oluşabilecek gıda kaynaklı hastalıklara karşı önlem alınması, su kaynaklarının azalması, iklim değişikliğinin gıda ve tarım üzerinde olumsuz etkileri ve gıda kaynaklı hastalıklar konusunda halkın bilinçlendirilme çalışmaları yapılmalıdır.

Deniz doldurarak kazanılan alanlardaki yol ve parklar, deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak oluşabilecek fırtına dalgalarına (deniz kabarması) karşı risk altındadır.

İçme suyu havzaları yapılaşmadan korunmalıdır. Bu kaynaklar kuraklık nedeniyle zaten risk altında olup havzaların yağışları toplayabilecek şekilde betonlaşmadan korunması gereklidir. Susuzluğun (sağlıklı içme ve kullanma suyuna ulaşamama) bir halk sağlığı sorunu olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca su tasarrufu ve yağmur suyu hasadı gibi bireysel önlemler teşvik edilmelidir.

7.7.7 Analiz ve Sonuç

İstanbul'un bir sıcak hava dalgası planı olmalıdır. Bu plan sıcak hava dalgasının etkilerinin önlenmesi, meteorolojik verilere göre çeşitli düzeylerde dezavantajlı grupların uygun önlemlerle korunması, bilgilendirme ve iletişim çalışmalarının yapılması ve deneyimlerin ortaklaştırılması ve paylaşılmasını içermelidir [93]. Sıcak

hava dalgasının İstanbul için tanımı yapılmalı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ile koordineli olarak sıcak dalgası başladığı anlaşıldığı anda uyarılar İBB ve Sağlık Bakanlığı tarafından yapılmalıdır. Kademeli uyarı sistemi geliştirilmelidir. Sıcak dalgası başladığı anlaşıldığı durumlarda risk grupları medya anonslarıyla halkı paniğe sevk etmeden uyarılmalıdır.

Morbidite, mortalite ve nedene bağlı mortalite, hastaneye ve acile başvuru, nedene göre başvuru verilerinin düzenli ve sağlıklı toplanması ve şeffaf olması gereklidir. Veri toplamada ana hedef sağlık açısından sorunu anında saptamak, olası olumsuz değişimlere müdahale edebilmek olmalıdır. Özellikle ölüm sayıları ve nedenlerinin günlük olarak takibi yapılabilecek bir sistem kurulmalıdır. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre verilen ölüm sayısı ve nedenleri ölümün gerçekleştiği yere göre de verilebilmelidir.

Halk sağlığı kuruluşları ve uzmanlarının mortalite ve morbiditeyi etkileyebilecek afetler, hava kirliliği, sıcak ve soğuk dalgaları gibi durumlarla ilişki konusunda düzenli takip ve bilgi üretmeleri teşvik edilmeli, kurumlar arası iş birliği arttırılmalıdır [93].

Risk gruplarındaki kişi sayısının, mahalleler bazında saptanması ve riskli grupların harita üzerinde dağılımı saptanmalıdır: Bodrum katlar, teras katlar, yalnız yaşayan yaşlılar ve risk grubundaki diğer kişiler (evsizler gibi), uygun olmayan koşullara sahip konutlar, dere yatağındaki mahalleler, çukurdaki mahalleler, deniz seviyesindeki yerleşimlere göre dağılım tespit edilmelidir. Kronik hastalıkları olanların en azından bölge bazında sayılarının belirlenmesi acil durumlarda müdahaleyi kolaylaştıracaktır.

Sonuç olarak sağlık alanındaki veri eksikliği ve bahsedilen risklerden etkilenmesi olası kişileri tespiti için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

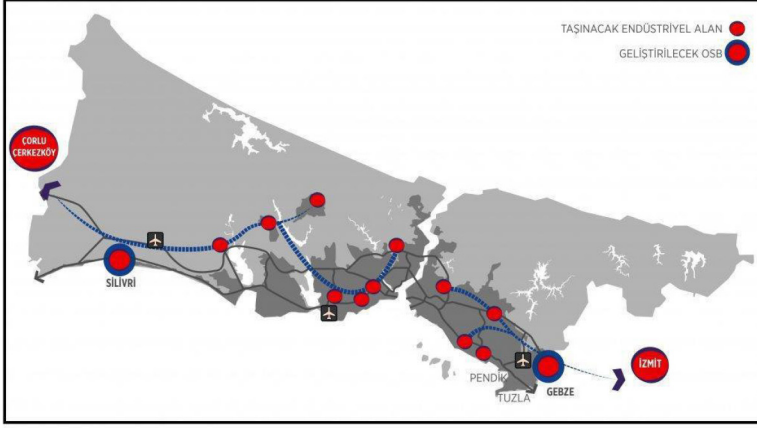
7.8 Sanayi Sektörü

7.8.1 Sektörel Profil

İstanbul, tek başına GSYİH'nın yüzde 28'ini oluşturmakta ve en büyük 500 sanayi şirketinin 180'ine ev sahipliği yapmakta olup [94], ülke ekonomisinin kalbi konumundadır. Türkiye'nin toplam vergi gelirinin yüzde 43,08'i [95] İstanbul'da üretildiğinden aynı zamanda ülkenin ana ithalat-ihracat üssüdür. 2016'da toplam 76,2 milyar USD ile ülke ihracatının yüzde 53,4'ünü oluşturan İstanbul, sadece doğrudan ihracat açısından değil, ulusal sanayi için de oldukça önemlidir. Ulusal sanayi üretiminin yüzde 34'ünde İstanbul'da üretilen mal ve hizmetler kullanılmakta olup, kentin stratejik konumu nedeniyle tedarik zinciri içindeki kritik rolü daha da artmaktadır.

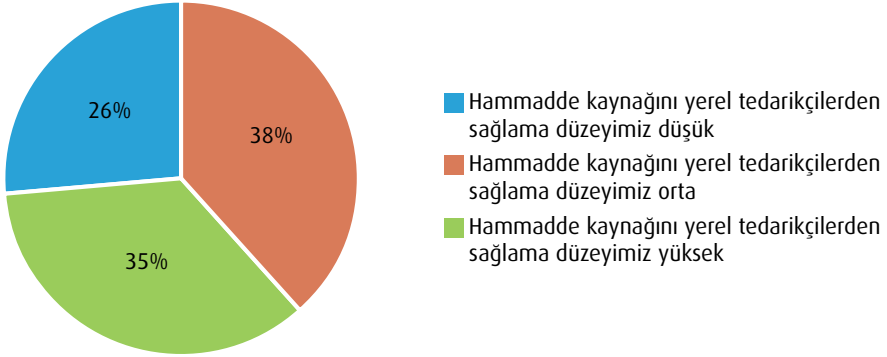
İstanbul, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında 26 alt bölge arasında en üst sırada yer almaktadır. 2011 yılı için yapılan *Bölgesel Gayrisafi Katma Değer* hesaplamalarına göre TR10 Bölgesi (İstanbul) 312.438 Milyon TL ile en üst seviyede yer almakta olup, en yüksek kişi başı gayri safi katma değer 23.247 TL olarak yine İstanbul bölgesinde gerçekleşmiştir.

İstanbul'da bulunan 8 OSB'nin toplam kapladığı alan 2.129 ha olup, %59'luk kısmı Anadolu tarafında (Ümraniye-Tuzla) bulunmaktadır. OSB'ler dışında, İstanbul'da ve çevre illerde, ana sanayi ve yan sanayi firmalarının yoğunlaştığı birçok alan bulunmaktadır. Bu alanlardan Hadımköy, Kıracaoğlu-Hoşdere ve Tuzla'da bulunan sanayi alanları, içme suyu havzalarına yakın olması nedeniyle hassas noktalarda bulunmaktadır. İstanbul 1/100.000 çevre düzeni planında, hâlihazırda OSB veya dağınık halde bulunan birçok sanayi alanının ıslah edilmesi, taşınması veya çevresel etkisi düşük, katma değeri yüksek sektörlerin yer aldığı alanlara dönüştürülmesi öngörülmektedir [96].



Şekil 18. İstanbul OSB yerleşimleri ve planlanan değişiklikleri [97]

Son yıllarda küresel rekabetten dolayı azalmış olsa da İstanbul'da yerleşik sanayi tesislerinin önemli kısmı hammadde ve yarı mamul tedariklerini yine İstanbul'dan tedarik etmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. İstanbul sanayi firmalarının hammadde tedarik kaynakları [98]

İstanbul sanayi sektörünün iklim değişikliği açısından kırılganlığı, bu kapsamda değerlendirildiğinde, en önemli iki tehlikenin sanayi kaynaklı emisyonlar (sera gazı, diğer hava ve su kirlenmesine neden emisyonlar) ve iklim kaynaklı hava olaylarının ana sanayi ve tedarik zinciri üzerinde olası etkileri olarak özetlenebilir.

7.8.2 Kritik Altyapı

Kritik altyapı, “işlevini (kısmen veya tamamen) yerine getiremediğinde, toplumsal düzenin ve kamu hizmetlerinin yürütülmesinin olumsuz etkilenmesine, vatandaşların sağlık, güvenlik ve ekonomisi üzerinde ciddi etkiler oluşturacak ağ, varlık, sistem ve yapıların bütünüdür” [17]. Kritik sektörlerin belirlenmesinde ve

sınıflandırmasında, muhtemel etkiler aşağıda belirtildiği üzere 3 boyutta incelenir. Nihai amaç, toplum refahına, güvenliğine ve ekonomiye kümülatif etkilerinin belirlenmesidir.

- i. Kritik altyapıdaki hizmet kesinti süresinin uzunluğu (kesinti süresi),
- ii. Altyapı tarafından sunulan serviste yaşanan kesinti sebebi ile oluşacak ekonomik etkiler,
- iii. Etkilerin coğrafi kapsamı (örneğin, katlanır etkiler bölgesel, ulusal veya uluslararası mı hissedilecek?).

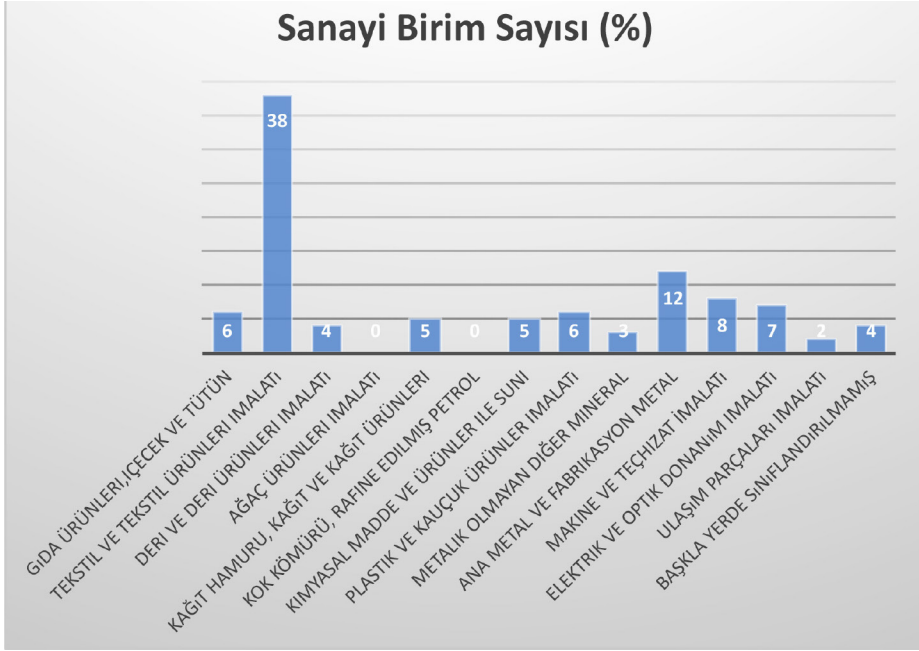
Amerikan Ulusal Güvenlik biriminin belirlediği kritik altyapı sektörleri Şekil 20’de verilmiştir. Bu sektörlerin belirlenmesinde, doğrudan etkilerin yanı sıra, ikincil etkiler (çarpan etkileri) de dikkate alınmıştır.



Şekil 20. Kritik altyapı sektörleri [99]

Bu kapsamda İstanbul sanayi sektörü ve etkileri incelendiğinde ağırlıklı olarak tekstil, ana metal ve fabrikasyon metal ürünleri, makine ve teçhizat ve gıda ürünleri ve içecek imalatı ve kimya sektörü yer almaktadır (Şekil 21). Tekstil sektörü,

istihdam, gelir ve ihracat açısından en önemli sektör olarak öne çıkmaktadır. Kimya sektörü, sıralamada ortalarında yer alsa da diğer tüm sektörlerle girdi sağlayan kritik bir sektör olarak yine kritiklik değerlendirmesinde üst sıralarda yer almaktadır.



Şekil 21. İmalat sanayi birim sayılarının alt sektörlere göre dağılımı [100]

Mevzuat Riskleri

Ulusal veya yerel yönetimlerin, çevre veya iklim değişikliği için uyguladığı politikalar, yatırım yapmayı, piyasalara veya hammadde kaynaklarına erişimi etkileyebilir ve bunun sonucunda, rekabet avantajının kaybolması sonucunu doğurabilir. İstanbul özelinde bu kapsamda en iyi örnek, sanayi bölgelerinin taşınması veya yerel yönetimin aldığı kararlar gereği, bazı sanayi sektörlerinin İstanbul ili sınırları dışına taşınması gösterilebilir.

Fiziksel Riskler

Sanayi tesislerinin bulunduğu bölgelerde mevcut altyapıdan, tesislerden veya tedarik zinciri, giderek artan sıklıkta hava olaylarından etkilenmektedir. Aşırı yağış, taşkın, fırtına, kuraklık veya sıcak dalgası kaynaklı tehlikeler, sanayi tesislerinde faaliyetin durmasına veya verimin düşmesine neden olabilmektedir. Riskler, çoğu zaman tesisin müdahale alanı dışında gerçekleşmekte ve tesisin alabileceği önlemler sınırlı olmaktadır. Yakın geçmişte meydana gelen sel veya aşırı kar yağışı nedeniyle

yolların kapanması ve buna bağlı olarak hammadde ve nihai ürün nakliyesinin aksaması, bu konuda verilebilecek en güncel örnekler arasındadır.

İtibar Riskleri

İtibar riskleri, bazen firma özelinde, bazen ise sektörün genel imajından ve toplum tarafından algılanmasından kaynaklanabilir. İstanbul özelinde, sanayi tesislerinin büyük kısmının kentsel yerleşim alanı içinde kalması, bu konuyu daha önemli hale getirebilmektedir. Sanayi tesislerinin iklim değişikliği ile ilgili yaptıkları çalışmalar, gösterdikleri emisyon azaltım performansı ve bunların paydaşlarla etkin şekilde paylaşımı, bu tür risklerin oluşmasını azaltmaktadır. Toplum tarafından “zararlı” olarak algılanan tesisler, boykot veya protestolarla karşı karşıya kalma riski ile karşılaşılabilir ve bunun sonunda gelir kayıpları yaşanabilir.

Tedarik Zinciri Riskleri

Sanayi sektörünün karşı karşıya kaldığı riskler, sadece kendi tesislerinden değil, tedarik zincirinden de kaynaklanmaktadır. İstanbul sanayi sektörlerini ve tedarik kaynaklarına baktığımızda (Şekil 19), kritik ürün ve tedarikçilerden kaynaklanan risklerin de ana sanayi firmalarını doğrudan etkileyebileceğini görülmektedir. 2016 yılı sonlarında, aşırı soğuk havalar ve elektrik üretiminde ve dağıtımında meydana gelen sorunlar nedeniyle, birçok OSB ve sanayi kuruluşu günlerce üretim yapamamış ve önemli ölçüde ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Üretim tesisleri doğrudan zarar görmese veya etkilenmese de elektrik veya enerji sağlayan tesislerde meydana gelen kesintiler, sanayi sektörünün gelir kaybı yaşamasına ve taahhütlerini yerine getirememesine neden olmuştur.

7.8.3 Etki Senaryoları

Bir sistemin veya varlığın kırılganlığı, oluşabilecek iklim değişikliği kaynaklı etkilerin büyüklüğü, bu etkilerin tesis veya varlık üzerinde muhtemel etkileri ve bu tesis/varlıkların olumsuz koşullara uyum kapasitesine bağlıdır.

İstanbul sanayi sektörünün yapısı, sektörel dağılımı ve değer zinciri incelendiğinde, en önemli yapısal sorunun, sanayi tesislerinin büyük bölümünün dağınık yapıda ve konut yerleşim alanları içerisinde kalması olarak gösterilebilir. Geçmiş yıllarda ve artık geçerli olmayan iklim verilerine göre tasarlanan altyapı ve tesisler, beklenen yeni iklim rejiminin gerektirdiği koşullarda beklenen dayanıklılık ve performansı göstermekte zorlanacaklardır.

İstanbul için iklim değişikliği senaryoları incelendiğinde, beklenen en önemli

etkilerin ortalama sıcaklık ve sıcak hava dalgası sıklığında artış, yağışlarda azalma ve beklenen kuraklık ile birlikte, yağış şiddetinde ve kentsel sellerde artış olacağını görmekteyiz. Buna karşın, sanayi kuruluşları için en önemli etki soğutma ihtiyaçlarının artması (maliyet artışı), su kaynaklarına erişimin zorlaşması gibi gelir (performans) kaybının yanı sıra, sıcak hava dalgası kaynaklı yangınların artması ve kent sellerinden dolayı doğrudan veya tedarik zincirinde meydana gelecek aksamalar olacağı değerlendirilmektedir. Belirlenen tehlikeler ve bunun sonucu olarak meydana gelebilecek üretim kesintileri ve performans kayıpları Tablo 26’de verilmiştir.

Bu kapsamda yapılan kırılabilirlik değerlendirmesinde, ağırlıklı olarak OSB’ler veya tek başına önem arz eden tesisler dikkate alınmıştır. Değerlendirme yapılırken, hem performans kaybı hem de faaliyetin kesintiye uğraması dikkate alınmış, bu çerçevede belirlenmiş olan önemli iklim parametrelerinin seçilen varlıklara etkisi belirlenmiştir. Varlıkların seçiminde, büyüklük, sektör, firma sayısı, stratejik önemi ve konumu dikkate alınmıştır. Çimento fabrikası, İstanbul sınırları içinde tek olması nedeniyle listeye dahil edilmiştir.

İstanbul sanayi sektörünün en önemli yapısal sorununun, sanayi tesislerinin dağılık yapıda ve konut yerleşim alanları içerisinde kalması olduğu değerlendirilmektedir. Geçmiş yıllarda ve artık geçerli olmayan iklim verilerine göre tasarlanan altyapı ve tesisler, beklenen yeni iklim rejiminin gerektirdiği koşullarda beklenen dayanıklılık ve performansı göstermekte zorlanacaklardır.

Tablo 26. İklim parametrelerinin sanayi sektörüne muhtemel etkileri

İklimsel Parametre	Üretim Kesintisi	Maliyet Artışı/Verim Kaybı
Ortalama Sıcaklık Artışı	Tarıma dayalı sanayilerde hammadde sıkıntısı	• Soğutma amaçlı elektrik tüketiminde artış, buna bağlı sera gazı salımlarının artması • Proseslerde su ihtiyacında artış • İçme ve tarımsal su tüketiminin artması, suya erişimde sıkıntı yaşanması • Tarımsal girdi maliyetlerinde artış
Yaz Sıcaklık Artışı	Yangın tehlikesinin artması Elektrik iletim/dağıtım hatlarında kopmalar ve buna bağlı üretim kaybı	• Soğutma amaçlı elektrik /su tüketimi talebi artması, -maliyetlerde • Arıza sıklıklarının artması • Artan tüketim veya arazi kaynaklı, elektrik kesintilerinin artması sonucu üretim kaybı • Tarımsal girdi maliyetlerinde artış

Sıcak Hava Dalgası	Yangın tehlikesinin artması	· Çalışanların yaşayabileceği sağlık sorunları, iş gücü kaybı · Tarımsal emtiaların fiyatlarında artış
Şiddetli Yağışlar	Hammadde/enerji tedarikinde aksama yaşanması	· Hammadde tedarikinde aksama yaşanması · Ürün nakliyesinde aksama yaşanması · Enerji tedarikinde aksamalar · Sigorta maliyetlerinin artması
Sel ve Taşkın	Üretim tesislerinin/ ekipmanlarının taşkından etkilenmesi Tedarikçilerin etkilenmesi Ulaşım yollarının etkilenmesi	· Personelin iş yerine ulaşması · Sigorta maliyetlerinin artması
Soğuk Hava Dalgası	Ulaşım yollarının etkilenmesi Enerji tedarikinde sıkıntı	· Enerji ihtiyacının artması · Tarımsal emtiaların fiyatının artması · Sigorta maliyetlerinin artması
Fırtına	Üretim tesislerinde veya tedarik zincirinde meydana gelebilecek hasarlar	· Hammadde ve ürün tedarikinde aksamalar ve buna bağlı maliyet artışları · Sigorta maliyetlerinin artması

Bu çerçevede, son dönemde iklim kaynaklı nedenlerden dolayı meydana gelen olaylara bakıldığında, en dikkat çeken olaylardan birisinin 2016 yılının son günlerinde meydana gelen elektrik kesintisi olduğu görülmektedir. Bu dönemde, 29.12.2016-04.01.2017 arasında, soğuk hava dalgası ve fırtına nedeniyle iletim hatlarında meydana gelen arızalar sonucu, birçok sanayi kuruluşu ve OSB'ye elektrik verilememiştir. TEPAV tarafından, İstanbul'da yer alan 8 OSB'nin de yer aldığı OSB'ler için yapılan hesaplamalara göre, 5 günlük elektrik kesintisinin sadece bu 17 OSB'de yarattığı ekonomik kayıp, yaklaşık 150 Milyon USD'ye ulaşmıştır. En büyük kaybın, 30 bin işletme ve 300 bin civarı çalışanın olduğu İkitelli'de gerçekleştiği hesaplanmıştır [101].

7.8.4 Kırılganlık analizi

İstanbul, hem Anadolu hem de Avrupa yakasında yoğun bir sanayi aktivitesine sahiptir. Bu sanayi tesislerinin bazıları daha ufak boyutlu olsa, birçoğu ciddi büyüklükte ekonomik faaliyetler yürütmektedir. İklimsel riskler, birçok tesisin operasyonel devamlılığını tehdit etmekte, bu da yüksek maliyet anlamına gelmektedir. Bu tip risklere karşı sigorta maliyetlerinin artması, maruziyetin yüksek olduğu tesisler için geri döndürülemez ekonomik zarar oluşması beklenmektedir.

Tesis bazında uzun süreli fonksiyon kaybının (faaliyetlerin durması) işgücü piyasasına yansımaları, tedarik zincirindeki faaliyetlerde aksama sebebiyle katlanan etkisi, İstanbul'un Türkiye'nin en önemli sanayi üretim merkezi olmasından dolayı ulusal ekonomiye etkisi gibi farklı yansımaları olabilecektir. Sanayi firmalarının bu tehditlere ne derece hazırlıklı olduğu ve ne kadarının bu tip şokları kaldırma kapasitesine sahip olduğu bilinmemektedir.

Sanayi tesisleri, farklı tiplerde olabilecekleri için maruz kaldıkları iklimsel riskler de farklılık arzeder. Örneğin dere yatağına yakın bir bölgedeki bir sanayi tesisi, aşırı yağış ve sel sebebiyle binalarında maddi zarar, lojistik faaliyetlerde (örn. hammadde alım ve ürün teslimi) aksama, personel taşınmasında duraksama, tesisi su basması sebebiyle stoğun ve ekipmanın zarar görmesi, ve faaliyetler tekrar başlatılana kadar oluşacak ekonomik kayıplar gibi farklı maliyetlere katlanmak zorunda kalabilir. Bir diğer taraftan, örneğin gıda sektöründe faaliyet gösteren bir tesis, aşırı sıcak ve kurak bir yaz sezonu sonrasında ihtiyacı olan hammaddeleri tedarik etmekte güçlük çekebilir, gıda fiyatı artışlarından etkilenebilir, kentte oluşabilecek su temini aksamalarında üretim prosesleri duraksayabilir, alıcılara zamanında teslimat gerçekleştiremediği için cezai müeyyideler çekmek durumunda kalabilir. Bu örnekler göstermektedir ki, sanayi sektöründe kırılganlıklara bakıldığında tesis bazlı analizler gerekmektedir. Özellikle belli bir boyuta sahip sanayi tesislerinin, öncelikle üst-seviye bir iklimsel risk değerlendirmesi yaptırması ve yüksek riskli bir durum söz konusuysa gerekli önlemleri belirleyerek hayata geçirmesi önerilir.

Sanayi tesislerinde çoğunlukla enerji verimliliği odağıyla sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik eylemler akla gelse de, uyum eylemleri de en az azaltım kadar önemli yer kaplamaktadır. Tarihte birçok büyük endüstriyel kaza, iklimsel faktörlerle (sel ve fırtına gibi) tetiklenmiştir. Büyük endüstriyel kazalarda, çok tehlikeli tesisler kategorisine giren sanayi tesisleri özellikle bu tehditlere maruz kalabilir. Özellikle kimya, petro-kimya ve enerji üretimi gibi konularda faaliyet gösteren tesislerin aşırı yağış, uzun süreli sıcak ve soğuk hava dalgaları, yolların zarar görmesi veya kapanması sonucu uzun süre ulaşılamaz kalma, sel ve şiddetli fırtına gibi tehditlere dirençli bir yapıya sahip olması, bu tip kaza risklerini önlemek için gereklidir.

Bu açıdan, her ne kadar kritik altyapı olarak ayrıca belirtilmemiş olsa da Ambarlı'daki LPG ve LNG depolama ve dolum tesislerinin, gelecekte şiddeti ve frekansı artacak bu tip ekstrem hava şartlarına yönelik ek bir risk değerlendirmesi yapması ve gerekli önlemleri alması önerilmektedir. Bu analizin odağı, bu kritik altyapıda meydana gelebilecek olası bir fonksiyon kaybının sonuçlarının yüksekliğidir. Bu yüksek

maruziyet, ekonomik zararların olası boyutunu yukarılara çekerek önlem alınması zarureti doğurmaktadır. Bu bölgede bulunan endüstri tesislerinin, gerekli önlemleri belirleme ve gerçekleştirme kapasitesi bulundurması, ilgili kırılganlıkların hızla azaltılması adına fırsat yaratmaktadır. İstanbul ve çevresinin ekolojik, toplumsal ve ekonomik hassasiyeti göz önüne alındığında, bu tip kazaların oluşmasını ve yüksek çevresel, sosyal ve ekonomik zararlara yol açmasını önlemek önem arz etmektedir.

7.8.5 Fırsat ve ihtiyaçlar

Fırsat boyutunda sanayi tesisleri, ortalamada yükselen hava sıcaklıkları nedeniyle daha az ısınma ve daha çok soğutma maliyetiyle karşılaşabilecektir. Isınma maliyetlerinin azalması, tesis bazında spesifik tasarruf fırsatları oluşturabilir. İhtiyaç boyutunda alınabilecek önlemler, sanayi tesisinin bulunduğu sektöre ve tesisin fiziksel yapısına bağlıdır. Her bir sanayi tesisi bazında ne gibi eylemlerin gerektiğine yönelik ayrı çalışma yapılması gerekmektedir. Özellikle büyük endüstriyel kazaların önlenmesine yönelik olarak Seveso⁶ bildirimi yapan sanayi tesislerinin üst-seviye bir iklimsel risk analizi çalışması yaptırması önerilir. Bunun dışında özellikle yerleşim bölgelerine, denize ve dere yataklarına yakın sanayi tesisleri ile sahasında tehlikeli madde barındıran tesislerin benzer risk analizleri yaptırmasında fayda olacaktır.

7.8.6 Analiz ve Sonuç

İstanbul sanayi sektörü, genel olarak dağınık yapılanması, eskiyen kentsel altyapısı ve yapılaşma yoğunluğundan dolayı, iklim değişikliği etkilerine karşı hassasiyeti yüksektir. İstanbul, il bazında toplam gelir ve kişi başı gelir düzeyinde Türkiye sıralamasında en üstte yer almakta olup, İstanbul'daki istihdamın yaklaşık %36'sı sanayi sektöründe gerçekleşmektedir [102]. Sanayi sektörünün İstanbul ve Türkiye için payına bakıldığında, bölgede kırılganlığın azaltılması ve direncin arttırılmasının ulusal düzeyde önemli olduğu görülmektedir.

İstanbul için yapılan iklim projeksiyonlarında, sanayi sektörünü ilgilendiren ve gerçekleşme olasılığı en yüksek tehlikelerin sıcaklık artışı, sıcak hava dalgaları, sel ve taşkın tehlikeleri olduğu belirlenmiştir. İklim değişikliğinin sanayi üretimine etkisi doğrudan üretim faaliyetlerini durduracak düzeyde olabilir veya maliyet artışı, hammadde kaynaklarına ulaşımında zorluk yaşanması şeklinde meydana gelebilir. Söz konusu etkiler, doğrudan üretim tesisinde oluşabileceği gibi, değer zincirinde de oluşabilir ve aynı şekilde sanayi üretimini etkileyebilir. İstanbul'da en yoğun sektörlerden olan gıda sektörü, tedarik zincirinden dolayı etkilenebilecek sektörlerin başında yer almaktadır.

6 <http://www.csb.gov.tr/gm/ced/index.php?Sayfa=sayfaicerikhtml&IcId=685&detId=687&ustId=685>

Solvent ve yanıcı madde kullanımının yüksek olduğu tekstil ve kimya sektöründe ise, halihazırda yüksek oranda görülen yangın tehlikesi, sıcak hava dalgalarının sıklaşması ve yaz sıcaklıklarında artışlar neticesinde daha kırılgan hale gelecektir.

7.9 Su Kaynakları Yönetimi

7.9.1 Sektörel Profil

İstanbul'da tüketilen su miktarı mevsimsel olarak farklılık göstermekle birlikte 2,5 ila 3 milyon m³/gün arasında değişmektedir [71]. İstanbul'un toplam su ihtiyacının 2020, 2030 ve 2040 yılları için sırasıyla yaklaşık 1.100, yaklaşık 1.400 ve yaklaşık 1.700 milyon m³/yıl'a yükseleceği tahmin edilmektedir. İstanbul'un su kaynakları kapasitesi yaklaşık 2.128 milyon m³/yıl, İstanbul'a temiz içme suyu sağlayan mevcut su arıtma tesislerinin toplam kapasitesi ise yaklaşık 4,4 milyon m³/gün civarındadır [67].

7.9.2 Kritik Altyapı

Su havzaları ve barajlar

İstanbul'un su kaynakları büyük ölçekte il sınırları ötesindeki yüzeysel sulardır. Su, doğuda Sakarya ve Düzce'den, batıda ise Kırklareli'nden taşınır. 1994'deki şiddetli kuraklığın ardından, su kaynaklarının geliştirilmesine önem verilerek toplam kapasite 1994'deki 590 milyon m³/yıl'dan 2014'de 2.128 milyon m³/yıl'a yükseltilmiştir [67]. İstanbul'a içme suyu temini amacıyla kullanılan barajların toplam su tutma kapasitesi yaklaşık 870 milyon m³tür [66]. Geriye kalan su kaynağı potansiyelinin büyük bölümünü ise Trakya ve Sakarya bölgesindeki regülatörler oluşturmaktadır. Büyük Melen ve Yeşilçay Regülatörleri bunların en büyükleridir. Büyük Melen regülatöründen alınan sular ilk olarak Cumhuriyet Su Arıtma Tesis'i'ne isale edilmekte, sonrasında ise Boğaziçi Tüneli ile İstanbul'un Avrupa Yakasına iletilmektedir. Kırılganlık analizi kapsamında Ömerli, Darlık, Terkos, Alibeyköy, Büyükçekmece, Sazlıdere, Pabuçdere, Kazandere, Elmalı ve Istrancalar barajları ile Yeşilçay ve Büyük Melen regülatörleri değerlendirilmiştir.

İstanbul'un Avrupa ve Asya yakalarındaki nüfus ile su kaynakları arasında asimetrik bir dağılım söz konusudur. Nüfusun yaklaşık %35'inin yaşadığı Asya yakası, B. Melen dahil olmak üzere toplam su potansiyelinin yaklaşık %77'sine sahiptir. Bu yüzden İSKİ'nin İstanbul Su Temini Master Planında Melen sistemi, şehrin Avrupa yakasındaki su açığını gidermek üzere geliştirilmiştir [67].

Su kaynaklarının kısıtlı oluşu ve sürdürülebilir su temini bakımından su havzalarının özenle korunması gerekmektedir. İSKİ'nin su havzalarını kirlenmeye karşı koruma ile ilgili temel yaklaşımı, ulusal çerçeve yönetmelik olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) de öngörüldüğü üzere, mutlak koruma kuşağı olarak anılan rezervuar maksimum su kotu sınır çizgisi ile ilk 300 m arasında kalan kısımda hiçbir yerleşime izin vermemek ve kamulaştırmaktır. İSKİ, B. Melen dışındaki su havzalarında söz konusu mutlak koruma kuşaklarının yaklaşık %65'ini kamulaştırarak ağaçlandırmıştır. Havzalarda koruma kuşağı ile su ayırım çizgi arasında kalan kısımda ise, suyla üretim yapan kirlletici endüstrisinin faaliyeti yasaklanıp, ancak kontrollü ve düşük yoğunluklu yerleşime izin verilmektedir.

Yeraltı suları

İstanbul'da yeraltı suyu rezervleri (akifer alanları) çok sınırlı olduğu için su ihtiyacının %95'i yüzeysel kaynaklardan sağlanmaktadır. İstanbul'un bilinen akiferlerinin, yakın zamandaki aşırı endüstriyel su çekimleri sonucu statik su seviyeleri aşırı ölçüde düşmüş ve kısmi tuzlanma gerçekleşmiştir. Söz konusu alanlardaki sanayi tesislerinin İstanbul dışına taşınması sonrası, özellikle Bakırköy ve Yenibosna akiferlerinin restorasyonu gündeme gelmiştir [67].

Su arıtma tesisleri

İSKİ'nin İstanbul'a temiz içme suyu sağlayan mevcut su arıtma tesislerinin toplam kapasitesi yaklaşık 4,4 milyon m³/gün civarındadır. Bu tesislerin büyük kısmı (toplam kapasitesinin yaklaşık %75'i) son 20 yılda inşa edilmiştir. Elmalı, Kağıthane ve Ömerli gibi bazı eski su arıtma tesisleri, bakım ve onarımdan geçirilerek, ozonlama ve toz aktif karbon ilavesi birimlerinin eklenmesiyle rehabilite edilmiştir. Su arıtma tesisi kapasitesinin bu denli yüksek oluşu, özellikle kurak dönemler ve büyük çaplı bölgesel bakım/ arıza gerektiği durumlarda, şehrin farklı bölgelerinin diğer bölgelerdeki su arıtma tesislerinden beslenebilmesine imkân vererek risklerin en aza indirilmesi stratejisi ile açıklanabilir. Kırılmalı analizi kapsamında kapasitesi 50.000 m³/gün'ün üzerinde olan su arıtma tesisleri (Ömerli, Cumhuriyet, Taşoluk, Kağıthane, İkitelli ve Büyüçekmece) ele alınmıştır. Yüzeysel suların arıtımı için genellikle uygulanan prosesler; havalandırma + ön oksidasyon (klorlama veya ozonlama) + pıhtılaştırma, yumaklaştırma, çöktürme + hızlı filtrasyon ve son dezenfeksiyondur. Arıtma tesislerinde gerektiğinde, özellikle alg patlaması dönemlerinde, toz aktif karbon adsorpsiyonu da uygulanmaktadır. Alum, FeCl₃, polielektrolit ve kireç başlıca arıtma kimyasalları olarak kullanılır. Son 20 yılda

arıtma tesislerinin iyileştirilmesi ve şebekedeki boruların değiştirilmesiyle şehir içme suyu kalitesi DSÖ Standartlarına yükseltilmiştir [67].

7.9.3 Etki Senaryoları

Su kaynakları sektörü ile ilgili yapılan kırılganlık analizinde ortalama sıcaklık artışı, yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, nem, yağış değişimi, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtına, yangın (orman yangını), kent ısı adası ve kuraklığın sektör için risk oluşturabileceği sonucuna varılmıştır. Büyüme dönemi, şiddetli yağışlar, deniz seviyesindeki değişim, kıyı erozyonu ve hava kalitesi gibi etkilerin su kaynakları sektörü üzerinde önemli bir etkisi olduğu öngörülmemiş bu etkilerin su kaynakları sektörü için düşük oranda risk oluşturdukları öngörülmüştür.

İklim değişikliğinin en fazla etkileyeceği sektörlerden biri su kaynakları yönetimidir. Ancak bununla birlikte yapılan tahminler genel ölçekte olduğundan belli bir bölgeye özgü olan daha yüksek çözünürlükle tahminlerde bulunmak oldukça güçtür. Su potansiyelinin belirlenmesinde toplam yağış, ortalama sıcaklık, buharlaşma ve evapotranspirasyon gibi farklı parametreler rol oynamaktadır. İklim değişikliği ile birlikte bu parametrelerde değişiklik gerçekleşeceği için gelecekteki muhtemel su potansiyelinin belirlenmesi önemli belirsizlikler içermektedir [61]. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak su talebindeki artış da su kaynakları üzerindeki baskıyı artıran önemli bir faktör olarak tanımlanmaktadır [70].

7.9.4 Kırılganlık Analizi

İstanbul için yapılan iklim değişikliği projeksiyonları gelecekteki ortalama sıcaklıkların 4-5°C'ye kadar artacağını, yaz sıcaklık artışlarının ise kış sıcaklık artışlarına kıyasla yaklaşık 1,5 kat fazla yükseleceğini göstermektedir [15]. Özellikle yaz mevsiminde yaşanacak sıcaklık artışlarının buharlaşmayı artırması nedeniyle su kaynakları potansiyelinde önemli kayıplar görülmesi muhtemeldir. Hiç şüphesiz kurak geçen periyotların da su kaynaklarındaki potansiyeli ciddi oranda azaltması beklenmektedir. Geçmişteki kurak geçen periyotlarda (1993-1994 ve 2006-2007 gibi) bazı barajlarda tutulan suyun tamamen tükendiği bu duruma örnek olarak verilebilir. Özellikle yaz sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgalarının artışı orman yangını riskini ciddi ölçüde arttıracaktır. Bundan dolayı orman alanları içerisinde yer alan Ömerli, Elmalı ve Istrancalar barajları ile Büyük Melen regülatörü orman yangını riski altındadır. Söz konusu nedenlerle yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, su mevcudiyeti, yangın ve kuraklığın barajlar üzerinde yüksek risk oluşturacağı öngörülmektedir. Nispeten şehir merkezine yakın olan Alibeyköy, Büyüçekmece, Sazlıdere ve Elmalı barajlarında kent ısı adası etkisi görülebileceği,

bunun da bölgedeki ortalama sıcakları bir miktar artırarak buharlaşmayı ve bu sebeple su mevcudiyetini azaltabileceği söylenebilir. Bu barajlar için kent ısı adası orta derece risk oluşturmaktadır. Barajlar üzerinde orta derece risk oluşturacak diğer etkiler ortalama sıcaklık artışı, nem, yağış değişimi, sel ve taşkın ile fırtınalar olarak verilmektedir. Bunun yanında yangın nedeniyle yüksek risk taşıyan Ömerli, Elmalı ve Istrancalar barajları ile Büyük Melen regülatörünün beslediği su arıtma tesisleri de (Ömerli, Cumhuriyet, Kağıthane ve İkitelli) su kalitesinin olumsuz etkilenme ihtimalinden dolayı orta derece risk altındadır. Nem ve yağış değişiminden kaynaklanabilecek etkilerin sıcaklık değişimi etkileri ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu iki parametrede görülecek anomalilerin toplam su mevcudiyetini azalma ihtimali bulunmaktadır. Keim [60] sel ve taşkın ile fırtınaların su kaynaklarında tutulan suyun kalitesini etkileyebildiğini belirterek bu iki etkinin su kaynakları üzerine olumsuz etkide bulunduğunu belirtmiştir.

Yeraltı suları üzerinde yüksek risk oluşturan etkiler ise yaz sıcaklık artışı, su mevcudiyeti ve kuraklık olarak öngörülmektedir. Yeraltı sularını besleyen yüzeysel kaynaklardaki su potansiyelinin azalması yeraltı suları üzerinde de olumsuz etki oluşturacaktır. Ortalama sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası ve yağış değişimi ise yeraltı suları üzerinde orta düzeyde risk oluşturmaktadır. İstanbul için mevcut durumdaki yeraltı suyu kullanma oranının düşük olmasının bu kritik altyapıda karşılaşılabilecek olumsuz etkilerin daha kolay tolere edilmesini sağlayacağı beklenmektedir.

Su arıtma tesisleri için herhangi bir etkinin yüksek risk oluşturmadığı öngörülmüş olmak birlikte, yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtınalar ve kuraklık etkilerinin orta düzeyde risk oluşturacağı düşünülmektedir. Yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, su mevcudiyeti ve kuraklığın neden olacağı etkilerin barajlarda görülecek etkilerden kaynaklanacağı beklenmektedir. Benzer şekilde sel ve taşkın ile kuraklık nedeniyle barajlardaki su kalitesinde görülecek bozulmalar su arıtma tesislerine iletilen sudaki kalitenin düşmesine ve arıtma proseslerinin olumsuz etkilenmesine neden olabilir.

7.9.5 Fırsat ve İhtiyaçlar

Yağışlarda görülecek muhtemel şiddetli yağışların barajlardaki su potansiyelini artırarak İstanbul'a sağlanacak su arzını daha güvenilir hale getireceği öngörülmektedir. Ancak bu etkinin dönemsel veya mevsimsel olabileceği ve yıl içindeki toplam yağış miktarında görülecek muhtemel azalmaların toplam su potansiyelini artırmayacağı göz ardı edilmemelidir. Ayrıca havzalarda görülen şiddetli yağışların sel ve taşkına dönüşmesi halinde bunun barajlar için olumlu bir

etki oluşturmıyıp aksine yukarıda ifade edildiği gibi olumsuzluklara neden olacağı unutulmamalıdır.

7.9.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İstanbul'daki su talep ve arzı değişimi dikkatli bir şekilde takip edilerek barajların işletilmesi mevcut su potansiyelinin daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla dünya genelinde kullanılmakta olan etkin baraj işletme yöntemleri ile güncel bilgisayar modellerinin kullanılması yerinde olacaktır. İstanbul'a mevcut durumda su sağlayan barajların yanı sıra inşası tamamlanma aşamasına gelen Büyük Melen Barajı'nın da işletmeye alınması ile İstanbul için çok daha güvenli bir su arzı sağlanmış olacaktır. Barajlarda buharlaşmayı azaltıcı önlemler alınarak kullanılabilir su potansiyelinin arttırılması mümkündür. Bunun yanı sıra su şebekesindeki kayıp kaçak oranlarının azaltılması toplam su tüketimini azaltacaktır. İSKİ'nin kullanılmış suların arıtıldıktan sonra tekrar kullanımına yönelik çalışmalarının yaygınlaştırılması ile de belli bir potansiyel sağlanması mümkün olacaktır. Ayrıca bozulmuş yeraltı akiferlerinin restorasyonu da planlanmaktadır. Endüstrilerin üretim proseslerini daha az su kullanan prosesler ile değiştirmesi ve halkın daha az su kullanımı konusunda (tasarruflu armatür ve ev aletleri kullanımının yaygınlaştırılması da dâhil) bilinçlendirilmesi toplam su tüketimini azaltarak su kaynakları üzerindeki baskının azalmasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca taşkın riski taşıyan derelerin ışlahına öncelik verilerek etkiler azaltılabilir.

7.9.7 Analiz ve Sonuç

Su kaynakları sektörü için yapılan kırılganlık analizinde kritik altyapı olarak su havzaları ve barajlar, yeraltı suları ve su arıtma tesisleri ele alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değişikliği sonucunda ortalama sıcaklık artışı, yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, nem, yağış değişimi, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtına, kent ısı adası, yangın ve kuraklığa karşı risk altında olabileceği öngörülmektedir. Ele alınan kritik altyapılardan su havzaları ve barajlar ile yeraltı suları için toplam risk yüksek seviye olarak belirlenmiştir. Bu kritik yapılar yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, su mevcudiyeti, yangın ve kuraklığa karşı yüksek risk altındadır. Diğer kritik altyapı olan su arıtma tesisleri için ise toplam risk orta seviyede belirtilmiştir. Su kaynakları sektörü için tanımlanan sektörel toplam risk ise su havzaları ve barajlar ile yeraltı suları kritik altyapılarındaki toplam risk yüksek seviyede olduğu için yüksek olarak belirlenmiştir. Sektör ile ilgili toplam riskin azaltılması ve yönetilmesi için başlıca önlemlerin İstanbul'daki su havzaları ve barajlar ile yeraltı

suları üzerine yoğunlaşması gerekmektedir. Barajlarda tutulan suyun etkin işletme yöntemleri ile isale hatlarına iletimi sağlanarak barajlardaki suyun daha verimli şekilde kullanımı sağlanacaktır. Ayrıca toplam su talebinin çeşitli uygulamalar ve bilinçlendirme ile azaltılması sayesinde de su kaynakları sektörünün kırılganlığının azaltılması mümkün hale gelecektir.

Su havzaları, barajlar ve yeraltı suları yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, su mevcudiyeti, yangın ve kuraklığa karşı yüksek risk altındadır. Sektör ile ilgili toplam riskin azaltılması ve yönetilmesi için başlıca önlemlerin İstanbul'daki su havzaları ve barajlar ile yeraltı suları üzerine yoğunlaşması gerekmektedir.

7.10 Ulaştırma Sektörü

7.10.1 Sektörel Profil

İstanbul'un Türkiye'nin en kalabalık şehri olması, onun ulaştırma sektörüne olan talebini de arttırmaktadır. Ayrıca İstanbul'un sahip olduğu konum da onu önemli ulaşım yolları bağlantılarının merkezi haline getirmektedir. Bu kritik konum ve kalabalık nüfus, İstanbul'un ulaştırma açısından gelişmiş ve yoğun bir sisteme sahip olmasını gerektirmektedir. Şehir içi ulaşım olarak İstanbul'daki ulaştırma sistemi incelendiğinde şu veriler çıkmaktadır:

İETT'nin 2016 verilerine göre kaynağına göre kent içi toplu ulaşımında kara ulaşımının payı %78'dir. Bunu %17,6 oranla raylı ulaşım ve %4,4'lik bir oranla da deniz ulaşımı takip etmektedir [92].

Karayolu ulaşımının bu kadar yüksek paya sahip olduğu toplu ulaşım sisteminde, Metrobüs ve İETT'nin otobüsleri büyük paya sahiptir. 2016 verilerine göre karayolu ulaşımındaki pay dağılımı Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Karayolu toplu taşıma dağılımı [103]

Karayolu Toplu Ulaşım	Pay (%)
İETT Otobüs/ Metrobüs	12,02
Özel Halk Otobüsü	10,76
Otobüs A.Ş.	6,48
Minibüs	16,03
Taksi &Taksi Dolmuş	12,95
Servis	16,79
Toplam	78,02

İstanbul'da bir günde toplu taşımada geçirilen vakit yaklaşık 91 dk'dır [104]. Toplu taşımada geçirilen bu uzun süre düşünüldüğünde, halihazırda yüksek kapasite kullanımıyla çalışan toplu ulaşım sistemlerinin aşırı hava olaylarından etkileneceği görülmektedir. İstanbul halkı için iklim değişikliğine dirençli bir karayolu toplu ulaşım sistemine sahip olmanın gerekliliği daha da önem kazanmaktadır.

Raylı sistemler detaylı olarak incelendiğinde, %17,60 lık pay içinde Marmaray %1,62'lik bir orana sahiptir. Diğer yandan metro, hafif metro, tramvay %15,98 'lik oranla en çok kullanılan şehir içi raylı toplu ulaşım sistemi olmaktadır [103]. 2016 yılında İstanbul'da metro ile yaklaşık 551,662,361 kişi taşınmıştır [105]. Bu yüksek yolcu sayısı ve yüksek talep, raylı sistemlerin de iklim değişikliğine dirençli hale getirilmesi konusundaki önemi göstermektedir.

Toplu taşıma dışında, İstanbul'un sahip olduğu konum onun gelişmiş lojistik ağları ve havayolu rotalarının kesişim noktası haline getirmiştir. Bu açıdan ulaşım sektörü incelendiğinde, 2016 TÜİK verilerine göre İstanbul'da toplam 31.106 km devlet yolu, 33.513 km il yolu bulunmaktadır [106]. Yine 2016 yılı verisine göre Türkiye geneli sahip olunan karayolu uzunluğu 242.590 km'dir [106]. İstanbul bu toplam içinde yaklaşık %27'lik bir paya sahiptir.

Havayolu taşımacılığında ise Atatürk havalimanı 2016 yılında 60,1 milyon yolcu tarafından kullanılmıştır [107]. Sabiha Gökçen havalimanı ise 29.651.543 yolcu tarafından tercih edilmiştir. Bu yüksek rakamlar, havaalanlarının da iklim değişikliğine karşı direnç konusunda kritik önemini göstermektedir [108].

TÜİK'e göre oluşturulan sera gazı emisyon envanterini, doğrudan sera gazları olan karbon dioksit (CO_2), metan (CH_4), nitrat oksit (N_2O) ve F gazları ile dolaylı sera gazları azot oksitler (NO_x), metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOCs) ve karbon monoksit (CO) emisyonları oluşturmaktadır. Türkiye'de 2008 yılı toplam sera gazı emisyonu CO_2 eşdeğeri olarak 1990 yılına göre %96 artış göstermiştir. Sadece CO_2 'nin ise toplam sera gazı içerisindeki payı %81 civarında iken CO_2 'nin yaklaşık %16'sı tek başına ulaştırma sektörü tarafından salınmıştır [109]. Bu da CO_2 salınımlarında ulaştırma sektörünün oldukça büyük payı olduğunu göstermektedir.

Hem raylı sistemler hem karayolları hem de havayolu bakımında yoğun bir trafiğe sahip olan İstanbul'un sera gazı kaynağının önemli bir kısmı ulaştırma sektöründen gelmektedir.

7.10.2 Kritik altyapılar

Sektörel analiz yapıldığında, İstanbul'un sahip olduğu toplu taşıma sistemleri yoğun bir kullanım göstermektedir. Artan nüfus ile birlikte bu eğilimin devam edeceği öngörülmektedir. Sektördeki kritik altyapılar Tablo 28'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 28. Ulaşım sektörü kritik altyapılar

Kritik Altyapılar
Yol, köprü ve tüneller (bakım dahil)
Tren rayları ve kaldırımlar
Havaalanları
Hava taşımacılığı
Limanlar
Deniz taşımacılığı
Tren taşımacılığı
Karayolu taşımacılığı

7.10.3 Etki Senaryoları

Ulaşım ve taşımacılık sektörü iklim değişikliğinin hem başlıca sebeplerinden biri hem de en çok etkilenecek sektörlerdendir. Bu sebeple uluslararası nitelikte sürdürülebilir ulaşım politikaları ve yatırımlarının oluşturulması gerekmektedir. Buna rağmen günümüzde ülkeler açısından karbon salımının azaltımının maliyeti sebebiyle büyük oranda nihai anlaşmalara varılamamıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin karbon salımını azaltma konusunda isteksiz davranması küresel etkili azaltım çalışmalarını engellemektedir [110].

Ulaşım sektöründe enerji kaynağı olarak %99 oranında petrol ürünleri kullanılmaktadır. Bu açıdan karbon emisyonlarında ulaşım sektörünün büyük payı bulunmaktadır. Taşımacılık faaliyetleri sonucu meydana gelen metan, azot monoksit ve azot oksitler gibi gazlar iklim değişikliğinin yanı sıra, çevre kirliliği, sağlık riskleri ve ekolojik sistemin tahribi gibi sonuçlar da doğurmaktadır. Ayrıca ulaşım sistemleri ve bağlantıları (özellikle otoban ve diğer karayolları) doğal alanları kullanmakta; kentlerin büyümesine ve genişlemesine katkıda bulunmakta ve böylece dolaylı olarak kentlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesini azaltmaktadır.

Gelişmekte olan ülkeler, taşımacılık ile ilgili birtakım sorunlarla yüz yüzedir. Bu zorluklar şu şekilde özetlenebilir:

- Hızlı bir şekilde artan araç sayısı,
- Yüksek hava kirliliği ve taşıt trafiği,
- Eski ve verimsiz araç filosu,
- Yetersiz bakım,
- Düşük akaryakıt kalitesi,

- Karayolları boyunca artan nüfus yoğunluğu [111].

Belirlenen kritik altyapılar iklim değişikliği etki senaryoları göz önüne alınarak incelenmiştir. Buna göre;

Yol, Köprü ve Tüneller

Yol, köprü ve tüneller İstanbul karayolu ulaşımının önemli kısımlarını oluşturmaktadır. Karayolu ulaşımının İstanbul içinde büyük bir orana sahip olması, bu altyapının iklim değişikliği karşısında daha dirençli olmasını gerektirmektedir.

Yol, köprü ve tüneller iklim değişikliğinin sonucu olan “Yaz sıcaklık artışı”, “Sıcak hava dalgası”, “Sel ve taşkınlar” ve “Fırtınalar” karşısında yüksek riskli olarak değerlendirilmiştir. Özellikle yağmur ve fırtınalı havalarda karayolu ulaşımı güçlükle yapılabilen, yapısal eksiklikler güvenli sürüşü tehdit edebilmekte ve kazalara sebebiye verebilmektedir. Gelecekte yağışlı ve aşırı rüzgârlı havaların sıklığı ve şiddetinde beklenen artışların, özellikle yüksek hızla seyahat edilen otoyol ve benzeri yapıların fonksiyonlarında azalma ve bozulmaya yol açması muhtemeldir.

Özellikle tüneller (örn. Avrasya Tüneli) için sel ve su basma riski bulunmaktadır. Aşırı yağışlar sonucu yağmur suyu drenaj sistemlerinin kapasitesinin aşılması ve hatalı yol tasarımı gibi problemler, yağışın yoğun olarak altgeçit ve tünellere girmesine, buralarda su birikintisi oluşturarak araç giriş-çıkışını engellemesine ve ulaşımında önemli aksamalara yol açabilir. Oluşabilecek güvenlik risklerine yönelik önlemler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Tren Rayları ve Kaldırımlar- Tren Taşımacılığı

İklim değişikliğinin sonucu olan “Yaz sıcaklık artışı”, “Sıcak hava dalgası”, “Sel ve taşkınlar” ve “Fırtınalar” tren rayları ve kaldırımlar için yüksek risk oluşturmaktadır.

Tren raylarında yüksek sıcaklıklara bağlı olarak genleşme ve bozulmalar görülebilir. Bu tip aşırı sıcaklık kaynaklı problemler, metro gibi toprak altı hatlar haricindeki hatlarda fonksiyonel kayıp ve ek maliyet oluşturabilir. Doğru tasarlanmış hatlar, iklim değişikliğinin etkilerinden ulaştırma sektöründe en az etkilenecek taşımacılık alternatiflerinden olacaktır. Ancak belirli noktalarda, raylı sistemler özellikle sel ve taşkınlardan etkilenebilecektir. Yağmur suyu drenajının yetersiz olması ve yoğun su akışının raylardan uzaklaştırılamaması durumları, ulaşımında aksamalara yol açabilir.

Kaldırımlar, bu tip aşırı yağış durumlarında yayalar için çok önemli görevler üstlenmektedir. Bu açıdan kaldırım tasarımlarının eğimli, yoldan yukarıda ve

muntazam yapılması ve engellilerin kullanımına uygun hale getirilmesi, ulaşım araçlarının çalışmadığı durumlarda kent halkının acil ulaşım ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri yegâne alternatif olmaktadır. Bu açıdan kaldırım kalitesi ve işgalinin engellenmesi gibi konuların dikkate alınmasında yarar olacaktır.

Havaalanları-Hava Taşımacılığı

İklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenecek kritik altyapılardan biri de havaalanları ve hava taşımacılığıdır. İstanbul sahip olduğu yoğun yolcu trafiği ile kritik öneme sahip havaalanlarına sahiptir. Üçüncü havalimanının devreye girmesiyle birlikte hava taşımacılığı, İstanbul için daha da fazla gündeme gelecektir.

Havacılık faaliyetleri için yükselen sıcaklıklar, fırtınalar, sel ve taşkınlar konusunda bu binalar yüksek risklere sahiptir. İklim değişikliği sonucunda oluşacak sel ve taşkınlar sonucu uçakların işlememesi hem ulusal hem de uluslararası yolcuları etkileyebilecektir. Ayrıca yolcuların fırtına ve aşırı yağış gibi durumlar sebebiyle havalimanlarına ulaşımında yaşanabilecek aksamalar, havayolu işletmecileri için ek zorluklara neden olabilir. Buzlanma, şiddetli rüzgâr, aşırı yağış gibi durumlar, uçakların kalkış ve inişlerini de etkileyebilir ve uçuş güvenliği riskleri doğurabilir.

Limanlar-Deniz Taşımacılığı

İstanbul'da toplu ulaşımın önemli bir bileşeni de deniz yoludur. Yolcu ve ticari deniz taşımacılığı düşünüldüğünde “şiddetli yağışlar”, “sel ve taşkınlar”, “fırtınalar”, “deniz seviyesindeki değişim” yüksek risk oluşturmaktadır.

İstanbul Boğazı'nı kullanarak Karadeniz-Marmara Denizi hattında yük taşımacılığı yapan gemiler, belirli akıntı ve rüzgâr şartlarında bekletilmektedir. Bu tip gemiler, belirli bir sıra ve öncelikle geçirildiği için aşırı hava olaylarında oluşacak bir artış bu trafiği olumsuz yönde etkileyebilir. Boğaz'da yük gemilerinin seyir emniyetinin sağlanması ve rüzgâr sebebiyle oluşabilecek kazaların önlenmesi önem kazanacaktır.

Boğaz hattında İBB Şehir Hatları ve özel firmalarca yapılan tekne ile yolcu taşımacılığı da benzer şekilde iklim bağlıdır. Lodoslu ve sisli havalarda bu hatlar geçici olarak çalışmamaktadır. Bu durum, trafiğin karayoluna kaymasına ve trafik sıkışıklığına yol açmaktadır. İklim değişikliği ile birlikte meydana gelebilecek bu tip olayların etkisiyle deniz taşımacılığı olumsuz yönde etkilenebilir.

Önümüzdeki on yıllarda deniz seviyesinin artması ve deniz kabarmasıyla birlikte limanların fonksiyonlarında bozulmalar, ticari limanların rehabilite edilmesi, yolcu taşımacılığında kullanılan iskelelerde gerekli önlemlerin alınması da gerekebilir.

Karayolu Taşımacılığı

“Şiddetli yağışlar”, “Sel ve taşkınlar” karayolu taşımacılığı için yüksek risk oluşturmaktadır. İstanbul’u diğer kentlere bağlayan temel ulaşım yöntemi karayolu taşımacılığıdır. Aynı şekilde kent içi ulaşım da ağırlıklı olarak karayolu ile yapılmaktadır. Otoyollar ve ana arterler dışında İstanbul’da çok sayıda cadde ve sokak bulunmaktadır. Bu altyapının alternatifi çok sınırlı olduğu için fonksiyonunu yitirmemesi son derece önemlidir.

Yüksek sıcaklıkların asfalt yollarda bozulmaya yol açması, orta derecede risk oluşturmaktadır. Ayrıca asfalt ve beton yollar, yağmur suyunu geçirmediği için ani yağmurlarda su baskınlarını tetikleyebilmektedir. Bu açıdan yollarda geçirimsizliği sağlayacak malzemelerin tercih edilmesi, yolda su birikmesini önleyecek eğimin mutlaka verilmesine özen gösterilmesi, yol kenarlarındaki drenaj hatlarının bağlantılarının oluşturulması önem kazanacaktır.

Soğuk havaların ortalamada azalmasıyla birlikte donma ve buzlanma gibi riskler azalacak, tuzlama ve yol açma faaliyetlerinde rahatlama meydana gelecektir.

7.10.4 Kırılabilirlik Analizi

Ulaştırma sektörü için yapılan kırılabilirlik analizi sonucunda sektörün en fazla etkileneceği (yüksek risk oluşturan) değişimler:

- Şiddetli yağışlar
- Fırtınalar
- Sıcak hava dalgaları
- Yaz sıcaklık artışı
- Sel ve taşkın
- Deniz seviyesindeki değişim olmaktadır.

Belirlenen kritik altyapılar ve etki senaryoları göz önüne alındığında, genellikle şiddetli yağışların, fırtınaların belirlenen tüm kritik altyapılar için yüksek risk oluşturduğu görülmektedir. Bu fırtınalar ve yağışların ulaştırma altyapısında kalıcı ve geçici fonksiyonel aksamalara yol açması ve maddi zarara sebep olması beklenmektedir. Sıcaklık artışları ise, ulaştırma sektörünün işleyişinde problemlere yol açmakta ve yine bu değişim de ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

7.10.5 Fırsat ve İhtiyaçlar

Kentleşme ve kent içi ulaşım konusundaki sorunlar en çok nüfus ve trafik yoğunluğunun olduğu, yüksek, hızlı ve plansız büyüyen mega kentleri ilgilendirmektedir. Mega kentlerde CO₂ salımlarının düşürülmesi için kentleşme ve toplu taşıma, yaya ve bisiklet ile ulaşım türlerinin entegre olması gerekmektedir [112]. Dünya'nın önemli mega kentlerinden biri olan İstanbul'un da bu konuda sorumluluğu büyüktür. İstanbul il sınırları içerisinde kalan alan, Türkiye'nin yaklaşık %1'ni kaplamakta olup, 2012 yılı adrese dayalı nüfus sayımına göre Türkiye'nin %18'lik oranında nüfus yoğunluğunu taşımaktadır. Bu da İstanbul'u bayağı yüksek gaz salımı yapan şehir olarak konumlandırmaktadır [112].

İklim değişikliği sonucunda İstanbul'da ulaştırma sektörü için önemli bir fırsat görülmemektedir; fakat iklim değişikliği ile uyum ve mücadele konusunda ihtiyaçlar fazladır. Ulaşım sektöründe iklim değişikliği için asıl ve en temel amaç sera gazı salımını azaltmak ve sınırlamaktır. Bu temel amacın gerçekleşmesi için gerekli ihtiyaçların doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu konudaki en büyük ihtiyaç düşük gaz salımlı teknolojilerin özendirilmesi ve bu konuda önlerinin açılması için gerekli yaptırımların olmasıdır.

Karayolu ve havayolu çevreyi en çok kirleten; demiryolu ve denizyolu ise çevresel etkisi en az olan ulaşım modlarıdır. Ulaştırma sektöründe ortaya çıkan CO₂ emisyonlarının %84'ü karayolu sektörü kaynaklıdır. Şehir içi ulaşımında en büyük ihtiyaç, toplu taşımaya özendirme ve tatbiki en yeşil ulaşım çeşidi olan bisiklet kullanılmasının özendirilmesi olmaktadır. Ulaşım türlerinin enerji kaynakları ve enerji kullanımlarıyla ilgili verileri Tablo 29, Tablo 30 ve Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 29. Ulaşım türleri ve harcanan enerji miktarları [113]

Ulaşım Türleri	100 km'de tüketilen enerji (petrol) (1/yolcu 100 km)
Demiryolu	2,5
Karayolu	5,9
Havayolu	7,8

Tablo 30. Ulaşım türleri ve CO₂ salımları [113]

Ulaşım Türü	CO ₂ emisyonu (kg/yolcu)	CO ₂ emisyonu (g/yolcu km)
Demiryolu	35,2	43
Karayolu	109,2	140
Havayolu	111,4	180

Tablo 31. Ulaşım türleri ve enerji yoğunlukları [113]

Ulaşım Türleri		Enerji Yoğunluğu (kj/kişi-km)
Otomobil	Benzin	1790
	Dizel	1420
	LPG	1440
Tren		980
Tramvay ve metro		1110
Otobüs		1110
Bisiklet		40
Yürüme		30

7.10.6 Risk Azaltıcı Önlemler

İklim değişikliğinin ulaştırma sektörü üzerindeki etkilerini ve riskleri azaltmak için:

- Yüksek risk teşkil eden şiddetli yağışlar, sel ve taşkınlar için mevcut karayollarının iklim değişikliğine dirençli hale getirilmesi (örn. mazgal sistemleri, deniz seviyesindeki yolların yükseltilmesi vb.),
- Yeni planlanan yollarda su geçirimi, yol eğimi, su drenajı, birikinti, sıcağa dayanıklılık, kaldırım gibi unsurların daha çok dikkate alınması,
- Alternatifli ulaşım araçları geliştirerek aşırı hava olaylarında mobilitenin sağlanması

gibi tedbirler geliştirilmelidir.

7.10.7 Analiz ve Sonuç

İstanbul'un Türkiye'nin en kalabalık şehri olması, halkın ulaştırma hizmetlerine olan talebini de arttırmaktadır. Ayrıca İstanbul'un sahip olduğu konum, kenti önemli ulaşım yolları bağlantılarının merkezi haline getirmektedir. Bu kritik konum, ekonomik canlılık ve kalabalık nüfus, İstanbul'un ulaştırma açısından gelişmiş ve yoğun bir sisteme sahip olmasını gerektirmektedir. Toplu taşıma dışında, İstanbul'un sahip olduğu konum kentin gelişmiş lojistik ağları ve havayolu rotalarının kesişim noktası haline getirmiştir. Sektörel analizi yapıldığında, İstanbul'un sahip olduğu toplu taşıma yolları, sistemleri ve genel olarak lojistik açısından öneme sahip olan yolların yoğun bir kullanıma sahip olduğu ve gelecekte de bu talebin artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bu nedenle her bir ulaşım sisteminin doğru değerlendirilip, iklim değişikliği karşısında sahip olacağı risklerin ve zararların doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda ulaştırma sektörünün hem iklim değişikliğine uyum konusunda çok sayıda çözüme ihtiyacı olduğu hem de emisyon azaltım potansiyeli olarak önemli kazanımlar elde edilebileceği görülmektedir.

8. DEĞERLENDİRME

8.1 Genel Değerlendirme

Bu çalışmanın temel amacı, İİDEP'in önceki iş paketlerinde elde edilen bilgileri toplayarak değerlendirmektir. Bu çerçevede, bölgedeki ilgili alan, sektör ve paydaşlar için bölgesel haritalama ve veri analizi dâhil olmak üzere, ortaya çıkabilecek risk, fırsat ve kırılگانlıkların altı çizilmektedir. Bu 4. İş paketi kapsamında, aşağıdaki çalışmalar yürütölmüştür:

- 1. Hali hazırda uygulanmış, ihale aşamasında veya uygulanmakta olan iklim değışikliğı eylemlerinin detaylı bir listesinin hazırlanması için paydaşlardan veri toplanması (örneğin; İBB ve iştirakleri, kamu hizmet kuruluşları, kamu kuruluşları vb.)**

İstanbul'a yönelik 10 sektör belirlenmiştir. Belirlenen bu sektörler, ulusal iklim stratejileriyle doğrudan uyum içindedir. Böylece, ulusal eylem planlarıyla eşgüdüm ve İİDEP'in önümüzdeki yıllarda değışmesi halinde mevzuata uyumlu şekilde geliştirilebilmesi güvence altına alınmaktadır. Belirlenen sektörler, aynı zamanda İBB'nin stratejik planında belirlenen sektörleri de kapsamaktadır. Bu şekilde hem ulusal düzeyde gerekli olabilecek esnekliğe sahip hem de yerel düzeyde kapsayıcı, operasyonel odaklı ve uyumlu bir tematik kapsam sağlanmıştır.

Belirlenen 10 sektörde, farklı paydaşlar farklı rol ve sorumluluklara sahiptir. Örneğin "kamu altyapısı" sektöründe İBB'nin planladığı eylemler ağırlıklı iken, "sanayi" sektöründe özel sektör payı daha öncelikli olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan, İİDEP'in 5. İş paketi ile uyumlu olacak şekilde farklı paydaşların eylem planına katkı sunması büyük önem taşımaktadır. Kırılگانlıkların belirlenmesi de aynı şekilde, ilgili paydaşların etkin katılımıyla mümkündür.

Bu iş paketinde, iklim değışikliğı eylemlerinin detaylı bir listesinin hazırlanması amacıyla paydaşlardan veri toplanması önemli bir yer tutmuştur. Bu süreç, 5. İş paketi dahilinde organize edilen iki teknik çalıştayla paralel yürütöldüğü için paydaşların tanımlanması, iletişim kanalları kurulması, projenin ve hedeflerinin anlatılması ve paydaş toplantılarının organize edilmesinde sinerji elde edilmiştir. Kamu kuruluşlarının, İBB öncülüğünde geliştirilen İİDEP'e gönüllü de olsa taahhütler vermesindeki prosedürel engeller sebebiyle, bu aşamada kamu kurumlarıyla temaslar sınırlı tutulmuş, özellikle İBB içindeki birimler ve iştirakleriyle yoğun temaslarda bulunulmuştur.

Öncelikle her bir 10 sektör için İBB ve iştiraklerinin ilgili birimleri belirlenmiş ve planladıkları faaliyetleri öğrenmeye yönelik bire bir toplantılar organize edilmiştir. Bu süreçte en az bir defa görüşülen birimler şunlardır: Çevre Koruma Daire Başkanlığı, İSBAK, Trafik Kontrol Merkezi, AKOM, İBB Sağlık Müdürlüğü, İSPARK, Park ve Bahçeler Müdürlüğü, İETT, Atık Yönetimi Müdürlüğü, İSTAÇ, Sağlık Daire Başkanlığı, Turizm Müdürlüğü, Etüt Projeler Müdürlüğü, Planlama Daire Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İSKİ, UKOME, İstanbul Enerji AŞ, Aydınlatma Müdürlüğü.

Bu toplantılarda temel amaç, ilgili birimlerin halihazırda önümüzdeki yıllarda hayata geçirmeyi planladıkları projelerinin kapsamlı bir listesini oluşturmak, bu projelerden iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum konusunda katkı sağlayacak olanları tespit etmek, ilgili projelere yönelik kapsamlı veri toplamak ve tüm bu eylemleri bir araya getirerek bir eylem havuzu oluşturmaktır. Bu havuz, sektörel kırılganlıkların kritik altyapı bazında belirlenmesi ve ne gibi iklimsel tehditlerin söz konusu olduğuna yönelik analizleri yapmak için temel teşkil etmiştir. Bu veriler kapsamlı bir şekilde toplanmıştır. Toplanan bu eylemler, 4. İş Paketi ardından 6. İş paketinde ek toplantılarla genişletileceği ve derinleştirilerek nihai hale getirileceği için bu raporda yer verilmemiştir.

2. Eksik verilerin analiz edilmesi ve uzun vadede eksik bilginin tamamlanması için toplantı ve çalıştaylar düzenlenmesi

Gelişmekte olan ülkelerde bulunan kentlerin iklim değişikliği tehditlerine daha dirençli hale gelmesindeki temel zorluk, genellikle iklim değişikliğinin etkilerinin daha şiddetli olacağı bölgelerde yer almalarına rağmen, uyum kapasitelerinin teknik, finansal ve insan kaynağı açılarından daha sınırlı olmasıdır. Bu amaçla uyum eylemlerinin planlanması, uygulanması ve izlenmesinde uluslararası finansal kaynakların mobilize edilmesi kadar teknoloji ve teknik bilginin transferi ve iyi uygulama örneklerinden yararlanılması da önem taşımaktadır.

İİDEP için gereken veriler kalitatif veya sayısal, ulusal veya yerel, detaylı veya üst-seviye olabilir. Özellikle İBB birimlerince planlanan eylemlere yönelik spesifik verilerin analiz edilmesi, bu eylemlerin sera gazı azaltımı ve kentin iklimsel direncinin güçlendirilmesine ne kadar katkı sağlayacağını anlamak için elzem görülmektedir. Bu analizlerin sağlıklı yapılabilmesi için, doğru bir metodolojik kurgu kadar, eylemlerin somut ve ayrıntılı şekilde tanımlanması ve verilerin bu analizi yapan birimlerle düzenli, bütün ve saydam şekilde paylaşılması önem

taşımaktadır. Bu noktada özellikle vurgulanması gereken başarı faktörü, İBB dışındaki diğer paydaşların da bu eylemlerde baş aktör olabileceğidir. Farklı kamu ve özel sektör oyuncularının birbiriyle veri paylaşımını sağlamak ve özendirmek için İİDEP kapsamında diyalog başlatılması, ilişkilerin güçlendirilmesi ve uzun vadeli güven oluşturulmasında büyük yarar görülmektedir. Bu bağlamda İBB içindeki koordinasyon ve kurumsal kapasite geliştirilmesi amacıyla belirlenecek personele İİDEP ile ilgili sorumluluklar tanımlanması önerilir.

İİDEP'in önceki iş paketlerinde dile getirilen "iklim komitesi" yapısı (örn. "London Climate Change Partnership"⁷ gibi), bu diyalogun başlatılması, geliştirilmesi ve sürdürülmesi için önem taşımaktadır. Uzun vadede eksik bilgilerin tamamlanması için İBB'nin birimlerinin kendi planladıkları ve uyguladıkları projelerle ilgili hangi verilere ihtiyaç olduğunu ve ne gibi bilgileri toplayarak kaydetmeleri gerektiğini anlamaları, öncelikli olarak ele alınması gereken bir ihtiyaçtır. Diğer taraftan, İBB dışındaki aktörlerin de kendi projelerine yönelik benzer bilgileri izlemesi ve paylaşması gerekmektedir. Bu çalışmaların teknik boyutları bulunduğu için akademik ve diğer uzmanların desteği aranması önerilir. Eksik verilerin belirlenmesi ve düzenli olarak toplanabilmesi için İBB içindeki gerekli görevlendirmelerin yanı sıra diyalogu sağlayacak bir kentsel iklim değişikliği platformunun (iklim komitesi veya başka bir isim altında) kurularak devamlılığının sağlanmasında yarar görülmektedir.

Bu diyalog ve işbirliğini güçlendirmek adına 5. İş paketinde (biri pilot çalıştay olmak üzere) iki çalıştaya ek olarak, İBB'nin farklı birimleri ve iştirakleriyle 3 ay boyunca çok sayıda teknik toplantı gerçekleştirilmiştir.

3. Toplanan uyum ve azaltım eylemlerinin, iklim değişikliği risk, fırsat ve bölgeye özgü kırılganlıkların ne kadarını kapsadığının belirlenmesi; İBB iştirakleri, kurumsal yapısı, halkın duyarlılığı, paydaş beklentileri ve sosyal dinamikler çerçevesinde kategorize edilmesi ve önceliklendirilmesi

İBB tarafından halihazırda planlanan yatırım projeleri arasından iklim değişikliğine uyum ve sera gazı azaltım boyutlarında katkısı olanlar, bu süreç içerisinde gerçekleştirilen bir dizi toplantıyla taslak olarak ortaya çıkarılmıştır. Bu noktada vurgulanması gereken nokta, İİDEP'in yalnızca İBB'nin kendi yapmayı planladığı eylemlerden oluşmadığıdır.

⁷ <http://climatelondon.org/>

İBB dışındaki diğer paydaşların eylemleri de prensip olarak bu planın bir parçasıdır. Diğer yandan, İİDEP konulan iklim hedefiyle uyumlu bir ihtiyaç analizi ortaya çıkartmaktadır. Bu açıdan, İBB'nin normal şartlar altında standart planlarında uygulamayı düşünmediği ek azaltım ve uyum tedbirleri de tanımlanmaktadır. Farklı birimlerden toplanan eylemler tek başına İİDEP için yeterli olmamaktadır. 6. İş paketinde belirlenecek sera gazı azaltım hedefine uygun olarak bu tedbirlerin sayısı, detayı ve kapsamı genişletilecektir.

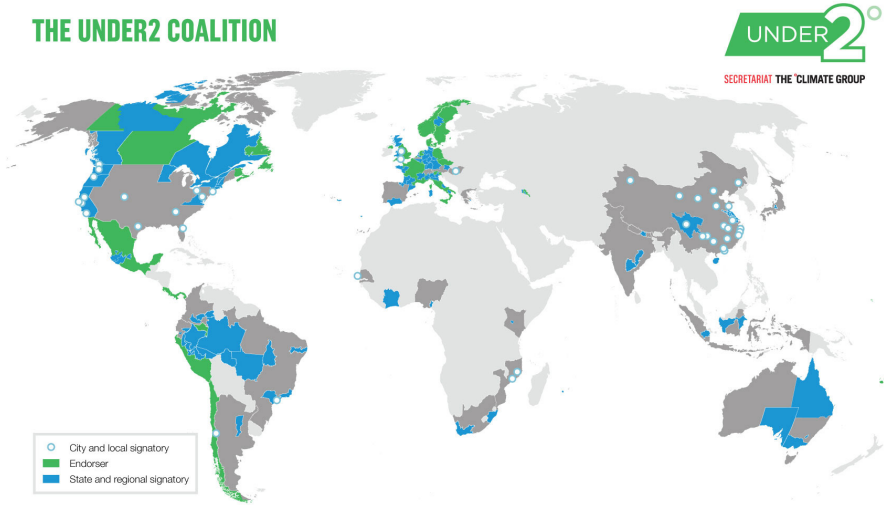
Bu çalışma yapılırken yalnızca her eylemin teknik tanımıyla ilgilenilmemektedir. Aynı zamanda her bir eylemin çevresel ve sosyal yansımaları da incelenmektedir. Bu açıdan ilgili iklim eylemlerinin getirebileceği risk ve fırsatlar da (örn. yan faydalar) 6. İş paketinde uzmanlarca değerlendirilmelidir. Zira iklim değişikliği, birçok farklı konuyu yukarıdan kapsadığı için sektörler arasındaki ilişkilere yönelik sorunları tespit ederek çözümler öneren bir yaklaşım gerektirmektedir.

Azaltım ve uyum eylemlerinin çok boyutlu yapısı göz önünde bulundurularak bu eylemlerin standart bir yaklaşımla değerlendirilmesine yönelik bir dizi gösterge geliştirilmiştir. Bu göstergeler, 5. İş paketindeki çalıştayda uzman görüşüne sunularak görüşler toplanmıştır. Belirlenen kriterler; yatırım maliyeti, işletme maliyeti, emisyon azaltım miktarı, risk azaltımı (fırsat), teknik fizibilite, sosyal kabul edilebilirlik, özgün katkı, entegrasyon, çevresel etki, kurumsal kapasite, yapım süresi, kalıcılık, izleme ve esneklik, sosyal adalet, ve stratejik uygunluk olarak tanımlanmıştır. 6. İş paketinde her bir eylemin, tek tek uzmanlarca bu kriterlere göre değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Burada temel amaç, yapılan kategorizasyon ve değerlendirme ışığında eylemlerin sıralanmasıdır.

4. Farklı alan ve sektörlerde dirençliliğin ve uyum kapasitesinin artırılması için gerekli faktörlerin araştırılması

Bu araştırma, kırılganlıkları değerlendirmek için hangi verilerin gerekli olduğunu konusunda bilgi verecektir. 2016 yılında Fas'ın Marakeş kentinde gerçekleştirilen 22. Taraflar Konferansı'nda içinde yalnızca hükümetlerin değil, aynı zamanda özel şirketlerin ve belediyelerin de bulunduğu bir grup, "2050 Patikaları Platformu" adında yeni bir inisiyatif başlatmıştır. Söz konusu platform, iklim değişikliği konusunda uzun vadeli hedefler koymak isteyen yönetimlere iddialı dekarbonizasyon stratejileri geliştirmeleri konusunda finans, kapasite geliştirme, bilgi ve deneyim aktarımı desteği vermektedir. Patika yaklaşımı, iklim değişikliğine yönelik uzun vadeli planlar yapan aktörler için yol gösterici olması açısından

önemli bir gelişme olmuştur. Buna göre kentler; uzun vadeli, düşük karbonlu, iklime dirençli ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kendileri için “patikalar” oluşturmaktadır.



Şekil 22. Under2 koalisyonu imzacısı ülke ve kentler

Önde gelen kentler, artık patika geliştirme yoluna girmektedir. Aralarında Boston, Sydney, Londra, Paris ve New York City’nin bulunduğu C40 üyesi 15 kent, patika taahhütlerini duyurmuş bulunmaktadır. Bu kentler dışında, Under2 Koalisyonu⁸ üzerinden birçok özel şirket, hükümet ve kent de benzer patikalar oluşturmuştur. Gelecekte kentsel iklim stratejilerinde patika yaklaşımının daha görünür olması beklenmektedir. Bu çalışmada kullanılan fırsat, risk ve kırılganlık metodolojisi, patika yönteminin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Patika yaklaşımının temel avantajı, özel sektör, ülke ve kent bazında kullanılabilen ortak bir platform olmasıdır. Sektörel uyum çalışmaları da patika yaklaşımıyla kolay anlaşılabilir bir şekilde oluşturulabilmekte ve uygulanabilmektedir. Bu gelişmeler ışığında, İİDEP de benzer bir yapıda kurgulanabilir.

5. Belirlenen eylemlerin bu kırılganlıkları nasıl gidereceğinin ve bu eylemlerin etkinlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından nasıl geliştirilebileceğinin tartışılması

8 Kaynak: Under2 (<http://under2mou.org/coalition/>)

Uyum eylemlerinde temel ilke, kırılganlığa sebep olan tehdidin maruziyetin meydana geldiği somut kritik altyapı özelinde gerekli önlemlerin belirlenmesi ve hayata geçirilmesidir. Her bir eylemin, ilgili riski neden, nasıl ve ne ölçüde azalttığına yönelik bir ön analiz yapılmıştır. Örneğin daha kısa zamanda metrekafe başına İstanbul'a düşmesi beklenen yağış, yağmur suyu drenaj sistemlerinin aşırı yüklenmesine sebebiyet vererek kentte sel ve su baskını tehdidi oluşturmaktadır. Buna yönelik olarak belirlenen bir eylem, yağmur suyu drenaj altyapısına yönelik tasarım kriterlerinin tekrar gözden geçirilmesidir. Bu eylem, yağmur suyu drenaj altyapısının su taşıma kapasitesinin artırılmasını ve bu şekilde yağmur suyunun daha etkin şekilde toplanmasını sağlayacaktır. Bu bilgiler eylem bazında tanımlanmıştır. Nihai eylem listesi 6. İş paketinde oluşturulacağı için bu iş paketinde eylemler, önerdikleri çözümlerle birlikte taslak halinde hazırlanmış ve teslim edilmiştir.

Bu örnekteki tedbirin fonksiyonel olarak problemi çözmesi, yerel aktörlerin dikkate aldığı tek kriter olmamaktadır. İklimsel risklerin azaltılmasına yönelik önlemler, prensipte şu üç temel ögeye sahip olmalıdır:

- **Etkinlik:** Alınan önlem ile mevcut fırsatların değerlendirilmesi, veya iklimsel kırılganlığın kısmen veya tamamen ortadan kaldırılması temin edilmelidir. Alınan önlem, etkin olarak fayda sağlamalı ve belirlenen risk azaltım hedeflerine yönelik olarak tasarlanmalıdır.
- **Verimlilik:** Belirlenen önlemi hayata geçirmek için harcanan kaynaklar (örn. bütçe, malzeme, zaman, insan kaynağı vb.), elde edilecek sonuçlarla tutarlı ve dengeli olmalıdır. En az kaynakla en fazla risk azaltımı hedeflenmelidir. Bu amaçla, birden fazla fonksiyona sahip yatırımlar ve maliyetsiz / düşük maliyetli önlemler öncelikle tercih edilmelidir.
- **Sürdürülebilirlik:** Alınan önlemlerin sadece kısa vadede değil, uzun vadede de etkinliğini koruması ve fonksiyonunu devam ettirmesi için uygun şekilde tasarlanmalı ve yapılmalıdır. Gerekli izleme ve iyileştirme prosedürleri oluşturulmalıdır. İBB ve diğer ilgili paydaşlar nezdinde konunun uzun vadeli önemi anlaşılmalı ve sahiplenilmelidir. Uyum eylemleri, iklimsel kırılganlığı artırırken olumlu veya olumsuz çevresel etkilere sebep olabilir. Benzer şekilde, sosyal kabul edilebilirliği de göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle her bir eylemin toplumda kabul görece, çevreye zarar vermeyecek bir tasarıma sahip olması, doğru kurgulanması, halka ve diğer paydaşlara iyi anlatılması ve uygulanması sağlanmalıdır.

Bu rapor kapsamında toplanan taslak eylemler, kendi etkinlikleri, verimlilikleri ve sürdürülebilirliklerini doğru değerlendirmek adına belirli göstergeler yardımıyla analiz edilmiştir. Bu analiz, tanımlanan eylemleri ilgili göstergelere göre teker teker uzman değerlendirmesine tabi tutmaya dayanır. Bu çalışma, 6. İş paketi kapsamında yürütülecek bir anket çalışmasıyla tamamlanacaktır. Bu anketin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için, eylemlerin ilgili paydaşlarca (örn. İBB birimleri ve iştirakleri) tekrar gözden geçirilmesini ve kalite kontrolünün sağlanmasını gerektirmektedir. Bu çalışmalar tamamlandığında ilgili eylem sıralamaları da ortaya çıkacaktır.

8.2 Sektörel Değerlendirme

Sektörler incelendiğinde, orta risk seviyesi olan sektörler atık yönetimi, binalar, ulaştırma, sanayi, turizm, ticaret ve sosyo-kültürel yapı olarak öne çıkmaktadır. Yüksek risk seviyesi olan sektörler ise arazi kullanımı, ormancılık, biyoçeşitlilik ve tarım, halk sağlığı, kamu altyapısı, enerji ve su kaynakları yönetimi olarak değerlendirilmiştir. Özellikle yüksek riskli görülen sektörlerde iklim değişikliği uyum tedbirlerinin hızlı biçimde tanımlanması ve hayata geçirilmesinde yarar olacaktır. Sektörel değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir.

Atık Yönetimi: Orta derece risk

Bu konuda kritik altyapı olarak atık toplama ve transfer hizmetleri, düzenli depolama tesisleri, kentsel katı atık biyolojik işlem ve geri dönüşüm tesisleri, ambalaj atıkları ayırma ve geri kazanım tesisleri ve tıbbi atık bertaraf tesisleri ele alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değişikliği sonucunda yağış değişimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın ile fırtınalara karşı risk altında olabileceği öngörülmektedir. Ancak bu risklerin hiçbiri yüksek olmayıp, doğru planlamalar ile makul maliyetler dahilinde iklim değişikliği riskleri yönetilebilir. Bu risk azaltım yöntemlerinin şiddetli yağışlar, sel ve taşkın kontrolü üzerine yoğunlaşmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Sera gazı emisyonlarında, atık yönetiminin İstanbul ölçeğinde payı büyüktür. Bu nedenle düzenli depolama sahası operasyonlarının ve çöp gazından enerji üretiminin en iyi şekilde devam ettirilmesinde ve geliştirilmesinde fayda bulunmaktadır.

Binalar: Orta derece risk

İklim değişikliğinin mevcut bina stoğuna ve yeni inşaatların tasarım ve uygulamasına ciddi etkileri olması beklenmektedir. Aşırı sıcaklık sonucu soğutma ve dolayısıyla enerji ihtiyacının artması, daha düşük su tüketimi sunan armatür, yağmur suyu hasadı, pasif veya düşük enerji ihtiyacı sunan izolasyon gibi konular

daha fazla gündemde olacaktır. Belirli sıcak bölgelerde imar değeri kaybı, sel ve fırtına sebebiyle binalarda su basması, çatı ve panjur uçması, cam kaplama binalarda aşırı enerji tüketimi gibi kırılگانlıklar söz konusu olabilir. Binaların yapı kalitesinin iyileştirilmesi, enerji tasarrufunun ruhsatlandırma süreçlerine entegrasyonu, dere yataklarındaki yerleşimin önlenmesi, ekolojik inşaat yaklaşımlarının özendirilmesi ile birlikte iklim değışikliğıne daha dirençli bir bina stoğı oluşturulabilir. Konutlar ve ticari binalar, aynı zamanda İstanbul'un sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı konumundadır. Alınacak tedbirlerle, bu emisyonların kalıcı olarak düşürölmesi hedeflenmelidir. Bu amaçla kömür kullanımının caydırılması ve daha küçük pencerelerin özendirilmesi de düşünölabilir.

Enerji: Yüksek risk

Enerji sektöründeki kritik altyapılar tek tek değeriendirildiğinde her bir kritik altyapının iklim değışikliğinin olumsuz etkileri açısından yüksek risk taşıdığı ortaya çıkmıştır. İstanbul özelinde enerji sektörü için özellikle yaz sıcaklık artışları, sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, sel ve taşkın, fırtınalar ve olası yangınlar yüksek risk taşımaktadır. Yaz sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgasının özellikle elektrik tüketimini artırması sebebiyle elektrik şebekesine getireceğı ilave yük, önemli bir hassasiyet unsurudur. Şiddetli yağışlar, sel, taşkın, fırtınalar ve yangın ise enerji iletim ve dağıtımına verebileceğı olası hasarlarla nihai tüketiciye enerjinin ulaştırılmasında yaşanacak sıkıntılara neden olabilir. Ortalama sıcaklık artışı, yağış değışimi, su mevcudiyeti, deniz seviyesi değışimi, kıyı erozyonu ve kuraklık enerji sektörü için genellikle orta derece risk taşıyan faktörler olmuştur. Özellikle deniz seviyesi değışimi ve kıyı erozyonu gibi faktörlerin Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali gibi kıyı şeridinde yer alan santrallere ve yine kıyı şeridindeki doğalgaz boru hatlarına olacak olası zararları göz önünde bulundurulmuştur. Ortalama sıcaklık, enerji üretim, tüketim ve dağıtımına olan etkisi sebebiyle orta risk olarak değeriendirilmiştir.

Kamu Altyapısı: Yüksek risk

Kamu hizmetleri içinde kritik altyapı olarak içme suyu isale hatları ve dağıtım şebekesi, kanalizasyon şebekesi, yağmur suyu drenaj sistemi, atıksu arıtma tesisleri, doğalgaz şebekesi ve telekomünikasyon altyapısı ele alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değışikliğı sonucunda yağış değışimi, şiddetli yağış, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtınalar, deniz seviyesindeki değışim, kıyı erozyonu ve kuraklığa karşı risk altında olabileceğı değeriendirilmiştir. Özellikle kanalizasyon

şebekesi ile yağmur suyu drenaj sistemi için şiddetli yağışlar, sel ve taşkın ile deniz seviyesindeki değişimden kaynaklanan risklerin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Diğer kritik altyapılar için toplam risk ise orta seviye olarak belirlenmiştir. Sektör ile ilgili toplam riskin azaltılması ve yönetilmesi için başlıca önlemlerin İstanbul'daki kanalizasyon ve yağmur suyu drenaj sistemi üzerine yoğunlaşması gerekmektedir. Doğalgaz ve telefon/internet altyapısının aşırı yağış ve selden etkilenmeyecek şekilde güçlendirilmesinde fayda vardır. Ömrünü doldurmuş ve/veya fiziki hasarlara maruz kalmış kanal sistemlerinin yenilenmesi ve anlık şebeke izleme ve kontrol sistemlerinin yaygın kullanımı öncelikli olarak ele alınmalıdır.

Turizm, Ticaret ve Sosyo-Kültürel Yapı: Orta derece risk

Turizm faaliyetleri ve organizasyonları iklim ile doğrudan ilişki içindedir. Özellikle açık hava etkinliklerinde, turistlerin memnuniyeti önemli ölçüde hava şartlarına bağlıdır. Aşırı sıcaklar, şiddetli hava olayları, sel felaketleri ve fırtınalar, su teminindeki yetersizlik, bulaşıcı hastalıklar, stres, kötü hava kalitesi gibi sorunlara iç ve dış turizmi olumsuz etkileyecektir. Sektörün en fazla etkileneceği (yüksek risk) değişimler sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, fırtınalar ve seller olmaktadır. Muhtemel hasarlar doğal, tarihi ve kültürel değerlerin yok olması/zarar görmesi, fiziksel hasar sonucu ekonomik kayıplar ve riskler nedeniyle artan maliyetler olarak incelenmiştir. Sektördeki paydaşlar uygun uyum stratejileri belirleyerek risklere gerekli tedbirleri bugünden almaya başlarsa İstanbul'un ikliminin Akdeniz iklimin evrilmesi ve sezon kayması avantaja çevrilebilir. Bunun için deniz turizmi geliştirilmeli, ticari, kültürel ve turistik tesislerin açık saatleri yeniden düzenlenmeli, bu lokasyonlara yönelik ulaşım imkanları çeşitlendirilmeli ve daha serin saatlere doğru genişletilmeli, tüm paydaşların katılımıyla İstanbul için bir "Turizm Stratejileri Eylem Planı" hazırlanmalı ve etkin biçimde uygulanmalıdır.

Arazi Kullanımı, Ormancılık, Biyoçeşitlilik ve Tarım: Yüksek risk

İstanbul, çok değerli bir ekolojik çeşitliliğe ve arazi özelliklerine sahiptir. Bu açıdan; arazi kullanımı, ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve tarım anlamında bir takım önemli kırılganlıklar tespit edilmiştir. Zira, İstanbul iklim projeksiyonlarında öngörülen sıcaklık artışları, yağış azalması, kuraklık, büyüme döneminin uzaması, sıcak hava dalgaları, fırtınalar gibi olaylar canlı toplumlarını doğrudan etkilemektedir. Ormanlar, çeşitli fauna ve flora açısından hassas bölgeler, toprak, tarımsal ve hayvancılık faaliyetleri, korunan alanlar, park ve bahçeler ve adalar incelenmiş ve bu yaklaşımla kırılgan doğal varlıklar belirlenmiştir. Özellikle ağaçlandırmalar,

göller ve diğer su yüzeyleri, kumullar, kıyılar, ormanlar ve fundalıklar gibi flora ve fauna açısından önemli alanların da kırılabilirlik açısından oldukça hassas olduğu, kentsel baskının kırılabilirlikleri arttırdığı ve gelecekte bu baskının daha da artacağı öngörülmektedir.

Sağlık: Yüksek risk

İklim değişikliğinin sağlığa doğrudan etkilerinde en önemli yeri ölüm ve hastalıklara neden olan sıcak hava dalgaları almaktadır. Sıcak havanın zararları olarak güneş yanığı, ısı krampı, sıcak yorgunluğu, sıcak veya güneş çarpması verilebilir. Aeroallerjenler alerjik astımı olanlar için veya hali hazırda KOAH, akciğer kanseri veya diğer solunum sorunları olanlar için problemlidir. Alerjik astımı olan bireyler için, yüksek polen veya küf sayımlı günler, dışarıya çıkmayı veya normal faaliyetlerde bulunmayı zorlaştırabilir. Birçok bulaşıcı hastalık ve patojenin iklimdeki değişikliklerin bu hastalıklarda ve patojenlerde meydana getirdiği değişiklikler açısından izlenmesi gerekmektedir. Bu hassasiyetlere yönelik önlem olarak, İstanbul'un bir sıcak hava dalgası planı olmalıdır. Bu plan sıcak hava dalgasının etkilerinin önlenmesi, meteorolojik verilere göre çeşitli düzeylerde dezavantajlı grupların uygun önlemlerle korunması, bilgilendirme ve iletişim çalışmalarının yapılması ve deneyimlerin ortaklaştırılması ve paylaşılmasını içermelidir. Kademeli uyarı sistemi geliştirilmelidir. Halk sağlığı kuruluşları ve uzmanlarının mortalite ve morbiditeyi etkileyebilecek afetler, hava kirliliği, sıcak ve soğuk dalgaları gibi durumlarla ilişki konusunda düzenli takip ve bilgi üretmeleri teşvik edilmeli, kurumlar arası iş birliği artırılmalıdır. Kronik hastalıkları olanların en azından bölge bazında sayılarının belirlenmesi acil durumlarda müdahaleyi kolaylaştıracaktır.

Sanayi: Orta derece risk

İstanbul sanayi sektörünün iklim değişikliğine yönelik hassasiyetleri, temelde coğrafi dağılımı, eskiyen kentsel altyapı ve yapılaşma yoğunluğuyla ilintilidir. Su tüketimi yüksek olan ve dere yatağına yakın bölgelerde kurulu tesisler özellikle risk altındadır. Soğuk üretim ve depolama ihtiyacı olan gıda sanayii, artan sıcaklıklar sebebiyle artan enerji maliyetlerine katlanmak durumunda kalabilir. Kırılabilirlik orta derece olarak değerlendirilse de, ekonomik değeri ve Türkiye içindeki payına bakıldığında kırılabilirliğin azaltılması ve direncin artırılmasının ulusal düzeyde önemli olduğu görülmektedir. İstanbul için yapılan iklim projeksiyonlarında, sanayi sektörünü ilgilendiren ve gerçekleşme olasılığı en yüksek tehlikelerin sıcaklık

artışı, sıcak hava dalgaları, sel ve taşkın tehlikeleri olduğu belirlenmiştir. İklim değişikliğinin sanayi üretimine etkisi doğrudan üretim faaliyetlerini durduracak düzeyde olabilir veya maaliyet artışı, hammadde kaynaklarına ulaşımında zorluk yaşanması şeklinde meydana gelebilir. Sözkonusu etkiler, doğrudan üretim tesisinde oluşabileceği gibi, değer zincirinde de oluşabilir ve aynı şekilde sanayi üretimini etkileyebilir. İstanbul'da en yoğun sektörlerden olan gıda sektörü, tedarik zincirinden dolayı etkilenebilecek sektörlerin başında yer almaktadır. Solvent ve yanıcı madde kullanımının yüksek olduğu tekstil ve kimya sektöründe ise, halihazırda yüksek oranda görülen yangın tehlikesi, sıcak hava dalgalarının sıklaşması ve yaz sıcaklıklarında artışlar neticesinde daha kırılgan hale gelecektir. Tesislerin personel taşıma, hammadde tedariği, enerji ve su ihtiyaçlarına yönelik riskler de söz konusu olup bu konular, diğer sektörlerin analizlerinde göz önünde bulundurulmuştur.

Su Kaynakları Yönetimi: Yüksek risk

Kritik altyapı olarak su havzaları ve barajlar, yeraltı suları ve su arıtma tesisleri ele alınmıştır. İncelenen kritik altyapıların iklim değişikliği sonucunda ortalama sıcaklık artışı, yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, nem, yağış değişimi, sel ve taşkın, su mevcudiyeti, fırtına, kent ısı adası, yangın ve kuraklığa karşı ciddi risk altında olabileceği değerlendirilmiştir. Su havzaları, barajlar ve yeraltı suları için toplam risk yüksek seviye olarak belirlenmiştir. Bu kritik yapılar yaz sıcaklık artışı, sıcak hava dalgası, su mevcudiyeti, yangın ve kuraklığa karşı yüksek risk altındadır. Diğer kritik altyapı olan su arıtma tesisleri için ise toplam risk orta seviyede belirtilmiştir. Sektör ile ilgili toplam riskin azaltılması ve yönetilmesi için başlıca önlemlerin İstanbul'daki su havzaları ve barajlar ile yeraltı suları üzerine yoğunlaşması gerekmektedir. Barajlarda tutulan suyun etkin işletme yöntemleri ile isale hatlarına iletimi sağlanarak barajlardaki suyun daha verimli şekilde kullanımı sağlanacaktır. Ayrıca toplam su talebinin çeşitli uygulamalar ve bilinçlendirme ile azaltılması hedeflenmelidir.

Ulaştırma: Orta derece risk

İstanbul, yüksek nüfusu ve bu nüfusun eğitim, ticari faaliyet ve benzeri sebeplerle yoğun ulaşım ihtiyacından dolayı ciddi bir ulaşım kapasite problemi yaşamaktadır. İBB ve özel işletmecilerin toplu ulaşım yatırımları süregelmekte, ancak yolcu talebi de en az aynı oranda artmaktadır. Bu açıdan trafik, ulaşım araçlarında kapasite aşımı, hava kirliliği, akaryakıt tüketimi ve sera gazı emisyonu gibi konular entegre

özmler gerektirmektedir. Ulaştırmanın bir özelliği; sanayi, ticaret ve turizm gibi birçok diğer sektörü de yakından ilgilendirmesidir. Bir başka özelliği ise, sera gazı kaynaklarının yoğun olduğu bir sektör olduğu kadar, iklim değişikliğinden etkilenecek kritik altyapılara da sahip olmasındır. Bu açıdan hem azaltım hem uyum konularında potansiyel kazanımlar vaadetmektedir. Ulaştırmada hava, deniz, raylı sistem ve karayolu yolcu ve yük taşımacılığı incelenmiş ve çeşitli riskli noktalar belirlenmiştir. Bunlar arasında ařırđ yağış ve fırtına sebebiyle ulaştırma ağında kısa ve orta vadede fonksiyonel kayıplar ve maddi zararlar meydana gelebileceği düşünülmektedir. Özellikle kent içi cadde ve sokakların ve ana arterlerin iklim değişikliğine dayanıklı hale getirilmesi için Karayolları Genel Müdürlüğü, İBB ve ilçe belediyelerin iş birliği geliştirilmelidir.

9. SONUÇ

İklim değışikliğı, günümüzde ciddi bir ekonomik, politik, toplumsal ve yerel gündem maddesi halini almıştır. Dünyanın diğer bölgeleri olduğu gibi Türkiye de iklim değışikliğinden farklı biçimlerde etkilenecektir. Temelde bu etkiler kendini giderek sıklaşan ve şiddeti artan hava olayları olarak göstermektedir. Yalnızca ortalama sıcaklıklar artmamakta, aynı zamanda daha kısa sürede daha fazla yağış bırakan yağmurlar, fırtınalar, soğuk ve sıcak dalgaları meydana gelmektedir. Bilimsel tahminler, bu eğilimin güçlenerek devam edeceğini ortaya koymaktadır. Özellikle fosil yakıt tüketimi ve bazı tarım uygulamaları bu süreci tetiklemektedir. Dünyanın bir taraftan sera gazı emisyonlarını azaltarak bu yıkıcı etkilerin şiddetini kontrol altına alması, diğer bir yandan önüne geçilmesi artık zor olan iklimsel değışimlere yönelik tedbirler alması gerekmektedir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bulunan ve gelişimini henüz tamamlamamış kentler, iklimsel bu değışimlere son derece hassastır. Dünya nüfusunun giderek artan bir oranı kentlerde yaşamaktadır. Kentler, ülke ekonomisinin ana motoru görevi görmektedir ve nüfusun büyük çoğunluğuna ev sahipliğı yapmaktadır. Bu açıdan kentlerin içinde bulunduğu ekosistemlerin korunması, sanayi ve ticari aktivitelerin devamlılığının sağlanması, halk sağlığının korunmasına yönelik risk yönetimi yaklaşımları benimsenmesi gerekmektedir. İstanbul'un önemi göz önüne alınarak iklim değışikliğinin yıkıcı etkilerine dayanıklı bir kent oluşturmak son derece büyük önem taşımaktadır.

Bu noktadan hareketle İstanbul Büyükşehir Belediyesi, yalnızca belediye hizmetlerinin değil, İstanbul'daki tüm ilgili aktörlerin iklim değışikliği konusunda yapabilecekleri çalışmaları somut olarak ortaya koymak üzere bir iklim değışikliği eylem planı hazırlamıştır. Bu plan, paydaşların hem kendi emisyonlarını azaltması hem de iklime uyum tedbirlerini almasına yönelik gerçekçi eylemler tanımlamaktadır. Bu amaca yönelik bir İstanbul İklim Değışikliği Eylem Planı çalışması devam etmektedir.

Bu eylem planı için çok adımlı bir yol haritası izlenmiştir. Öncelikle İstanbul'un sera gazı envanteri oluşturularak hangi kaynakların emisyon üretimi açısından kritik öneme sahip olduğu ortaya konmuştur. Buna göre kentsel emisyonların yarısından fazlası konut ve ticari işletmelerin tükettiğı enerji sebebiyle oluşmaktadır. Bina ve konutlarda enerji verimliliğı uygulamalarıyla bu emisyonların ciddi oranda azaltılabileceğı görülmektedir. Diğer taraftan kişi başına emisyonlar, uluslararası ortalamalara bakıldığında düşük gözükmektedir.

Bir sonraki aşamada İstanbul'u bekleyen iklim değişikliği senaryoları bilimsel yöntemlerle çalışılmıştır. Farklı küresel emisyon senaryoları ışığında bilgisayar modelleri ve kapsamlı veri setleri kullanılarak akademik uzmanlarca hazırlanan bu senaryolara göre İstanbul'un iklimi yüzyıl sonuna kadar önemli derecede değişecektir. 2100 yılına kadar kentteki yağışların yaklaşık %10 azalması, kurak yaz döneminin yaklaşık 10 gün kadar uzaması beklenmektedir. Aynı dönemde aşırı yağışlarda görülen yağış miktarı artışı %59 olacak, bu da sel riskini artıracaktır. Yıllık ortalama sıcaklıklar 1- 4,5°C arasında artacak, bu artış yaz aylarında kışa göre daha fazla olacak ve bu etkiler kent ısı adası etkisiyle İstanbul içinde 1- 2°C daha yükselecektir. Yükselen sıcaklıklarla birlikte buharlaşma artacak ve yağışların giderek daha fazla kısmı kullanılmadan havaya karışacaktır. Kısaca İstanbul'u daha sıcak ve susuz günler beklemektedir.

Bu raporda ise, bir önceki aşamada belirlenen iklim senaryoları ışığında İstanbul'un bu etkilerinin hangilerine, ne kadar kırılgan olduğu incelenmiştir. Burada amaç, İstanbul'daki en hassas sektörleri ve yapıları belirlemek ve en kritik yapılarla yönelik ne gibi önlemler alınabileceğini araştırmaktır. Bu amaçla 10 sektör bazında İstanbul'daki kritik altyapılar sektör uzmanlarınca belirlenmiş ve farklı iklimsel değişimlerin bu kritik altyapıları hangi derecede tehdit ettiği değerlendirilmiştir. Bu şekilde sektörler ve kritik altyapı içinde bir risk derecelendirmesi yapılmıştır.

Bu risk değerlendirmesine göre halk sağlığı, özellikle iklim değişikliği kaynaklı aşırı iklim olaylarının neden olduğu felaketlerin can kayıplarına sebep olabilmesi nedeniyle risk seviyesi oldukça yüksek bir sektör olarak ön plana çıkmaktadır. Diğer bir taraftan ulaştırma sektörü ile kültür ve turizm sektörünün bazı açılardan iklim değişikliğinden olumlu yönde etkilenebileceği durumlar da ortaya çıkabilecektir. Bunlar İstanbul'un ikliminin Akdeniz iklimine evrilmesinin turizme olumlu etkileri ve kış mevsimindeki sıcaklık artışlarıyla kara, deniz ve hava taşımacılığindeki aksaklıkların azalması olarak sıralanabilir. Ormancılık, su kaynakları ve sanayi sektörünün risk seviyeleri enerji sektörüne yakınsa atık, inşaat ve kamu sektörü nispeten daha az risk seviyesine sahip olarak değerlendirilmektedir.

Sektörler incelendiğinde, arazi kullanımı, ormancılık, biyoçeşitlilik ve tarım, halk sağlığı, kamu altyapısı, enerji ve su kaynakları yönetimi alanları iklim değişikliği açısından yüksek risk olarak değerlendirilmiştir. Bu alanlarda belirlenmiş olan kritik altyapıya yönelik tedbirlerin ivedilikle tanımlanması ve uygulanmasında, dirençli ve dayanıklı bir İstanbul için fayda olacaktır.

İklim değışikliğinin beraberinde getireceği etkilerle m¼cadele, hazırlıklı olmaktan geçmektedir. Bunun için de bütün kritik altyapıların iklim değışikliğine dayanıklı hale getirilmesi, iklim kırılganlıkları az olan alternatiflerin geliştirilmesi ve acil müdahale planlarının yapılması gerekmektedir. Bütün bunların gerçekleştirilebilmesi için de kurumsal altyapının güçlendirilmesi, paydaşlarla ortak yürüt¼lecek çalışmalar ve gerekli planlamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli b¼tçe ve insan kaynakları iklim değışikliğine uyum için ayrılmalı ve kalkınma ve yatırım planlarına bu alanda yapılacak faaliyetler dahil edilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Canada-Nova Scotia Infrastructure Secretariat, «Municipal Climate Change Action Plan Guidebook,» Service Nova Scotia and Municipal Relations, Nova Scotia, 2011.
- [2] L. M. Abadie, E. Sainz de Murieta ve I. Galarraaga, «Climate Risk Assessment under Uncertainty: An Application to Main European Coastal Cities,» *Frontiers in Marine Science*, cilt 3, p. 265, 2016.
- [3] World Bank Group, «Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal,» Washington, DC, 2014.
- [4] Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics, «Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience,» World Bank, Washington, DC, 2013.
- [5] R. Mearns ve A. Norton, «Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World,» World Bank, Washington, DC., 2010.
- [6] İhlas Haber Ajansı, «Yoğun kar yağışı, sebze meyve halini de etkiledi,» 10 Ocak 2017. [Çevrimiçi]. [Erişildi: 2017].
- [7] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, «2016 Faaliyet Raporu,» İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, 2016.
- [8] U. N. T. T. o. S. D. o. C. Change, «The Social Dimensions of Climate Change: Discussion Paper,» UN, 2011.
- [9] R. J. Nicholls, P. P. Wong, V. Burkett, J. Codignotto, J. Hay, R. McLean ve S. Ragoonaden, «Coastal systems and low-lying areas,» IPCC, 2007.
- [10] H. Kunreuther, G. Heal, M. Allen, O. Edenhofer, C. B. Field ve G. Yohe, «Risk management and climate change,» *Nature Climate Change*, p. 447-450, 2013.
- [11] J. Aerts, «Adaptation cost in the Netherlands: Climate change and flood risk management».
- [12] A. Moss ve S. Martin, «Flexible Adaptation Pathways,» Scotland's Centre of Expertise on Climate Change, 2012.
- [13] «UK Climate Change Impacts Programme,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.ukcip.org.uk>.
- [14] TNO, «Resilient Cities,» [Çevrimiçi]. Available: (<http://www.resin-cities.eu>) .
- [15] Adaptation Sub-Committee, «Adapting to climate change in the UK - measuring progress,» 2011.
- [16] Ö. L. Şen, «İstanbul için İklim Değişimi Senaryolarının Değerlendirilmesi,» İstanbul, 2017.
- [17] R. v. Staden, «Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Beşinci Değerlendirme Raporu Önemli Bulgular,» 2014.
- [18] (. Covenant of Mayors Webinar, 11 Aralık 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.covenantofmayors.eu/Webinars.html>.
- [19] AFAD, «Kritik Altyapıların Korunması Yol Haritası Belgesi 2014-2023,» 2014.
- [20] Avrupa İklim Uyum Platformu, «Climate-ADAPT Program,» [Çevrimiçi]. Available: (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-ast/step-0-0>).
- [21] Dünya Bankası, «Urban Risk Assessment,» [Çevrimiçi]. Available: <http://documents.worldbank.org/curated/en/659161468182066104/Urban-risk-assessments-understanding-disaster-and-climate-risk-in-cities>.
- [22] İSTAÇ, «İSTAÇ,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.istac.istanbul>.
- [23] M. E. Keim, «Building human Resilience: The Role of Public Health Preparedness and Response as an Adaptation to Climate Change,» *American Journal of Preventive medicine*, cilt 5, no. 35, 2008.
- [24] M. Muller, «Adapting to Climate Change: Water management for Urban Resilience,» *Environment & Urbanization*, cilt 1, no. 19, 2007.
- [25] J. Patz ve M. Khaliq, «Global Climate Change and Health: Challenges for Future Practitioners,» *Medical Student JAMA*, cilt 287, no. 17, 2002.
- [26] Mavi Consultants, «İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı Kısım 2: İstanbul için İklim Değişikliği Senaryolarının Değerlendirilmesi,» İstanbul, 2017.
- [27] T. Tanner, T. Mitchell, E. Polack ve B. Guenther, «Urban Governance for Adaptation: Assessing Climate Change Resilience in Ten Asian Cities,» *ID Working Paper*, cilt 2009, no. 315, 2009.
- [28] İ. Öztürk, «Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları,» İstanbul: İSTAÇ Teknik Kitaplar Serisi, 2016.
- [29] A. Koçak, «Deprem Sempozyumu,» %1 içinde İstanbul'un Çeşitli İlçelerinde Yer Alan Mevcut Binaların Ayrıntılı İncelenmesi ve Mevcut Binaların Deprem Riski, Kocaeli, 2005.
- [30] EPDK, «Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu,» Ankara, 2017.
- [31] EPDK, «Elektrik Piyasası Üretim Lisansları,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://lisans.epdk.org.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektrikUretim/elektrikUretimOzetSorgula.xhtml>. [Erişildi: Haziran 2017].
- [32] EPDK, «Doğalgaz Piyasası 2016 Yılı Sektör Raporu,» Ankara, 2017.
- [33] EÜAŞ, «Ambarlı Fuel-Oil I-II-III Ünitelerinin Çift Yakıtlı Kombine Çevrim Santraline Dönüştürülmesi ve Kapasite Artışı Projesi ÇED Raporu,» Ankara, 2014.
- [34] Ortadoğu Enerji, «Odayeri Çöpgazo Santrali,» [Çevrimiçi]. Available: <http://ortadoguenerji.com.tr/projelerimiz-ve-santrallerimiz/proje-ve-lisans-haritasi/odayeri-santrali/#> . [Erişildi: Haziran 2017].
- [35] Sanka Enerji, «Çataltepe Rüzgar Santrali,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.sankoenerji.com/tr/p/santrallerimiz-ve-projelerimiz/id/catalca-ruzgar-santrali-3>. [Erişildi: Haziran 2017].

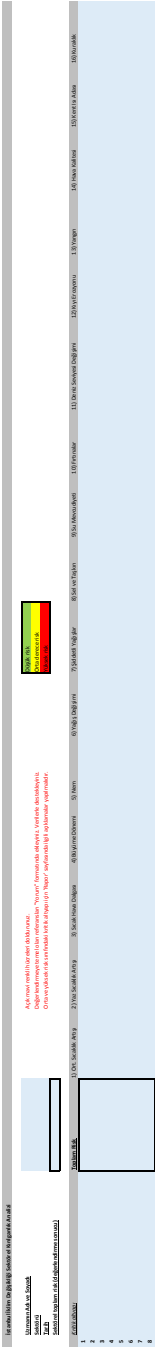
- [36] T. Wilbanks, V. Bhatt, D. Bilello, S. Bull, J. Ekmann, W. Horak ve Y. J. Huang, «Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United States», US Department of Energy Publications , Lincoln, 2008.
- [37] G. S. Biging, J. D. Radke ve J. H. Lee, «, Impacts of Predicted Sea-Level Rise and Extreme Storm Events on the Transportation Infrastructure in the San Francisco Bay Region,» California, 2012.
- [38] M. S. Ataseven ve S. Ataseven, «Senkron Rüzgar Türbinleri ve Kontrol Sistemleri,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.emo.org.tr/ekler/ce154e9fd3ffec_ek.pdf. [Erişildi: Haziran 2017].
- [39] R. Cornel, «Experience on Building Climate Resilience in the energy Sector,» 2015.
- [40] İSKİ, «İSKİ Yıllık Faaliyet Raporu,» İstanbul Su ve Kanalizasyon (İSKİ) Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 2016.
- [41] İ. Öztürk, «İstanbul'da Su ve Atıksu Yönetimi,» %1 içinde UNESCO HQ Uluslararası Su, Metropoller ve Küresel Değişim Konferansı, Paris, 2015.
- [42] F. Turan, Interviewee, MEM-TEK Bülteni. [Röportaj]. Aralık 2016.
- [43] P. Juan-García, D. Butler, J. Comas, G. Darch, C. Sweetapple, A. Thornton ve L. Corominas, «Review: Resilience Theory Incorporated into Urban Wastewater Systems Management.State of art.,» Water Research, cilt 115, pp. 149-161, 2017.
- [44] M. Schoen, T. Hawkins, X. Xue, C. Ma, J. Garland ve N. Ashbolt, «Technologic Resilience Assessment of Coastal Community Water and Wastewater Service Options,» Sustainability of Water Quality and Ecology, cilt 6, pp. 75-87, 2015.
- [45] İ. Dilber, «Turizm Sektörünün Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkisinin Girdi-Çıktı Tablosuy Yardımla Değerlendirilmesi,» Yönetim ve Ekonomi Dergisi, cilt 2, no. 14, pp. 205-220, 2007.
- [46] D. Kaya, «Turizm Sektörü Raporu,» Türkiye İş Bankası, 2016.
- [47] WEF, «The Travel & Tourism Competitiveness Report,» World Economic Forum (WEF), 2017.
- [48] İstanbul Kültür ve Turizm İl Müdürlüğü, «İstanbul Turizm İstatistikleri Raporu,» İstanbul Kültür ve Turizm Müdürlüğü Araştırma ve Eğitim Şubesi, İstanbul, 2016.
- [49] İstanbul Kültür ve Turizm Müdürlüğü, «İstanbul Turizm İstatistikleri,» 2017.
- [50] T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, «Antalya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü,» 2010.
- [51] C. Bremmer ve M. Grant, «Top 100 City Destinations Ranking,» January 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://blog.euromonitor.com/2017/01/top-100-city-destination-ranking-2017.html>.
- [52] İstanbul Kültür ve Turizm İl Müdürlüğü , «Kültür ve Turizm İstatistikleri,» İstanbul, 2017.
- [53] İMP, «İstanbul Çevre Düzeni Planı Analiz ve Sentez Raporları,» İstanbul Metropolitan planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi, İstanbul, 2006.
- [54] C. D. Freitas, «Tourism Climatology: Evaluating Environmental Information for Decision Making and Business Planing in the Recreation and Tourism Sector,» International Journal of Biometeorology, no. 48, pp. 45-54, 2003.
- [55] S. Becken, «The Importance of Climate and Weather for Tourism,» Land Environment and People, 2010.
- [56] TURSAB, «İstanbul Konaklama Kapasitesi Raporu,» Türkiye Seyahat Acentaları Birliği (TURSAB), 2013.
- [57] D. Scott, Bas Amelung, Susanne Becken, JeanPaul Ceron, Ghislain Dubois, Stefan Gossling, Paul Peeters ve Murray C. Simpson , «Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges,» World Tourism Organization, Madrid, 2008.
- [58] OGM, « Türkiye Orman Envanteri (2012 yılı itibarıyla) ENVANİS kayıtları,» T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 2013.
- [59] A. Şahin, «1970'den Günümüze İstanbul İlinde Arazi Kullanımı, Değişimi ve Ormanlar.İstanbul Ormanlarının Sorunları ve Çözüm Önerileri,» Türkiye Ormanlıklar Derneği Marmara Şubesi, Ege Reklam Basım Sanatları Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, 2014.
- [60] Doğa Derneği, «Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları,» Ankara, 2006.
- [61] Ü. Akkemik, «İstanbul'un Doğal Bitkileri,» İstanbul, Cinius Yayınları, 2017, p. 1129.
- [62] M. Avcı, Kentsel Biyoçeşitlilik Açısından Bir Değerlendirme: İstanbul Örneği, İstanbul: Türkiye Ormanlıklar Derneği, 2014.
- [63] Z. Arslangündüoğlu, İstanbul'da Yapılması Planlanan Projelerin Kuş Göç Yolları Üzerindeki Etkileri. İstanbul'un Geleceğini Etkileyecek Üç Porje 3. Köprü, 3. Havalimanı, Kanal İstanbul, İstanbul: Atölye Omsan Matbaa Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2014a.
- [64] D. Tolunay, İstanbul'daki Mega Projelerin Ekolojik Etkileri. Kanal İstanbul Çevresel-Kentsel ve Hukuki Etkileri, İstanbul Barosu Yayınları, 2016.
- [65] E. Bacak, Ö. Özkoç, S. Bilgin ve V. Beşkardeş, İstanbul Kuşları, İstanbul: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü, 2015.
- [66] Z. Arslangündüoğlu, « İstanbul Ormanlarının Sorunları ve Çözüm Önerileri Kitabı,» %1 içinde . İstanbul'da Nüfus Artışı ve Genişlemenin Yaban Hayatı Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri, İstanbul, 2014b, pp. 197-209.
- [67] A. Dede, Türk Boğazlar Sisteminde Yaşayan Deniz Memelileri Popülasyonu Üzerine Araştırmalar, İstanbul: İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1999.
- [68] S. İnce, Batı Karadeniz (İğneada-İstanbul Boğazı Girişi) Yaz Dönemi İhtiyoplanktonu üzerine Bir Ön Araştırma, İstanbul: İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 2013.
- [69] İstanbul Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü , «İstanbul İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu,» İstanbul Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevresel Etki Değerlendirmesi Şube Müdürlüğü, İstanbul, 2016.

- [70] TÜİK, «Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası, Meta Veriler», 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>. [Erişildi: 2017].
- [71] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «İklim Değişikliği 6. Ulusal Bildirimi», Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2016.
- [72] OGM, «Orman Genel Müdürlüğü idare Faaliyet Raporu 2014», Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
- [73] E. Hızal ve M. İnan, «Leptoglossus occidentalis (Heiderman,1910) Is An Invasive Insect Species», Bartın Orman Fakültesi Dergisi , pp. 56-61, 2012.
- [74] E. Hızal, Z. Arslangündüoğlu, A. Göç ve M. Ak, «Türkiye istilacı yabancı böcek faunasına yenir bir kayıt Anoplophora chinensis(foster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae)», Journal of the Faculty of Forestry Istanbul Univeristy, cilt 1, no. 65, pp. 7-10, 2015.
- [75] F. Ekmekçi, Ş. Kırankaya, L. Gençoğlu ve B. Yoğurtcuoğlu, «Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi», İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, no. 28, pp. 105-140.
- [76] N. Sağlam, E. Düzgüneş ve İ. Balık, «Küresel Isınma ve İklim Değişikliği», E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, no. 25, pp. 89-94, 2008.
- [77] İ. Dellal, B. McCarl ve T. Butt, «The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture», Journal of Environmental Protection and Ecology, cilt 1, no. 12, pp. 376-385, 2011.
- [78] H. Atay, A. Tüvan, Ö. Deniz ve İ. Balta, «İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ», Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, 2012.
- [79] S.A.G. Müdürlüğü, «Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015», Sağlık Bakanlığı, Ankara, 2014.
- [80] İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü, «İstanbul Sağlık İstatistikleri 2015», 2015. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.istanbulsaaglik.gov.tr/w/anasayfalinkler/pano2015.asp>. [Erişildi: 2017].
- [81] TÜİK, «Türkiye Nüfus Projeksiyonları 2013-2075», Şubat 2013. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15844>. [Erişildi: 2017].
- [82] KMDT, «İstanbul Kan Merkezleri», [Çevrimiçi]. Available: <http://kmt.d.org.tr/web/index.php/kan-merkezleri/>. [Erişildi: 2017].
- [83] TÜİK, «Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2015», Mart 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24572>. [Erişildi: 2017].
- [84] M. Supinda Bunyavanich, C. P. Landrigan, A. J. McMichael ve P. R. Epstein, «The Impact of Climate Change on Child Health», Ambulatory Pediatric, cilt 3, pp. 44-52, 2003.
- [85] M. Alam, R. Bhatia ve B. Mawby, «Women and Climate Change:Impact and Agency in Human Rights, Security, and Economic Development», Georgetown Georgetown Institute for Women, Peace and Security, 2015.
- [86] GPDD & The World Bank, «The Impact of Climate Change on People with Disabilities», 2009.
- [87] P. Martens, R. Kovats, S. Nijhof, P. Vries, M. Livermore, D. Bradley, J.Cox ve A. McMichael, «Climate change and future populations at risk of malaria», Global Environmental Change, cilt 9, no. 1, pp. 89-107, 1999.
- [88] L. N. W. J. Martens, J. Rotmans, H. Jetten ve A. J. McMichael, «Potential impact of global climate change on malaria risk», Environ Health Perspect. , cilt 103, no. 5, p. 458-464, 1995.
- [89] K. Tekverk, B. Urbaszewski, T. D. Fraley ve K. S. McMahon, «Climate Change and Respiratory Health», Respiratory Health Association, 2010.
- [90] M. Tirado, R. Clarke, L. Jaykus, A. McQuatters-Gollop ve J. Frank, «Climate change and food safety: A review», Food Research International, cilt 43, no. 7, pp. 1745-1765, 2010.
- [91] S. Metintas, E. Kurt ve P. S. Group, «Geo-climate effects on asthma and allergic diseases in adults in Turkey: results of PARFAIT study», International Journal of Environmental Health Research , cilt 20, no. 3, pp. 189-199 , 2010.
- [92] Çevre Mühendisleri Odası, «Hava Kirliliği Raporu 2016», 2017.
- [93] Sağlık Bakanlığı, «Türkiye Kanser İstatistikleri», Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Ankara, 2017.
- [94] A. Fouillet, G. Rey, V. Wagner, K. Laaidi, P. Empereur-Bissonnet, A. L. Tertre, P. Frayssinet, P. Bessemoulin, F. Laurent, P. D. Crouy-C-hanel, E. Joula ve D. Hémon, «Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave», International Journal of Epidemiology, cilt 37, no. 2, pp. 309-17, 2008.
- [95] O. Erkmen, «Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi», Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, cilt 53, pp. 220-235, 2010.
- [96] T.C. Sağlık Bakanlığı, «İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkilerinin Azaltılması Ulusal Programı Ve Eylem Planı», Ankara, 2015.
- [97] AB Komisyonu, «AB öncülüğünde İklim Değişikliği ile Mücadele», 2008.
- [98] ISO500, «Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu», 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.iso500.org.tr/500-buyuk-sanayi-kurulusu/2016/>. [Erişildi: 2017].
- [99] Gelir İdaresi Başkanlığı, «İlletibariyle Genel Bütçe Vergi Gelirleri (1) (3)», 2016. [Çevrimiçi]. Available: http://www.gib.gov.tr/fileadmin/user_upload/VI/GBG/Tablo_58.xls.htm. [Erişildi: 2017].
- [100] İBB İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, «İstanbul Çevre Düzeni Planı», İstanbul, 2009.
- [101] Kentsel Strateji, «İSTANBUL; YENİ(DEN) YAPILANMA STRATEJİLERİ», 22 Haziran 2016. [Çevrimiçi]. Available: <https://kentselstrateji.com/istanbul-yeniden-yapilanma-stratejileri/>. [Erişildi: 2017].
- [102] İSO, «İstanbul Sanayi Odası Stratejik Belgesi», İstanbul, 2015.

- [103] U.S. Homeland Security, «Critical Infrastructure Sectors», 11 July 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.dhs.gov/critical-infrastructure-sectors>. [Erişildi: 2017].
- [104] İBB İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, «1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Raporu», İstanbul, 2009.
- [105] TEPAV, «OSB’lerde Son Günlerdeki Elektrik Kesintilerinin Maliyeti Yaklaşık 150 Milyon Dolar», Ocak 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tepav.org.tr/tr/haberler/s/4143>. [Erişildi: 2017].
- [106] TÜİK, «İşgücü İstatistikleri, 2015», Mart 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21567>. [Erişildi: 2017].
- [107] İETT, «İstanbul’da Toplu Ulaşım», 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.iETT.istanbul/tr/main/pages/istanbulda-toplu-ulasim/95>.
- [108] Moovit, «İstanbul, Türkiye toplu taşıma hakkında bilgiler ve kullanıcı istatistikleri», 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://moovitapp.com/insights/tr/Moovit_Toplu_Ta%C5%9F%C4%B1ma_Kullan%C4%B1m_%C4%B0statistikleri-1563. [Erişildi: 2017].
- [109] Metro A.Ş., «Yolcu İstatistikleri», 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.metro.istanbul/hakk%C4%B1m%C4%B1zda/yolcu-istatistikleri.aspx>. [Erişildi: 2017].
- [110] TÜİK, «Ulaştırma İstatistikleri», 2016. [Çevrimiçi]. Available: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051. [Erişildi: 2017].
- [111] TAV, «İstanbul Havalimanı Yolcu İstatistikleri», 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.ataturkairport.com/tr-TR/havayollari1/Pages/istatistikler.aspx>. [Erişildi: 2017].
- [112] İSTANBUL SABİHA GÖKÇEN ULUSLARARASI HAVALİMANI, «Havalimanı Trafik Raporu», 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.sabihagokcen.aero/kurumsal-bilgiler/havalimani-trafik-raporu>. [Erişildi: 2017].
- [113] TÜİK, «SERAGAZI EMİSYON ENVANTERİ, 1990-2010», 2012. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10829>. [Erişildi: 2017].
- [114] Z. D. Çalışkan, Ü. Kurt ve M. Timur, «İklim Değişikliği ve Ulaşım Sektörü İlişkisinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği», %1 içinde International Congress of Energy, Economy and Policy, 2017.
- [115] TÜSİAD, «Kurumsal Yapısı, Yasal Çerçevesi Ve Göstergeleriyle Ulaştırma Sektörü», 2007. [Çevrimiçi]. Available: www.tusiad.org.tr. [Erişildi: 2017].
- [116] P. Köse, «İklim Değişikliği, Kentleşme ve Sürdürülebilir Ulaşım», 2014. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.thecityfixturkiye.com/iklim-degisikligi-kentlesme-ve-surdurulebilir-ulasim/>. [Erişildi: 2017].
- [117] Yıldız Teknik Üniversitesi, «Sürdürülebilirlik», 2017. [Çevrimiçi]. Available: http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/hyuksel_308357785279c5a7eb55d91c9238c396.pdf. [Erişildi: 2017].
- [118] J. Kollewe, «Cost of Harvey and Irma damage could hit \$70bn, insurer says», The Guardian, 12 09 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.theguardian.com/business/2017/sep/12/hurricane-harvey-irma-damages-insurance-claims-hiscox-natural-disasters>. [Erişildi: 02 10 2017].

Açıklamalar: Krizliklik analizi nasıl yapılır?	
Çalışmanın kapsamı	
Genel açıklama İstanbul'a yönelik iklim değişikliği risklerinin, somut anlamda ne gibi krizliklikler oluşturduğu sektörler arasında incelenmektedir. Bu sektörel incelemede uzman değerlendirmeleri kullanılmaktadır. Ürünlerin, iklim değişikliği Senaryoları raporuna ve eşikler, açıklamaları basarak bu tablonun diğer iki sayfasını oluştulduğu da ayrı ve somut doldurularla incelenmektedir. Mümkün olduğunca sayfa başına veriler kullanılmakla, benzer analizlere referans verilmektedir. Tüm uzmanlara değerlendirilmesini daha sonra bildirilerek İstanbul'u sektörel başta bekleyen iklimsel riskler belirlenmektedir.	
Çalışmanın yöntemi	
Krizliklik analizi adımları	Not
a "İklim Değişikliği Senaryoları" raporunun incelenmesi	Bu rapor uzmanlar tarafından.
b İstanbul'da iklim değişikliğinden etkilenen kritik altyapıların ilgili sektör için belirlenmesi (48 adet varlık)	Ekolojik, ekonomik ve toplumsal açıdan ilgili sektörlerde hangi varlıklar somut olarak etkilenebilir?
c Hassasiyet, krizliklik ve maruziyetin belirlenmesi (ETÜ Derecesi)	Varlıkların parametrelerine krizliklik ve olasılığın (daha) etkileri incelenmektedir.
d Risk değerlendirilmesi* (Risk değerlendirme" sayfası)	Düyük, orta veya yüksek risk kategorilerinden biri seçilmektedir.
e Sektör değerlendirme (Rapor sayfası)	Sektörün genel olarak, seçilen kritik altyapının özeti olarak nasıl etkileneceği raporlanmaktadır.
Risk kategorileri*	
Risk (= Gerekliklik, Olasılık x Etki Derecesi)	
Tanım	
Çok yüksek risk: Raporun 10-20 aralığında ekonomik/çevresel toplumsal etki	
Orta risk: Raporun 20-30 aralığında ekonomik/çevresel toplumsal etki	
Düşük risk: Raporun 30-40 aralığında ekonomik/çevresel toplumsal etki	
Yüksek risk: Raporun 40-50 aralığında ekonomik/çevresel toplumsal etki	

Şekil 23. İKDM Açıklama Sayfası



Şekil 24. İKDM kırılğanlık analizi

İstanbul İklim Değişikliği Sektörel Kirganlık Analizi		Kelime sayısı	5000
		0%	
Sektörel Profil		1	
Kritik Altyapı		1	
Ekli Senaryolar		1	
Kirganlık Analizi		1	
Fırsat ve Tehditler		1	
Risk asahırc önkemler		1	
Analiz ve sonuç		1	

Şekil 25. İKDM kırılgnalık raporu

Şekil 26. İKDM emisyon azaltma

Açıklamalar: Emisyon azaltılmıŝ		2000
Çalışmanın kapsamı		
Genel yalıtım		
Diğer sayılarda iklim değışikliğine uyum (adaptasyon) aından sektörler incelenmiştir. Bu sayılda ise, sektördeki sera gazı emisyonları değeriendirilecektir. Bu tablo, sadece sera gazı kaynaklarına sahip olan (emisyon üreten) sektörler için doldurulacaktır. Detaylı bir analiz istenmemektedir. Temelde ne gibi önlemlerin söz konusu olabileceğİ söulmüktür. Konuyla ilgili yapılmış olan detaylı çalışmalar hakkında varsa referans olarak eklenebilir.		
Emisyon azaltıcı önlemler (sektör için)	Açıklama	Kelime sınırı
1	Örn. Metro hattının yaygınlaştırılması	1
2	Örn. Atık sahalarında karpak metanini azaltılması	1
3	Örn. Elektrikli şarj istasyon sayısının artırılması	1
4		1
5		1
6		1
7		1
8		1
9		1
10		1

İstanbul İlçesi Değerlendirme Sektörel Kirazlık Analizi										
İstanbul Atık ve Suçları		Atık sektörü		Açık mavi renkli hücreleri doldurunuz. Değerlendirmeye temel olan referansları "İsim" formatında belirtiniz. Verilerle desteklenmiş, Orta ve yüksek risk seviyelerinde kritik atıklar için "Rapor" sayfasında ilgili açıklamaları paylaşınız.						
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)		Orta derece risk								
Atık alanları		Toplam risk	1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yıl Sıcaklık Artışı	3) Sıcak Hava Dağılımı	4) Bölünme Dönemi	5) Nem	6) Yağış Dağılımı	7) Sıcaklık Yağışlar	8) Seli ve Toğan
Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri										
1 Atık Toplama Hizmetleri (İpe belediyeleri ve İBB)		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
2 Atık Transfer Merkezleri (7 adet)		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
Kentsel Katı Atık Dönüştürme Tesisi										
3 Kemerburgaz Ödemiş Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
4 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
5 Silivri-Seymen Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
Kentsel Katı Atık Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisi										
6 Kemerburgaz-Karadere Kompost ve Geri Kazanım Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
7 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
8 Ambulans Atıkların Açırma ve Geri Kazanım Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
9 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
Tabii Atık Bertaraf Tesisi										
10 Kemerburgaz Ödemiş Tabii Atık Yakma Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
11 Kemerburgaz Ödemiş Tabii Atık Sterilizasyon Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
Atık alanları		Toplam risk	9) Su Mencazitesi	10) Fırtınalar	11) Deniz Seviyesi Değişimi	12) Kırk Erişimliği	13) Fırtınalar	14) Hava Kirliliği	15) Kent tozu	16) Kuraklık
Atık Toplama ve Transfer Hizmetleri										
1 Atık Toplama Hizmetleri (İpe belediyeleri ve İBB)		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
2 Atık Transfer Merkezleri (7 adet)		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
Kentsel Katı Atık Dönüştürme Tesisi										
3 Kemerburgaz Ödemiş Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
4 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
5 Silivri-Seymen Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
Kentsel Katı Atık Biyolojik İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisi										
6 Kemerburgaz-Karadere Kompost ve Geri Kazanım Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
7 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
8 Ambulans Atıkların Açırma ve Geri Kazanım Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
9 İpe-Kimlikli Dönüştürme Katı Atık Depolama Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
Tabii Atık Bertaraf Tesisi										
10 Kemerburgaz Ödemiş Tabii Atık Yakma Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk
11 Kemerburgaz Ödemiş Tabii Atık Sterilizasyon Tesisi		Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk

Şekil 27. Atık sektörü detaylı kırılgenlik tablosu

EK 6

İstanbul İlim Değişikliği Sektörel Kırılabilirlik Analizi											
Ünvanın Adı ve Soyadı		Doğru Erten		Açık maliyetli hizmetleri doldurunuz. Değerlendirmeye temel olan referansları "Yorum" formunda belirtiniz. Verilerle doğrulayınız. Orta ve yüksek risk seviyelerde kritik altyapı için "Rapor" sayfasında ilgili açıklamaları yapınız.						Yüksek risk Orta derece risk Düşük risk	
Sektör		Yıllık									
Tarih		08.05.2017									
Sektörel değerlendirme sonucu		Orta derece risk									
Kritik altyapı	Yapılan Risk	1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yaz Sıcaklık Artışı	3) Soğuk Hava Düşüşü	4) Kışın Sıcaklığı	5) Nem	6) Hava Değişimi	7) Sıhhiyet Vajaylar	8) Sel ve Taskın		
1. Petrol tesisleri	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
2. 40 yaş üstü konutlar	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
3. 40 yaş üstü ofis binaları	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
4. 40 yaş üstü eğitim binaları	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
5. 40 yaş üstü ofisler	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
6. 40 yaş üstü sağlık binaları	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
7. 30 yaş üstü Alapeniy ve Tıccaret merkezleri	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
8. 40 yaş üstü endüstriyel binaları	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
9. Sahil kenarındaki tüm yapılar	Yüksek risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
Kritik altyapı	Yapılan Risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
1. Petrol tesisleri	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
2. 40 yaş üstü konutlar	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
3. 40 yaş üstü ofis binaları	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
4. 40 yaş üstü eğitim binaları	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
5. 40 yaş üstü ofisler	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
6. 40 yaş üstü sağlık binaları	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
7. 30 yaş üstü Alapeniy ve Tıccaret merkezleri	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
8. 40 yaş üstü endüstriyel binaları	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk		
9. Sahil kenarındaki tüm yapılar	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk		
Kritik altyapı	Yapılan Risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk		

Şekil 28. Bina sektörü detaylı kırılabilirlik analizi

EK 7

[illegible]

Şekil 29. Enerji sektörü ayrıntılı kırılma tablosu

EK 8

[illegible]

Şekil 30. Kamu hizmetleri sektörü ayrıntılı kırılگانlık tablosu

[illegible]

Şekil 31. Kültür ve turizm sektörü ayrıntılı kırılگانlık tablosu

EK 10

[illegible]

Şekil 32. Ormançılık sektörü ve biyoçeşitlilik ayrıntılı kırılma tablosu

EK 11

İstanbul İlim Dağılımlı Sağlık Sektörleri Kırılganlık Analizi											
Kurumun Adı ve Sektörü		Doç. Dr. Güney CAN/Doç. Dr. Eray Yurtseven		Açık maliyetli hizmetleri doğrulturuz.							
Sektör		Sağlık		Değerlendirmeye temel olan verilerden "Oran" formunda abayız. Verilerin doğruluğu.							
Tarih		11.06.2017		Orta ve yüksek risk seviyelerinde kritik altyapı için "Rapor" sayfasında ilgili açıklamalar bulunmaktadır.							
Sektörün toplam risk değerlendirme sonucu		Yüksek risk									
Kritik altyapı		Toplam Risk		1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yaz Sıcaklık Artışı	3) Sıcak Hava Dağılımı	4) Bölünme Dönemi	5) Nem	6) Yalıtım Değeri	7) Jiddetli Yağışlar	8) Sel ve Toplam
1 Sağlık Kurumları	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
2 Sağlık Çalışanları	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
3 Hastaneler	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	
4 Yağışlar	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	
5 Gebelikler	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	
6 Çocuklar	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	
7 Özel Gruplar (Engelliler, Riskli ve korumaya alınacaklar vb.)	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	
Kritik altyapı		Toplam Risk		9) Su Mencağıyeli	10) Fırtınalar	11) Deniz Seviyesi Değeri	12) Kır Erişimliği	13) Yangın	14) Hava Kirliliği	15) Kentli Alanlar	16) Kuraklık
1 Sağlık Kurumları	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	
2 Sağlık Çalışanları	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	
3 Hastaneler	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
4 Yağışlar	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
5 Gebelikler	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
6 Çocuklar	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	
7 Özel Gruplar (Engelliler, Riskli ve korumaya alınacaklar vb.)	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	

Şekil 33. Sağlık sektörü ayrıntılı kırılganlık tablosu

EK 12

İstanbul İklim Değişikliği Sektörel Kırılabilirlik Analizi												
Kurumun Adı ve Sektörü			M. Kemal Demirel			Açık mavi renkli hücreleri doldurunuz.						
Sektör			Sanayi			Değerlendirmeye temel olan referanslar "Formül" formatında eleştiriniz. Verilerle destekleyiniz.						
Tarih			12.06.2017			Orta ve yüksek risk sınıflarındaki kritik altyapı için "Rapor" sayfasında ilgili açıklamalar yapılmalıdır.						
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)			Orta derece risk									
Risk altyapı			Toplam Risk		1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yaz Sıcaklık Artışı	3) Sıcak Hava Dalgalası	4) Buzlama Örneği	5) Nem	6) Yağış Değişimi	7) Jökürlü Yağışlar	8) Sel ve Taşkın
1	İSTANBUL TUZLA KİMYA SANAYİCİLERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
2	GÖR. ALI - İSTANBUL TUZLA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk
3	AĞAÇSUA ÇİMENTO SAN. VE TİC. A.Ş.		Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
4	İSTANBUL İNTELLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
5	İSTANBUL DUDULLU ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk
Risk altyapı			Toplam Risk		9) Su Mevcudiyeti	10) Fırtınalar	11) Deniz Seviyesi Değişimi	12) Kırk Erizyonu	13) Yangın	14) Hava Kirliliği	15) Kentin İst. Adanı	16) Kuraklık
1	İSTANBUL TUZLA KİMYA SANAYİCİLERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Yüksek risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
2	GÖR. ALI - İSTANBUL TUZLA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Yüksek risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk
3	AĞAÇSUA ÇİMENTO SAN. VE TİC. A.Ş.		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk
4	İSTANBUL İNTELLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk
5	İSTANBUL DUDULLU ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk
Kimya, Derimcilik, otomotiv, gıda vb. diğer sektörleri etkileyen tasarımlar öncelikli kabul edildi.												
Bu sektörleri içeren OSBler, öncelikli olarak kabul edildi.												
Sadece tesis dağılı, üretim ve ulaşım vb. altyapılar dikkate alındı.												
Su, birçok OSB'de miktar, fiyat ve enjeksiyon açısından kritik olduğu için, en önemli tehlikelerden birisi olarak kabul edildi.												
Kimya, Derimcilik, otomotiv, gıda vb. diğer sektörleri etkileyen tasarımlar öncelikli kabul edildi.												
Genişli haberleşme bağlarında, Tuzla OSB'de su ile ilgili tehlikelerdir. Bu yangınlar, ağırlıklı olarak boyalı, solvent, sıvılar vb. kimya tesislerinde görülmektedir.												
Su kirliliği, her yerde olduğu gibi İstanbul ve OSBler için de önemlidir. Hava kirliliğinden artması, beraberinde su kirliliğini, suyunu ve amaçlı su ihtiyaçlarını artırmaktadır. Bu etkiler hem doğrudan, hem dolaylı yoldan (diğer kullanıcıların su talebinin artması) olacaktır.												
Ort. Sıcaklık artışı, çimento ve sanayi tesislerinde verim düşüşüne neden olmaktadır. Karbonatların düşürülmesi.												
İklim OSB'de, ayanama denizi kaynakları görülmüş olup, yağış jökürlü ve yağışına bağlı olarak, risk ortanca dereceli olarak değerlendirilmiştir.												

Şekil 34. Sanayi sektörü ayrıntılı kırılabilirlik tablosu

EK 13

[illegible]

Şekil 35. Su kaynakları yönetimi ayrıntılı kırılmalık tablosu

EK 14

İstanbul İklim Değişikliği Sektörel Kırılabilirlik Analizi											
Uzmanın Adı ve Soyadı		Aliyer Ünal		Açık mavi renkli hücreleri doldurunuz. Değerlendirmeye temel olan referansları "İklim" formunda ekleyiniz. Verilerle destekleyiniz. Orta ve yüksek risk konusundaki kritik atıya-ıçın "Rapor" sayfasında ilgili açıklamalar yapılmalıdır.						Düşük risk Orta derece risk Yüksek risk	
Sektör		Akademi									
Tarih		16.05.2017									
Sektörel toplam risk (değerlendirme sonucu)											
Kritik alanlar	Toplam Risk	1) Ort. Sıcaklık Artışı	2) Yer Sıcaklık Artışı	3) Sıcak Hava Dağılımı	4) Buzlama Dönemi	5) Nem	6) Yağış Değişimi	7) Sıkırtılı Yağışlar	8) Sel ve Tsunami		
1. Yol, Köprü ve Tünel (bakım dahil)	Orta derece risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk		
2. Tren rayları ve kaldırımlar	Orta derece risk	Orta derece risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk		
3. Havalimanları	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk		
4. Hava Taşımacılığı	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk		
5. Limanlar	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk		
6. Deniz taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk		
7. Tren taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Yüksek risk		
8. Karayolu taşımacılığı	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk		
Kritik alanlar	Toplam Risk	9) Su Menfidiliyeti	10) Fırtınalar	Değişimi	12) Kırın Erozyonu	13) Yangın	14) Hava Kalitesi	15) Kent toz Adası	16) Kuraklık		
1. Yol, Köprü ve Tünel (bakım dahil)	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk		
2. Tren rayları ve kaldırımlar	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk		
3. Havalimanları	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk		
4. Hava Taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk		
5. Limanlar	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Düşük risk		
6. Deniz taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk		
7. Tren taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk		
8. Karayolu taşımacılığı	Orta derece risk	Düşük risk	Yüksek risk	Orta derece risk	Düşük risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Orta derece risk	Düşük risk		

Şekil 36. Ulaştırma sektörü ayrıntılı kırılabilirlik tablosu



**Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı
Çevre Koruma Müdürlüğü**

İBB Beyoğlu Ek Hizmet Binası
Hacı Ahmet Mah. Kurtuluş Deresi Cad.
Yeni Yol Zarif Sok. No:22, 34440 Beyoğlu / İSTANBUL
Tel: 0212 449 94 33
Faks: 0212 449 51 94
E-posta: cevrekoruma@ibb.gov.tr
Web: <http://cevrekoruma.ibb.gov.tr>



İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Paşa Mah. Piyalepaşa Blv. No: 74
34379 Şişli / İSTANBUL
Tel: 0212 230 60 41
Faks: 0212 231 76 14
E-posta: istac@istac.istanbul
Web: <http://www.istac.istanbul>