

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

İKLİM SAĞLIĞI DİRENÇLİLİĞİNDE SAĞLIK YATIRIMLARININ
STRATEJİK ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

İşletme Tezsiz Yüksek Lisans Programı

Dönem Projesi

Burak Gündüz

24942224

Ankara, 2026

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

İKLİM SAĞLIĞI DİRENÇLİLİĞİNDE SAĞLIK YATIRIMLARININ
STRATEJİK ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

İşletme Tezsiz Yüksek Lisans Programı

Dönem Projesi

Burak Gündüz

24942224

Dönem Projesi Danışmanı

Prof. Dr. Yetkin ÇINAR

Ankara, 2026



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DÖNEM PROJESİ DEĞERLENDİRME FORMU



Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Enstitünüz İşletme Anabilim Dalı 24942224 numaralı tezsiz yüksek lisans öğrencisi Burak Gündüz'ün “İklim Sağlığı Dirençliliğinde Sağlık Yatırımlarının Stratejik Önceliklendirilmesi” adlı (İngilizce Başlığı “Strategic Prioritization of Health Investments for Climate Health Resilience”) tezsiz yüksek lisans dönem projesi tarafımda değerlendirilmiş olup,

BAŞARILI

☒

BAŞARISIZ

☐

bulunmuştur.

Dönem projesi danışmanı olarak, adı geçen öğrencinin notunun, dönem projesinin Enstitünüz Müdürlüğü'ne tesliminden önce *Öğrenci İşleri Bilgi Sistemi*'ne (OİBS) tarafımdan işlendiğini beyan ederim.

DÖNEM PROJESİ DANIŞMANI ONAYI

TARİH: 21 /01/2026

Prof. Dr. Yetkin ÇINAR

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Prof. Dr. Yetkin ÇINAR danışmanlığında hazırladığım “İklim Sağlığı Dirençliliğinde Sağlık Yatırımlarının Stratejik Önceliklendirilmesi” (Ankara.2026) adlı tezsiz yüksek lisans tezindeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim

21.01.2026
Burak Gündüz

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
GİRİŞ	
Giriş	1
1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIK SİSTEMİ	
1.1 İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerindeki Etkileri.....	7
1.2 İklim Dayanıklı Sağlık Sistemleri.....	10
1.3 Sağlık Yatırımları ve İklim Değişikliği	13
1.4 Halk Sağlığı Bağlamında Yatırım Planlaması.....	15
1.5 İklim Dayanıklı Sağlık Sistemleri için Modelleme Yaklaşımları.....	17
1.6 İklim-Sağlık Yatırımı Uygulamaları ve Önceliklendirme Yaklaşımları	19
2. SAĞLIK YATIRIMLARININ STRATEJİK PLANLAMASI	
2.1 Sağlık Yatırımlarının Ekonomik ve Politik Boyutu	21
2.2 Ulusal Sağlık Yatırım Politika ve Belgeleri	24
2.3 Yatırım Planlamasında Belirlisizlik ve Karar Alma Yaklaşımları	29
2.4 Karar Teorisi ve Beklenen Değer Yaklaşımının Temelleri	33
2.5 Sağlık Sistemlerinin Dayanıklılığı Açısından Yatırım Kararlarının Analizi.....	34
3. UYGULAMA VE VAKA ÇALIŞMASI	
3.1 Türkiye’de Sağlık Harcamaları	37

3.2 Yatırım Alternatiflerinin ve İklim Riski Senaryolarının Belirlenmesi.....	40
3.3 Karar Analizi ve Beklenen Değer Modellemesi.....	41
3.4 Net Beklenen Değer ile İklim Değişikliğine Dayanıklı Yatırımlar.....	45
SONUÇ	54
KAYNAKÇA	56
EKLER	62
ÖZET	66

KISALTMALAR

AB – Avrupa Birliği

ABD – Amerika Birleşik Devletleri

BT – Bilişim Teknolojileri

BM – Birleşmiş Milletler

BMİDÇS - Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi

BND – Beklenen Net Değer

CAPEX – Sermaye Harcaması

CCKP – Dünya Bankası İklim Değışikliği Bilgi Portalı

ÇŞİDB – Çevre, Şehircilik ve İklim Değışikliği Bakanlığı

DALY – Engelliliğe Ayarlanmış Yaşam Yılı

DSÖ – Dünya Sağlık Örgütü

EC – Avrupa Komisyonu

EM-DAT – Uluslararası Afet Veritabanı

GBD – Küresel Hastalık Yüğü

GSYİH – Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

ILO – Uluslararası Çalışma Örgütü

INFORM – Risk Yönetimi Endeksi

IT – Bilişim Teknolojileri

İK - İnsan Kaynakları

IPCC – Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli

ND-GAIN – Notre Dame Küresel Uyum Girişimi Endeksi

NPF – Net Parasal Fayda

OECD – İktisadi Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

OPEX – İşletme Gideri

PESTLE - Siyasal, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Hukuki ve Çevresel

SB – Sağlık Bakanlığı

SBB – T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

SSP – Sosyoekonomik Olaylar ve Senaryolar

QALY – Kaliteye Ayarlı Yaşam Yılları

T.C. – Türkiye Cumhuriyeti

TÜİK – Türkiye İstatistik Kurumu

TSH - Tamamlayıcı Sağlık Hizmetleri

UNDP – Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

USD – Amerikan Doları

WB – Dünya Bankası

WHO-CHOICE – Sağlık Müdahaleleri için Maliyet-Etkililik Tercihleri

WRI – Dünya Kaynakları Enstitüsü

TABLO LİSTESİ

Tablo.1 AB’de Hava Kalitesi ve Sağlık Risklerine Karşı İlişkin Anket	8
Tablo.2 Sağlık Harcamalarına İlişkin Temel Göstergeler (USD), 2023, 2024	23
Tablo.3 Türkiye İçin Politika Belgesi ve Sağlık Yatırım Planı Tablosu.....	26
Tablo.4 Hedef 2.7 & 3.11’e Yönelik Bütçe Tahsisleri, 2024-2028.....	28
Tablo.5 Sağlık Yatırımları Planlamasında Belirsizlik Durumları	30
Tablo.6 Nüfus Başına Düşen Doktor ve Hemşire Sayıları.....	39
Tablo.7 Sağlık Yatırım Alternatiflerinin İklim Değişikliği İçin Karşılaştırılması	40
Tablo.8 Türkiye ve Çok Boyutlu İklim Benzerliği Gösteren Ülkeler	49
Tablo.9 Ülke ve Afet Türlerine Göre Gerçekleşme Olasılıkları	50
Tablo.10 Aşırı Sıcaklık Tehlikesi Altında Ülke Bazında Öncelikler	53

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil.1 Yıllar İtibarıyla Kişi Başına Düşen Cari Sağlık Harcaması (USD)	26
Şekil.2 Kamu Sağlık Harcamalarının Toplam Sağlık Harcaması İçindeki Payı (USD) .	27
Şekil.3 2024 için GSYİH İçindeki Sağlık Harcamalarının Payı	38
Şekil.4 2020-2023 Yılları Arasında Yaşanan İklimle Bağlı Çevre Olayları	49
Şekil.5 Aşırı Sıcaklık Göstergesi ve Ülke Bazlı Senaryo Girdileri	53

GİRİŞ

İklim değışikliğinin olumsuz etkileri son yıllarda daha belirgin hale gelerek 2024 yılı, küresel ölçekte kaydedilen en sıcak yıllardan biri olarak öne çıkmıştır. Artan ortalama hava sıcaklıkları, yalnızca çevresel dengeleri değil; insan sağlığına ve gıda güvenliği üzerinde de doğrudan baskı oluşturmaktadır (BM, 2025).

Küresel olarak iklim değışikliğinin etkileri ülke sınırları gözetmeksizin daha geniş bir coğrafyada etkisini sürdürmektedir. Bu nedenle, BMİDÇS kapsamında 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması ile sera gazı emisyonlarının azaltılması ve küresel sıcaklık artışının 1,5 santigrat derece ile sınırlandırılması hedeflenmiştir (BM, 2025).

Paris Anlaşması, ülkelere net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda bir yön çerçevesi sunmakta ve iklim politikalarının oluşturulmasında referans alınan temel belgelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu çerçevede, iklim değışikliğinin yol açtığı riskleri sınırlamaya yönelik olarak yeşil dönüşüm ve iklim finansmanı gibi yeni politika alanları sürece entegre edilmiştir (SBB, 2023a).

Türkiye ise bu süreçte, iklim değışikliğine uyum stratejilerini sürdürmüş; politika belgelerini güncelleyerek iklim kaynaklı risklerin azaltılmasına odaklanan önlemler geliştirmiştir. Özellikle karbon emisyonlarının düşürülmesine yönelik girişimler ile iklim değışikliğine bağlı afet risklerini hedefleyen faaliyetler, farklı politika öncelikleri ve kurumsal sorumluluklar kapsamında ele alınmaktadır (ÇŞİDB, 2023).

Bu dönüşüm sürecinde sağlık sektörü, iklimin hem doğrudan (aşırı sıcaklar, sel, yangınlar) hem de dolaylı (göç, çevresel bozulma, yeni hastalık desenleri) etkilerini aynı anda yönetmek zorunda kalan kritik bir kamu hizmet alanıdır. Bu nedenle tartışma yalnızca “risklerin varlığı” ile sınırlı kalmamakta; sınırlı kamu kaynakları altında hangi sağlık yatırımlarının hangi iklim senaryolarında daha yüksek fayda ürettiği sorusunu da

gündeme getirmektedir. Bu çalışma, söz konusu yatırım karar problemini iklim riski ve sağlık sistemi dayanıklılığı ekseninde ele almaktadır.

İklim kaynaklı riskler karşısında sağlık sistemlerinin yönetimi, hastane kapasitelerinin artırılmasının yanı sıra, doğal afetlerden kaynaklı insan ve hayvan sağlığını etkileyen diğer faktörlere karşı çok boyutlu bir müdahale yaklaşımını gerektirmektedir. Doğal afetlerden kaynaklı salgınlar ve yangınlar nedeniyle yabani hayvanların yer değiştirmesi sonucunda iklime bağlı göçlerden dolayı insan popülasyonundaki yer değiştirmeler ve tıbbi ekipman eksikliği yaşanabilmektedir. Sağlık kuruluşlarının yetersiz kapasitesi, tüm sağlık ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedir (DSÖ, 2025).

Bu baskılar, sağlık sistemlerinde kapasite artırımı, erken uyarı ve gözetim altyapısı, insan kaynağı ve hizmet sürekliliği gibi alanlarda yatırım ihtiyacını daha görünür hale getirmektedir. Ancak tüm ihtiyaçların aynı anda finanse edilmesi mümkün olmadığından, hangi müdahalelerin önceliklendirileceği kritik bir karar problemidir. Bu noktada amaç, yatırım alternatiflerini ortak bir değerlendirme çerçevesinde karşılaştırarak beklenen faydayı en yükseğe çıkaran seçenekleri belirlemektir.

Kuraklık ile birlikte su ve gıda kıtlığı halk sağlığı açısından tehditlerle mücadele gerektirmektedir. İklim değişikliğiyle bağlantılı olarak ortaya çıkan yeni virüs ve hastalıkların yayılımına yönelik mücadele, sağlık hizmet sunumunun iyileştirilmesi, önlenmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir yatırım mekanizmaları aracılığıyla desteklenebilmektedir (SBB, 2023a).

İklim değişikliğinin sağlık alanında ortaya çıkan bir diğer olumsuz sonucu da artan çevre kirliliğidir. Sadece hastane alt yapılarını güçlendirmek ile değil, salgınlarla mücadele etmek için çevre sağlığı hizmetlerinin kapasitesinin güçlendirilmesi stratejik hedefler bakımından kritik görülmektedir (SB, 2023).

Sağlık bilgi sistemlerinin geliştirilmesi, acil durum ve hazırlıklı olma kapasitelerinin artırılması, insan gücü kapasitelerinin iyileştirilmesi, sağlık finansmanı, tıbbi ilaç ve ekipmanlarının bulunabilirliği çok boyutlu olarak ve aynı zamanda sağlık sektörü içinde multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir (DSÖ, 2025).

Sağlık sistemlerini iklim değişikliğinin etkilerine karşı korumaya yönelik çabalar, ülkeler açısından önemli bir yatırım maliyeti unsuru olarak değerlendirilmektedir. 2030 yılına kadar iklim değişikliğinin sağlık sistemlerine yansıyan olumsuz etkilerinin maliyeti yıllık olarak 2-4 milyar ABD doları olacağı yönünde tahminler yürütülmektedir (DSÖ, 2023a).

Özellikle sağlık yatırımları iklim değişikliği bağlamında stratejik açıdan belirleyici bir öneme sahiptir. Zira iklim değişikliği bağlamında şekillendirilen yatırım planlamalarının sürdürülebilir ve uzun soluklu olarak sistemlerin direnç kapasitesini de güçlendirilmesine odaklanan bir yaklaşım benimsenmektedir (Sehgal, 2022).

Kamu kaynaklarının sınırlılığı göz önünde bulundurulduğunda, iklim değişikliğinin yol açtığı olumsuz etkileri önlemek ya da azaltmak amacıyla, hangi sağlık yatırımlarının önceliklendirileceği çok yönlü bir politika ve devlet stratejisidir (DSÖ, 2023a).

Yatırım planlamasını yaparken, altyapıların, erken uyarı, gözetim ve cevap sistemleri ile birlikte insan kaynağının kapasite açısından geliştirilmesi, iklim kaynaklı risklerin azaltılması yönünde bir dizi yönetim ve karar alma mekanizması içerir (Watrosbki, 2023).

Özellikle sağlık sektörü kapsamında yapılan yatırımlar bir dizi belirsizliği içerisinde barındırmaktadır. Bu nedenle sağlık yatırımları diğer sektörlerle karşılaştırıldığında daha karmaşık bir karar çerçevesi gerektirmektedir. İklim değişikliğinin yol açabileceği olumsuz etkilerin analizini yapmak ve olası sonuçları ön

görebilmek çeşitli senaryolar dikkate alınarak, planlama alternatifleri içerebilmektedir. (DSÖ, 2023a).

Mevcut literatür iklim-sağlık ilişkisini ve sağlık sistemlerinin dayanıklılık ihtiyacını güçlü biçimde ortaya koymakla birlikte, yatırım alternatiflerini farklı iklim senaryoları altında sayısal olarak karşılaştırmaya imkân veren, tekrar edilebilir ve şeffaf bir hesap çerçevesi çoğu zaman sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, risk olasılıklarını, sağlık yükünü (DALY) ve maliyet bileşenlerini tek bir model yapısında birleştirerek müdahalelerin beklenen etkilerini karşılaştırılabilir hale getirmeyi amaçlamaktadır. Böylece sağlık yatırımlarının önceliklendirilmesine yönelik pratik bir karar destek yaklaşımı sunulmaktadır.

Söz konusu belirsizlikler ancak analitik yaklaşımlar kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Zira olasılıkların fazla ve risk yaklaşımlarının karmaşıklığının olduğu durumlarda beklenen değer analizi başta olmak üzere daha kuramsal metotlar kullanılabilir (Ragsdale, 2021). Alternatif yaklaşımların farklı senaryolar bağlamında değerlendirilmesi, zor kararların alınmasında daha sistematik karar alma süreçlerine katkı sağlayabilmektedir (Clemen, 2014).

Türkiye'nin mevcut coğrafi konumu ile birlikte demografik özelliklerinin beraberinde ortaya çıkan iklim değişikliğinden kaynaklanan bir çok doğal afet ve tehlikelere maruz kaldığı göz önünde bulundurulmaktadır.

Sağlık sistemlerinin kapasite açısından güçlendirilmesi ancak iklim değişikliğine bağlı risklerin azaltılması yoluyla mümkündür (DSÖ, 2023b). Türkiye'nin politika belgelerinin iklim dirençliliğine uyumlandırılması ve sağlık sistemlerinin stratejik yatırım planlaması yaklaşımlarıyla mümkün olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, iklim değişikliği kaynaklı belirsizlikler altında sağlık yatırımlarının önceliklendirilmesine yönelik pratik bir karar destek çerçevesi ortaya

koymaktır. Bu doğrultuda iklim tehlikelerinin gerçekleşme olasılığı, sağlık yükü göstergeleri ve müdahale maliyetleri tek bir değerlendirme yapısında birleştirilerek farklı yatırım seçenekleri karşılaştırılabilir hâle getirilmektedir.

Kapsam aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Coğrafi kapsam: Analiz Türkiye odaklıdır; karşılaştırma amacıyla Türkiye ile iklim/risk profili benzer ülkeler ND-GAIN ve INFORM göstergeleri üzerinden belirlenmektedir.
- Zaman ufku: Değerlendirme mevcut durum ile 2030 ve 2050 senaryolarını kapsayacak şekilde kurgulanmıştır.
- Veri kapsamı: İklim tehlikelerine ilişkin olasılık ve senaryo girdileri ile sağlık yükü ve maliyet girdileri, çalışmada kullanılan veri setleri üzerinden bütünleştirilmektedir (ör. EM-DAT, CCKP, INFORM/ND-GAIN, GBD/WHO vb.).
- Müdahale kapsamı: Müdahaleler, etkinlik (e), kapsama düzeyi (k), yatırım CAPEX ve OPEX gibi parametrelerle temsil edilmekte; seçilen müdahale seti Excel tabanlı modelde tanımlanmış girdiler üzerinden değerlendirilmektedir.

Yöntem olarak; her senaryo için tehlike gerçekleşme olasılığı ile sağlık yükü birlikte ele alınmakta, müdahalenin etkinlik ve kapsama varsayımları kullanılarak beklenen sağlık kazanımı (önlenen DALY) hesaplanmaktadır. Maliyet tarafında CAPEX ve indirgenmiş OPEX bileşenleri birleştirilmekte; fayda ve maliyet bileşenleri NPF yaklaşımıyla ortak bir ölçekte karşılaştırılmaktadır. Böylece her müdahale için senaryo bazlı beklenen sonuçlar üretilerek alternatifler öncelik sırasına göre değerlendirilmektedir.

Çalışmanın devamında ilk olarak iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri ve sağlık sistemleri bağlamındaki yansımaları ele alınmaktadır. Ardından iklime dayanıklı

sağlık sistemleri ile sağlık yatırımlarının stratejik planlamasına ilişkin çerçeve sunulmaktadır. Uygulama bölümünde veri setleri ve Excel tabanlı karar modelinin adımları açıklanmakta; Türkiye için seçilen senaryolar altında müdahale sonuçları (beklenen sağlık kazanımı, maliyet ve NPF) karşılaştırmalı olarak raporlanmaktadır. Son bölümde bulgular politika çıkarımları, sınırlılıklar ve öneriler çerçevesinde değerlendirilmektedir.

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIK SİSTEMİ

1.1 İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerindeki Etkileri

Bu bölüm, girişte tanımlanan yatırım karar probleminin arka planını oluşturmak üzere iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerini ve sağlık sistemlerinin bu etkilere yanıt kapasitesini kavramsal çerçeve içinde ele almaktadır.

İklim değişikliğinin neden olduğu orman yangınları, aşırı sıcaklar, seller ve salgınlar, afetlerin yönetilmesinde sağlık sistemlerini farklı boyutlarda ve dolaylı biçimde etkilemektedir. Sağlık risklerinin oluşturduğu karmaşıklık tüm ülkeler için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (DSÖ, 2023a).

AB’de yapılan kamuoyu anketleri, iklim değişikliğinin acil bir politika sorunu olarak algılandığını göstermektedir. Anket katılımcılarının %85’i iklim değişikliği ile ilişkili sağlık sorunlarının ciddi bir problem olduğunu belirtmektedir (EC, 2025).

Sağlık sistemlerinin operasyonel sürekliliği, yapısal ve insan kaynağı boyutunda kayda değer bir baskı oluşturmaktadır. Mevcut sağlık sistemlerinin değişim ve dönüşümü, uzun vadeli etkiler ve sürdürülebilirlik boyutları dikkate alınarak değerlendirilmesi, sağlık yatırımlarının stratejik yaklaşımına önemli belirleyici bir etkiye sahip olmaktadır (IPCC, 2022).

Aşırı sıcakların doğrudan etkileri, hava kirliliği ve çevresel bozulmayı da beraberinde getirmektedir. Sıcaklıklara bağlı epidemik olaylar, yaralanmalar ve yaşlı ölümleri gibi bir dizi hastalık veya durum için semptomatik veya sağlıklı olma durumu oluşmaktadır (IPCC, 2022).

Sıcak hava dalgaları ile birlikte kalp damar hastalıklarındaki artış, yüksek tansiyon ve solunum yolu rahatsızlıklarında önemli ölçüde artış göstermiştir (DSÖ, 2021a). AB’de yapılan anket çalışmalarına göre, ankete katılanların (%48), hava kalitesinde son yıllarda önemli ölçüde düşüş olduğunu ve solunum yolu hastalıklarının ciddi oranda arttığı gözlemlenmektedir (EC, 2024).

Tablo 1 – AB’de Hava Kalitesi ve Sağlık Risklerine Karşı İlişkin Anket

Tema	Gösterge	Oran (%)
Hava kalitesindeki algılanan eğilim	Son 10 yılda hava kalitesinin kötüleştiğini düşünenler	47
	Hava kalitesinin iyileştiğini düşünenler	14
Hava kirliliğinin algılanan ciddi sağlık etkileri	Solunum yolu hastalıklarını “çok ciddi” görenler	55
	Astımı “çok ciddi” görenler	53
	Kardiyovasküler hastalıkları “çok ciddi” görenler	48
AB hava kalitesi standartlarına ilişkin değerlendirme	Standartları yetersiz bulup güçlendirilmesi gerektiğini düşünenler	73
Yeterince çaba göstermediği düşünülen aktörler	Büyük sanayi tesisleri	73
	Fosil yakıt temelli enerji üreticileri	66
	Kamu otoriteleri	60
Hava kalitesini iyileştirmeye yönelik bireysel eylemler	En az bir bireysel eylem gerçekleştirenler	78
	Daha fazla yürüme veya bisiklet kullanma	41
	Enerji verimli cihaz kullanımı	40
	Konut yalıtımını iyileştirme	22
Tercih edilen politika müdahale düzeyi	Küresel/uluslararası eylemi önceliklendirenler	65
	AB düzeyinde daha güçlü müdahale talep edenler	42
Öncelikli politika araçları	Daha sıkı kirlilik kontrolü	36
	Düşük emisyonlu ulaşımın teşviki	30
	Hava kirliliği izleme sistemlerinin güçlendirilmesi	22

Kaynak: EC, 2024

Acil sağlık hizmetlerinin kapasite açısından artırılması, hazırlıklı olma ve sağlık güvenliğine talep gibi, halk sağlığını doğrudan etkileyen durumlardaki yükselişin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı değerlendirilmektedir (Petrino et al., 2024).

İnsan sağılığı ile birlikte hayvan sağılığı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Vektör ve zoonotik hastalıklardan kaynaklı bulaş durumu, yabani hayvan ve kuşlardan, tarım hayvanlarına, dolayısıyla da insan hastalığı ve bulaşlarına sebep olmaktadır (Abbasi, 2025). Tüm bu olaylar sağılık kapasitelerinin iklim-sağılık bağlamındaki dayanıklılığın artırılması yönündeki ihtiyacı önemli ölçüde etkilemektedir.

İklim değışikliğinin dolaylı etkileri ele alındığında, su ve gıda güvenliğıindeki olumsuzluklar, beslenmeye bağılı hastalıkları da aynı zamanda ortaya çıkarmaktadır (McMichael et al., 2006). Bu durum doğrudan etkiler ile karşılaştırıldığında hem daha kalıcı hem de yapısal olarak daha zorlayıcıdır (DSÖ, 2014).

İklim değışikliğiyle mücadelede vektör kaynaklı hastalıkların sebep olduğu sıtma, Batı Nil virüsü, dang humması gibi hastalıklarla mücadele, sağılık sistemleri için önemli zorluklar yaratmaktadır (Abbasi, 2025). Söz konusu hastalıkların tespiti, tanısı ve kontrolü kapsamında gerek laboratuvar kapasite düzeylerinin artırılması, gerekse insan kaynağının yetiştirilmesi kamu kaynakları açısından oldukça maliyetlidir (DSÖ, 2023c).

İklime bağılı olarak göç ve nüfus olayları sosyal demografiyi olumsuz etkilemekle beraber, popölasyondaki ani artışlar sağılık sistemlerindeki hazırlıklı olma ve cevap verilebilirliğini de zorlaştırmaktadır. Sağılık sistemi ve altyapısındaki talebe ilişkin ani artışlar uzun vadeli ve sürdürülebilir planlama ile yatırımlara olan ihtiyacı doğurmaktadır (Zimmermann et al., 2024).

İklim değışikliğinin getirdiğı hizmetlere olan yüksek talep değışken olduğundan, sağılık hizmeti ve yatırımlarının planlaması yüksek derecede belirsizliği de beraberinde getirmektedir. Yatırım planlamaları yapılırken kullanılan geçmiş veri ve gelecek projeksiyonları, iklim değışikliğinin sebep olduğu nüfus artışları ve acil durumlara cevap verme gerekliliğı doğrultusunda yetersiz kalabilmektedir (DSÖ, 2023a).

Planlama ve yatırım etütlerinin, sağlık sistemlerinin ana faaliyetlerini icra ederken aynı zamanda, acil durumlarda mevcut kapasitenin üzerinde olabilecek faaliyetlere de cevap verebilecek şekilde yapılması değerlendirilmelidir (Kruk et al., 2015).

1.2 İklim Dayanıklı Sağlık Sistemleri

Bu çalışmada “iklim dayanıklılık”, sağlık sisteminin iklim kaynaklı şoklar ve stresörler altında temel işlevlerini (hizmet sunumu, erişim ve kalite) sürdürebilme kapasitesi olarak ele alınmaktadır. Dayanıklılık kavramı yalnızca mevcut kapasitenin korunmasını değil, aynı zamanda sistemin öğrenme, uyum sağlama ve gerekli durumlarda dönüşüm gerçekleştirme yetkinliğini de içermektedir. Bu nedenle bölüm boyunca kullanılan temel kavramlar, yatırım karar problemine doğrudan bağ kuracak şekilde tanımlanmaktadır.

Sağlık sistemlerinin dayanıklılığı, iklim değişikliğine karşılık olarak çevresel ve operasyonel zorluklara karşılık verme yetkinliği ile ilgili bir farkındalık maksadıyla geliştirilmiştir (DSÖ, 2023a).

Acil durumlarda mevcut sağlık kapasitelerinin faaliyetlerini yürütürken aynı zamanda şoklara karşı hazırlık, yanıt ve iyileştirme süreçleri kapsamında hazırlıklı olmasını içermektedir (IPCC, 2022). Sağlık sistemlerindeki direncin artırılması ve kapasitelerin söz konusu yönde artırılması temel değişiklikleri içermektedir.

İklim dirençliliğine karşı yapılan mevcut kapasiteyi korumak için uyarlanabilirlik ve dönüştürücü etkilerin desteklenmesi ile gerek altyapı gerekse insan kaynağı kapasite düzeylerinin artırılması önemlidir (Kruk et al., 2015).

Mevcut kapasiteyi koruma durumu yani soğurma kapasitesi özellikle, iklime bağı doğa afet ve acil durumlarda, önemli bir işlev kaybı olmadan yüksek talep artışlarına ilişkin dayanabilme yeteneğı ile ilgilidir (Kruk et al., 2015).

Uyarlanabilir etkilerin ilerletilmesi, sağık yönetiminde yer alan politika belgelerini, yönetim sistemlerini ve insan kaynağını güçlendirmek açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. İklim değışikliğı söz konusu olduğunda ise farklı coğrafi yerler ve etkiler boyutunda, insan ve çevre sağığına olumsuz yönde etki etmektedir. İklim zoruklarının getirdiğı olumsuz etkilerin azaltılması maksadıyla, dönüştürücü altyapı ve sistem tasarımları, yönetişim ve yatırım önceliklerinin uygun planlaması ile yüksek taleplere yönelik hazırlıklılık açısından önemlidir (Kruk et al., 2015).

Sağık sistemlerindeki altyapı, lojistik, mobilite ve erişilebilirlik ile birlikte değerlendirildiğinde operasyonel devamlılık iklim direncinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerdeki faaliyetlerin eksiksiz ve tam kapasite ile çalışması ve buna uygun olarak tasarlanmış olması gerekmektedir (DSÖ, 2022).

Sağık hizmeti verilen sabit veya mobil alanlardaki tasarımların yanlış veya eksik olarak planlanması, hizmetler zincirince bir kırılmaya neden olacağından dolayı, hizmet kesintilerine sebebiyet verebilmektedir. Güçlendirilmiş binalar, doğa afetlere dayanıklı altyapılar, sellere veya elektrik kesintilerine karşı dirençli tesisler ile birlikte, acil tanı ekipmanları ve laboratuvarlar, iklime bağı afet durumlarında hizmet kesintisi olmadan etkili bir sağık hizmeti sunulmasına olanak tanır (DSÖ, 2023a).

İklime bağı doğa afetlerde, sağık hizmetlerinin sürdürülebilir şekilde yürütülmesi süphesiz ki sağık çalışanlarının yetkinliğı ve çabasıyla sağlanabilmektedir (Kruk et al., 2015). Öte yandan, sağık sistemlerini doğrudan uygulayan sağık personeli, iklim değışikliğinden doğan acil sağık durumlarda stresli koşullar altında çalışmaktadır.

Sağlık çalışanları artan iş yükü ve karmaşıklığı ile bir yandan mücadele ederken, diğer yandan ise öngörülemeyen hastalıkların yönetilmesi ve karmaşık süreçlerin yürütülmesinde en ön cephede mücadele etmektedirler (DSÖ, 2020a).

Sağlık çalışanlarının sürekli eğitimi, kapasite düzeylerinin artırılması, ivedi görevlendirme süreçleri, esnek çalışma yöntemleri ile acil durumlara ve şoklara karşı hazırlıklı olma açısından sağlık sistemlerinin temel bileşenleri arasındandır. Ayrıca sağlık personelinin etkin olarak iş gücüne katılımı ile birlikte iklimsel ve çevresel tehditlere karşı mesleki hastalıkların da göz önünde bulundurulması sağlık sistemlerinin dirençliliği açısından önem arz etmektedir (DSÖ, 2020a).

Erken uyarı ve cevap mekanizmaları ile risk tanımlama ve müdahale olanaklarının güçlendirilmesi ancak sağlık bilgi sistemleri ile birlikte sağlanabilmektedir (DSÖ, 2023c). Sağlık verilerinin güvenliği ve gizliliği ile birlikte hastalık gözetimlerinin entegre veri sistemleri üzerinden yapılması, hastalık modellemeleri ve bulaş tahminleri sağlık sistemleri açısından vazgeçilmez bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Sağlık bilgi sistemleri belirsizlik ortamında karar alma süreçlerine katkı sunarak, iklim kaynaklı doğal afet-hastalıklarla mücadelede önemli bir rol oynamaktadır (Hess et al., 2017).

Sağlık yatırımlarının finansmanı ve yönetimi, sağlık sistemlerinin dönüşüm yetkinliğini doğrudan etkilemektedir. Ancak finansmanın bulunabilirliği kadar, planlama ve yönetimi de oldukça zordur (DSÖ, 2023a).

Bütçeleme döngüleri içerisinde, kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi, iklim dirençliliğinin güçlendirilmesi bakımından önemli bir unsur oluşturmaktadır. Sürdürülebilir yatırım yaklaşımları, doğru planlama ve yönetim mekanizmaları ile dayanıklılık oluşturma mekanizmalarına katkıda bulunabilmektedir (Greer et al., 2016).

Söz konusu çabalar, iklim dirençliliğinde sağlık yatırımlarının önemini temelini oluşturmakta ve uzun vadeli sürdürülebilir sistemlerin oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır (WB, 2021).

Bu kavramsal çerçeve yatırım planlaması açısından önemlidir; çünkü dayanıklılığı artıran müdahaleler genellikle altyapı, insan kaynağı, gözetim/erken uyarı ve hizmet sürekliliği gibi alanlarda kaynak tahsisi gerektirir. Dolayısıyla “dayanıklılık” yalnızca bir hedef değil, ölçülebilir çıktılar ve maliyet bileşenleri üzerinden değerlendirilebilen bir yatırım alanıdır. Bir sonraki bölümde sağlık yatırımlarının iklim değişikliği bağlamındaki rolü bu perspektifle ele alınmaktadır.

1.3 Sağlık Yatırımları ve İklim Değişikliği

İklim'e dayanıklı sağlık sistemi yaklaşımı, dayanıklılığı artıran kapasite ve altyapı bileşenlerinin yatırım kararlarıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle sağlık yatırımları, yalnızca hizmet üretim kapasitesini genişleten harcamalar değil; iklim kaynaklı şoklar altında hizmet sürekliliğini ve erişimi korumayı hedefleyen stratejik araçlar olarak ele alınmalıdır. İklim değişikliği bağlamında yatırım planlaması, belirsizlik altında hangi müdahalelerin daha yüksek beklenen faydayı sağlayacağını ortaya koymayı gerektirir. Bu bölüm, sağlık yatırımlarının iklim değişikliği ile ilişkisini ve önceliklendirme ihtiyacını bu perspektifle ele almaktadır.

Sağlık sistemlerinin dayanıklılığı, iklim değişikliğine karşılık olarak çevresel ve operasyonel nitelikteki zorluklara karşı müdahale kapasitesi ile doğru orantılıdır. Ayrıca söz konusu müdahale kapasitesi ülkelerin iklim değişikliğinden kaynaklanan risklerin azaltılması ve önlenmesi konusunda önemli politika araçlarından birisini oluşturmaktadır (DSÖ, 2023c).

İklim değişikliğine yanıt kapsamında yapılacak olan çalışmalar sadece sağlık sistemlerinin altyapılarını güçlendirme veya erişilebilirliği sağlamak değil, aynı zamanda belirsizliklere karşı mücadele vermek ve kırılganlığı azaltmak ile mümkün kılınmaktadır. Belirsizlik durumlarında yaşanan finansal kaynaklara erişim zorluğu ile mücadele, sağlık

sistemlerinin her an hazır ve yönetsel açıdan müdahalelere yetkin olunması hedefleriyle uyumlu hale getirmek için önemlidir (WB, 2017).

İklimin olumsuz etkilerinden kaynaklı sıcak hava dalgaları, aşırı hava olayları ile birlikte evrim geçiren bulaş ve hastalık modelleri, özellikle sağlık hizmetlerine olan talep ve operasyonel faaliyetleri doğrudan etkilemektedir (IPCC, 2022).

Bunun sonucu olarak, şok etkilerle karşı karşıya kalınan sağlık arzı ve talepler dengesinde bir bozulmaya neden olarak, tedarik süreçleri, insan kaynağı ve sağlık tesislerinin yetersizliği gibi bir çok alanda riskleri de artırmaktadır. Söz konusu risklere maruz kalan sağlık sistemleri ile, sağlık yatırımlarının güçlendirilmesini altyapı kalitesini artırarak ve hizmet sunum modellerini dönüştürerek etkili bir biçimde cevap vermesi amaçlanmaktadır (DSÖ, 2021b).

İktisadi açıdan ele alındığında, sağlık yatırımlarının şekillenmesi önleyici sağlık, uyarlanabilir sağlık ve tepkisel sağlık olarak sınıflandırılmak yoluyla, harcamalar dengesini oluşturmayı hedeflemektedir (DSÖ 2023a).

Sağlık yatırımlarında hastalık gözetim ve takip sistemlerinin güçlendirilmesi ile birlikte, gelecekte oluşabilecek sağlık risklerini önceden karşılık vererek azaltılması, önleyici sağlık mekanizmaları ile mümkündür. Uyarlanabilir sağlık yatırımları, iklim sebebiyle kaynaklanan hastalıkların tanı kapasitelerinin genişletilmesi veya sağlık tesislerinin aşırı hava koşullarına uyum sağlamasını amaçlamaktadır. Tepkisel sağlık kapsamında yapılan yatırımlar kısa zaman periyotlarında ve daha pahalı yöntemlerle ani olaylara karşılık olarak verebilecek şekilde yapılan yatırımlardır. Bu nedenle, tepkisel sağlık yatırımlarının harcama oranları oldukça yüksek ve sürdürülebilirlik açısından oldukça düşüktür (OECD 2023).

Gelecekteki iklim koşullarına ilişkin bugünden tahmin yapmak ne kadar zor ise bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıklara ilişkin tahminler ile nüfus hareketliliği ve göçlere ilişkin tahminlerde bulunmak da bir o kadar zordur. İklim dirençliliği için sağlık

yatırımlarının planlanmasını belirsizlik, sabit varsayımlar ve tarihsel eğilimler ile gerçekleştirilen geleneksel modellemeler ile yapmak oldukça zordur. Sağlık yatırımlarının stratejik önceliklendirilmesi ülkeler nezdinde minimum risk ve sınırlı mali kaynaklar olduğundan, önceliklendirme modelleriyle bütüncül bir yaklaşım kullanılmalıdır (WB, 2019).

Sağlık yatırımlarının iklim değişikliği bağlamındaki bu stratejik rolü, farklı müdahalelerin ortak bir ölçekte karşılaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada karşılaştırma, sağlık kazanımı (ör. önlenen DALY) ve maliyet bileşenlerini birlikte ele alan nicel bir karar çerçevesi üzerinden yapılmaktadır. Bir sonraki bölümde, belirsizlik altında yatırım değerlendirmesinde kullanılan analitik yaklaşımın temel unsurları sunulmaktadır.

1.4 Halk Sağlığı Bağlamında Yatırım Planlaması

Bu bölüm, iklim değişikliğinin yarattığı belirsizlik koşullarında sağlık yatırımlarının nasıl önceliklendirilebileceğini tartışmaktadır. Amaç, “ne kadar risk var?” sorusunu “hangi yatırım daha iyi sonuç verir?” sorusuna bağlayan karar mantığını açıklamak ve çalışmanın uygulama bölümünde kullanılan nicel çerçeveye kavramsal temel sağlamaktır. Bu çerçevede belirsizlik, senaryo yaklaşımı ve beklenen değer mantığı birlikte ele alınmaktadır.

Halk sağlığı planlaması, bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesinde, toplum sağlığının korunması ve sağlığa erişimin artırılmasına odaklanırken, sağlık yatırım planlaması ise söz konusu hizmetlerin süreklilik ve etkinlik esasına dayalı olarak yürütülmesine yönelik yatırım analizleri yapmaktadır. Halk sağlığının korunmasındaki amaç ve yatırım planlamalarına ilişkin hedefler, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri çerçevesinde birbiriyle iç içe geçmektedir (DSÖ, 2023c).

Sağlık yatırımı kararı, çoğu zaman birbirinden farklı amaçları aynı anda gözetir: sağlık kazanımını artırmak, maliyetleri yönetmek ve hizmet sürekliliğini korumak. İklim değişikliği bu karar problemini daha karmaşık hale getirir; çünkü tehlikelerin gerçekleşme olasılığı ve etkisi zaman içinde değişmekte, dolayısıyla yatırımın beklenen getirisi senaryoya göre farklılaşmaktadır. Bu nedenle karar çerçevesinin, alternatif müdahaleleri aynı ölçekte karşılaştırabilecek bir yapı sunması gerekir.

İklim değişikliğinden kaynaklanan ilişkili risklerin olumsuz yönde seyretmesi ile, yetersiz veya yanlış hedeflenen sağlık sistemlerine ilişkin yatırımlar, iklim değişikliği ile halk sağlık yatırımları arasındaki bağ anlamlı düzeyde ilişki göstermektedir (IPCC, 2022).

Genel olarak, toplum sağlığı planlamaları, nüfusun sağlığa erişimi ve sonuçlarını geliştirmeyi amaçlayan epidemiyolojik gözetim ile önleyici müdahaleler ve hizmet sunumu stratejilerinin uyumuna vurgu yapmaktadır (DSÖ, 2022).

Öte yandan, sağlık yatırımları planlaması genellikle kamu bütçesi bağlamında, tesis altyapılarının etkililiğinin artırılması, mali kontrol, teknik ve idari bir işlev olarak ele alınmaktadır (OECD, 2020). İklim sağlığı açısından ise örneğin, halk sağlığına yönelik çalışmalar iklime bağlı hastalıkların erken tanısını bir öncelik olarak belirlemektedir. Sağlık yatırımlarının planlaması ise bu hedefi, tesis ve laboratuvar kapasitesi, sağlık bilgi sistemleri ve insan kaynaklarının güçlendirilmesi gibi temel kaynak tahsislerine dönüştürmektedir (WB, 2019).

Sürdürülebilirlik açısından, halk sağlığı hedefleri ile sağlık yatırımlarındaki kararlar arasındaki söz konusu uyum, sağlık sistemlerindeki iklime adapte olabilme gayretlerinin etkililiği ile hizmetlerinin sunumunu etkilemektedir (OECD, 2022).

Bu çalışmada belirsizlik, mevcut durum ile 2030 ve 2050 için tanımlanan iklim senaryoları üzerinden temsil edilmektedir. Her senaryoda tehlikenin gerçekleşme olasılığı ile sağlık yükü birlikte değerlendirilmekte; müdahalelerin etkinlik ve kapsama

varsayımları kullanılarak beklenen sağlık kazanımı hesaplanmaktadır. Uygulama bölümünde Excel tabanlı model, veri setleri ve hesap adımları şeffaf biçimde sunulurak yatırım alternatifleri karşılaştırılmaktadır. Bu yaklaşım, belirsizliği “tek bir tahmin” yerine “senaryo seti” üzerinden ele alarak karar vericiye hangi müdahalenin farklı koşullarda daha sağlam performans gösterdiğini görme imkânı verir.

1.5 İklim Dayanıklı Sağlık Sistemleri için Modelleme Yaklaşımları

Bu bölüm, iklim değışikliğı bağlamında sağlık yatırımlarını değerlendirmek için çalışılan modelleme ve karar analizi yaklaşımlarını özetlemekte; çalışmanın uygulama bölümünde kullanılan yöntemin kavramsal gerekçesini sunmaktadır. Buradaki amaç, farklı müdahalelerin farklı senaryolarda ürettiğı sonuçların ortak bir değerlendirme çerçevesinde nasıl karşılaştırılabileceğini açıklamaktır. Böylece takip eden uygulama bölümünde sunulan Excel tabanlı modelin mantığı daha anlaşılır hale getirilmektedir.

İklim değışikliğine dayanıklı sağlık sistemlerini anlama ve karşılık verme çabalarında; belirsizlik durumları, acil durumlar ve uzun soluklu risk durumlarında modelleme yaklaşımları kullanılmaktadır (Hallegatte et al., 2012).

İklim değışikliğinin, sağlık sistemlerinin performansına doğrusal olmayan ve olasılıksal değışiklikler getirdiğı göz önünde bulundurulacak olunursa, analitik modeller, sağlık sistemlerindeki zayıf yönleri bulmada ve gelecekte meydana gelebilecek olası durumları tahmin etmek için stratejik sağlık yatırımlarında önemli bir rol oynamaktadır (Lempert et al., 2010).

Karar analizi ve iktisadi analiz modelleri, belirsizlik koşulları altında alternatif giderleri ve beklenen fayda maliyetlerini karşılaştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Hallegatte et al., 2012). Karar ağaçları ve beklenen değeri modelleri gibi karar analizi

modelleri yaklaşımları, yatırım alternatiflerinin farklı iklim riski senaryolarının şeffaf ve planlı ve bütüncül bir yaklaşımla karşılaştırılmasını sağlamaktadır (Lempert et al., 2010).

İklim değişikliği koşullarında tek bir tahmine dayalı değerlendirmeler yanıltıcı olabileceğinden, senaryo yaklaşımı karar alma açısından daha uygundur. Bu çalışmada senaryolar, tehlikenin gerçekleşme olasılığı ve beklenen sağlık yükü üzerinden temsil edilmekte; müdahalelerin beklenen sağlık kazanımı ve maliyeti birlikte ele alınarak karşılaştırma yapılmaktadır. Bu yaklaşım, karar vericinin “hangi müdahale hangi koşullarda daha güçlü performans gösteriyor?” sorusuna daha tutarlı yanıt üretmesini sağlamaktadır.

Acil durum planlamalarının modellemeleri ile kısa vadeli operasyonel sonuçlar elde etmek için kullanılırken, yatırım projeleri gibi daha uzun soluklu stratejik etkileri olan çalışmalarda yatırımların beklenen değerleri hesaplanmaktadır.

Modelleme yaklaşımları faydalı olmalarına rağmen, veri setlerinin yetersizliği veya eksik çözünürlüğü ile söz konusu verilerdeki iklim-sağlık korelasyonu oldukça önem arz etmektedir. Veri setlerinin kullanımından doğan sonuçlar ile kamu yararını gözeterek kesin sonuçlar değil, karar vermede destekleyen araçlar olarak kullanılması dikkate alınmalıdır (Morgan & Henrion, 1990).

Bu çalışma kapsamında modelleme yaklaşımı, veri setleri ve varsayımlar üzerinden işletilen Excel tabanlı bir karar modeli üzerinde çalışılmıştır. Model; (i) tehlike olasılıklarının senaryolar bazında belirlenmesi, (ii) sağlık yükünün (Baseline DALY) tanımlanması, (iii) müdahale etkinliği ve kapsamasının girilmesi ve (iv) maliyet bileşenlerinin (CAPEX ve indirgenmiş OPEX) hesaplanması adımlarından oluşmaktadır. Bir sonraki bölümde, bu yaklaşımın uygulama alanları ve önceliklendirme pratikleri ele alınacak; ardından uygulama bölümünde modelin adımları ve hesaplamalar detaylandırılacaktır.

1.6 İklim-Sağlık Yatırım Uygulamaları ve Önceliklendirme Yaklaşımları

Bu bölüm, iklim değişikliği bağlamında sağlık yatırımlarının nasıl önceliklendirildiğine ilişkin başlıca yaklaşımları özetlemekte ve çalışmanın uygulama bölümünde kullanılan karar çerçevesi için pratik bir zemin oluşturmaktadır. Önceliklendirme yaklaşımları; risk temelli göstergeler, maliyet-etkililik değerlendirmeleri ve dayanıklılık odaklı yatırım kriterleri etrafında şekillenmektedir. Bu bağlamda amaç, literatürde kullanılan ölçütleri tek bir karşılaştırma mantığına bağlayarak uygulamaya taşımaktır.

Son yıllarda hükümetler ve uluslararası kuruluşlar, iklim sağlığı dirençliliğini yatırım planlamalarına entegre etmek için maksadıyla çeşitli çalışmalar yürütmektedirler (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2015).

Söz konusu çalışmalar iklim değişikliğine cevap olarak sağlık yatırımlarındaki iklimle ilgili risklerin indirgenmesi amaçlanırken, sınırlı kaynaklar ile rekabet eden sağlık harcamalarının nasıl önceliklendirileceği ve nasıl tahsis edileceği yönünde pratik karar alma araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır (DSÖ, 2025).

Yatırımlara yönelik önceliklendirme faaliyetleri kapsamında, yüksek risk profiline sahip alanlara odaklanılarak, kaynak tahsisinde iklime bağlı sağlık risklerinin yüksek olduğu alanlara öncelik verilmekte ve risk tabanlı bir yaklaşım ortaya koyulmaktadır (Ebi & Hess, 2020).

Portföy tabanlı yaklaşımlar ile sağlık sistemlerinin mevcut yapıyı yeniden şekillendiren etkisini ön plana koyarak tesis ve altyapı çalışmalarının güçlendirilmesi, insan kaynağı kapasite ve etkililiğin artırılması ile, sağlık bilgi sistemlerine yapılan çeşitlendirme yoluyla çok yönlü bir yatırım politikası izlenebilmektedir (OECD, 2022).

Genel anlamda, uluslararası kuruluşlar ve hükümetler bağlamında iklim değişikliğinin etkilerine yanıt olarak sağlık yatırımlarının önceliklendirilmesi bir dizi analiz ve sistem tabanlı entegrasyonu gerektirmektedir (Hallegatte et al., 2012).

Literatürde sağlık yatırımlarının önceliklendirilmesinde yaygın olarak kullanılan ölçütler üç grupta özetlenebilir:

- Risk ve maruziyet göstergeleri: Tehlike sıklığı/şiddeti, kırılganlık ve uyum kapasitesi (ör. INFORM, ND-GAIN).
- Sağlık etkisi ölçütleri: Hastalık yükü (ör. DALY), mortalite/morbidite, hizmet kesintisi göstergeleri.
- Ekonomik ve uygulanabilirlik ölçütleri: Yatırım ve işletme maliyetleri (CAPEX/OPEX), maliyet-etkililik, bütçe etkisi ve uygulanabilirlik.

Zira, karar vericiler tek bir çıktı veya veri setiyle yatırım kararları alamayacağı gibi, bölgesel ve küresel politik gelişmeleri de göz önünde bulundurarak risk değerlendirmesi, ekonomik analiz ve iklime bağlı projeksiyonları kullanarak belirsizlik altında yatırım kararlarının önceliklendirilmesini kuramsal modellerin kullanılması yoluyla yapmaktadırlar (Lempert et al., 2010).

Bu çalışmada önceliklendirme, yukarıdaki ölçütlerin tek bir hesap çerçevesinde birleştirilmesiyle yapılmaktadır. Risk ve senaryo boyutu, tehlike gerçekleşme olasılıklarının (mevcut/2030/2050) modele girdi olarak alınmasıyla; sağlık etkisi boyutu, temel sağlık yükü ve müdahale etkinliği varsayımlarıyla; ekonomik boyut ise CAPEX ve indirgenmiş OPEX bileşenleriyle temsil edilmektedir. Böylece müdahaleler, senaryo bazında beklenen sağlık kazanımı ve Net Parasal Fayda gibi ortak ölçütler üzerinden karşılaştırılabilmekte; uygulama bölümünde Excel tabanlı modelin adımları şeffaf biçimde gösterilmektedir.

2. SAĞLIK YATIRIMLARININ STRATEJİK PLANLAMASI

Bu bölüm, iklim değişikliği bağlamında sağlık yatırımlarının stratejik olarak nasıl planlanabileceğini ekonomik ve politika perspektifinden ele almaktadır. Amaç, yatırım kararlarının yalnızca teknik gerekliliklerle değil; bütçe kısıtları, öncelikler, hesap verebilirlik ve belirsizlik altında performans gibi unsurlarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktır. Bu çerçevede, takip eden kısımlarda sunulan nicel değerlendirme yaklaşımı için kavramsal temel sağlar.

2.1 Sağlık Yatırımlarının Ekonomik ve Politik Boyutu

Sağlık yatırımları, yalnızca hizmet kapasitesini artıran harcamalar değil; toplumsal refah, eşitsizliklerin azaltılması ve krizlere karşı dayanıklılık gibi hedeflerle doğrudan ilişkili kamu politikası araçlarıdır. İklim değişikliği bu karar alanını daha da kritik hale getirir; çünkü riskler zaman içinde değişirken bütçeler sınırlı kalmakta ve her müdahalenin etkisi senaryoya göre farklılaşabilmektedir. Bu nedenle yatırım planlaması, ekonomik etkinlik kadar uygulanabilirlik ve politika öncelikleriyle de birlikte ele alınmalıdır.

Sağlık sektörü yatırımlarının planlaması, risklerin doğurduğu, hizmet arz ve talebi ile hastalık modellerinin karışıklığı ve kısıtlı finansman sebebiyle oldukça zordur. Sağlık yatırımları ekonomik kısıtlamaları ile, politika hedeflerinin şekillendirdiği ölçüde belirlenmektedir. Buna karşılık olarak iklim değişikliğiyle birlikte ortaya çıkan finansman ihtiyaçları ve artan arz-talep sebebiyle, basit bir finansman tahsisinden çok, acil ve yerinde sağlık ihtiyaçları ile ilintilidir (Dehnhardt & Grothmann, 2011).

İklim değişikliğinin sebep olduğu sağlık harcamaları, bütçelerin rutin olarak tahsisinden ziyade, gelecekteki olası sağlık hizmetleri talebinde ölçek artışı ve harcamalar boyutundaki artışlarla, ülkeleri karar alma mekanizmalarında seçim yapmalarına yöneltmektedir (DSÖ, 2010).

Sağlık yatırımları genel anlamda, sağlığa erişim ve bundan sağlanan maksimum fayda ile ilgilidir. Bütçe tahsisleri bir zaman periyotu içinde çalışanların maaşları, tıbbi ekipman, tesis yapımı vb. rutin ve beşerî harcamalar odaklıdır. Ancak iklimin neden olduğu acil durum ile uzun soluklu hazırlıklı olma süreci sağlık yatırımlarının planlanmasını ve sağlık sisteminin dayanıklılığını içermektedir (Dehnhardt & Grothmann, 2011).

Bu nedenle, hazırlıklı olma ve dayanıklı iş modelleri inşa etmek rutin harcamaların ötesinde ön maliyetler doğurmaktadır (DSÖ, 2010). İklime bağlı hastalıkların araştırılması için yeterli insan kaynağı, laboratuvar, ekipman ve tıbbi olanaklarla beraber, afete bağlı acil durumlar için gerekli lojistik ve operasyonel yeterlilik bunlardan bir kaçıdır (Hallegatte, 2009).

Bu bağlamda sağlık yatırımlarının değerlendirilmesinde öne çıkan kriterler şu şekilde özetlenebilir:

- Sağlık etkisi: Hastalık yükünde azalma (ör. DALY), mortalite/morbidite, hizmet sürekliliği.
- Maliyet ve bütçe etkisi: CAPEX, OPEX, finansman sürdürülebilirliği.
- Dağıtımsal ve politika boyutu: Kırılgan gruplara etkisi, bölgesel eşitlik, stratejik önceliklerle uyum.
- Belirsizlik altında performans: Farklı senaryolarda etkisinin korunması.

Son yıllarda Türkiye'nin yaptığı sağlık harcamalarında önemli ölçüde bir artış görülmektedir. Özellikle 2015-2024 tarihleri arasında kişi başına yapılan sağlık harcamaları 493 Amerikan Doları'ndan 840 Amerikan Doları'na yükselmiş ve GYSH'ye göre %4.4'ten %5.3'e çıkmıştır. (TÜİK, 2025)

Tablo 2 - Sağlık Harcamalarına İlişkin Temel Göstergeler (USD), 2023, 2024

Gösterge	2023	2024
Toplam sağlık harcaması (Milyon USD)	52,965	71,867
Kişi başına sağlık harcaması (USD)	621	840
Toplam sağlık harcamasının GSYH içindeki payı (%)	4,6	5,3
Cari sağlık harcamalarının GSYH'ye oranı (%)	4,2	4,9
Genel devlet sağlık harcamasının toplam sağlık harcamaları içindeki payı (%)	77,5	76,1
Özel sektör sağlık harcamasının toplam sağlık harcamaları içindeki payı (%)	22,5	23,9
Hane halkı cepten sağlık harcamalarının toplam sağlık harcamaları içindeki payı (%)	17,8	18,8

Kaynak: TÜİK, 2025

İktisadi olarak sağlık harcamaları üç farklı gruptan oluşmaktadır. Cari harcamalar daha çok işletme giderleri, personel maaşları, hızlı tüketim tıbbi ilaç ve ekipmanlar ile rutin sağlık hizmetlerinin doğurduğu sağlık hizmeti giderleridir. Yatırım tarafı ise daha çok sermaye oluşumu ile ilintilidir ve buna bağlı olarak hastane ve laboratuvar tesisleri, büyük tıbbi ekipmanlar ile sağlık bilgi sistemlerine yapılan yatırımlar olarak sınıflandırabiliriz. Son olarak, salgın ve bulaşıcı hastalıklarla mücadele ile afet durumlarından kaynaklanan acil sağlık harcamaları daha çok risk azaltma yatırımları olarak karşımıza çıkmaktadır (WB, 2020).

İklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarından kaynaklanan kayıpların azaltılması amaçlanmaktadır ancak buna bağlı olarak cari ve sermaye harcamaları yönünden bakıldığında acil durumlar kapsamında harcamalar kısa vadeli sonuçlar ve yüksek harcama yükleri getirmektedir.

Dolayısıyla bunun olası maliyetini ölçümlemek oldukça zordur ve beklenen değerin karşılığını almak ise oldukça azdır (Hallegatte, 2009). Sağlık yatırımlarının ekonomik ve politik boyutları oldukça iç içedir ve sosyodemografik açıdan dinamikleri anlamak ve sağlık yatırımlarının belirsizlik halinde kararların nasıl alınması gerektiğine odaklanmayı gerektirmektedir.

Bu kriterlerin aynı anda değerlendirilmesi, yatırım alternatiflerinin ortak bir ölçekte karşılaştırılmasını gerektirir. Bu çalışmada karşılaştırma; sağlık kazanımı ile maliyet bileşenlerini birlikte ele alan ve belirsizliği senaryolar üzerinden temsil eden nicel bir karar çerçevesiyle yapılmaktadır.

2.2 Ulusal Sağlık Yatırım Politika ve Belgeleri

Bu alt bölüm, Türkiye’de sağlık yatırımlarını yönlendiren temel politika çerçevesini ve ilgili strateji belgelerini özetlemektedir. Amaç, iklim değişikliği bağlamında sağlık sisteminin dayanıklılığını güçlendirmeye dönük önceliklerin hangi ulusal hedefler ve kurumsal yönelimlerle uyumlu olduğunu göstermektir. Böylece uygulama bölümünde yapılan önceliklendirme, yalnızca analitik bir sonuç değil; aynı zamanda politika tutarlılığı açısından da yorumlanabilir hale gelmektedir.

Politika belgeleri, devlet kurumlarının stratejik önceliklerini belirleyerek, planlama hedefleri doğrultusunda sorumlulukları delege eden üst politika araçlarıdır. Tıpkı tüm yatırım politikaları ve stratejik belgelerde olduğu gibi, ulusal sağlık yatırımlarının planlanması ve önceliklendirilmesi konusunda bir çerçeve sunmaktadır (DSÖ, 2022).

Uzun vadeli kurumsal hedefler, kamu yararını gözeterek şekilde ihtiyaçların önceliklendirilmesi ile yapılan analizler sonucu, planlama ve bütçe tahsisi doğrultusunda yapılmaktadır (OECD, 2020). Sağlık yatırımları açısından sağlık sistemlerinin güçlenmesi ve olumsuz etkilerinin azaltılması maksadıyla, ilgili hususlar ulusal kalkınma ve iklim hedefleriyle uyumlu hale söz konusu stratejik belgeler doğrultusunda getirilmektedir (UNDP, 2018).

Türkiye bağlamında ise, sağlık sektörü altında yapılan yatırım planlamaları, sağlık sistemlerinin geliştirme stratejilerini kapsayacak şekilde üst politika belgeleri yoluyla yapılmaktadır (SBB, 2023a).

Kamu kaynaklarının tahsisi, sağlık altyapısının geliştirilmesi, hizmet kapasitelerinin artırılması ile güçlü sağlık yönetim-bilgi sistemlerinde yatırımlar boyutunda ele alınmaktadır (SBB, 2023a).

Türkiye’deki kamuya ilişkin program ve bütçe nezdindeki en üst düzey politika belgesi On İkinci Kalkınma Planı’dır (2024-2028). Bu kapsamda, söz konusu kalkınma planı kamu harcamalarının nasıl olacağını değil, stratejik hedefleri belirlemektedir. Buna bağlı olarak, bağlı kurum ve kuruluşlar kendi strateji belgelerini geliştirerek kendi stratejik hedef ve planlamalarını yapmaktadırlar (SBB, 2023b).

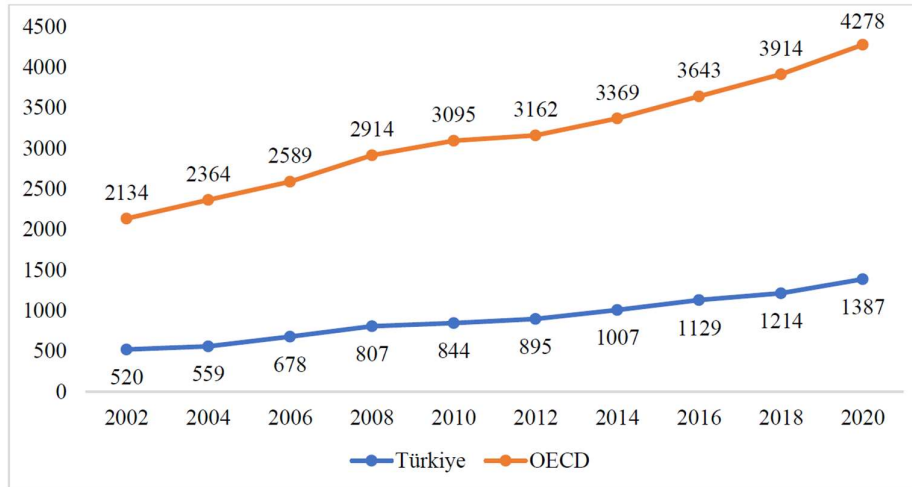
Ulusal düzeydeki üst politika belgelerinin sağlık tarafında tamamlayıcı olan Sağlığın Korunması ve Geliştirilmesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu’nda (SBB, 2023b), sağlığın geliştirilmesine ilişkin hedefler ve göstergeler ile sağlık alanındaki çerçeve oluşturulmuştur. Ancak buna rağmen sağlık tarafından yapılan harcamalara ilişkin alt kırılımların nasıl olacağı konusunda bir bilgiye rastlanmamaktadır.

Tablo 3 – Türkiye İçin Politika Belgesi ve Sağlık Yatırım Planı Tablosu

Üst Politika Belgesi	Öncelikli Hedef	İma edilen yatırım alanı (pratikte ne anlama gelir)	Ölçülebilir gösterge (örnekler)	Olası bütçe kalemi / maliyet kategorisi
On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028)	Şoklara karşı sistem hazırlığını ve dayanıklılığını güçlendirmek	Acil durum hazırlık kapasitesi; hizmet sürekliliği planlaması; dayanıklı hizmet sunumu	Tesis hizmet sürekliliği skoru; acil durum operasyon planını her yıl güncelleyen hastane oranı (%)	Cari (hazırlık); Sermaye (tesis iyileştirmeleri); Eğitim
On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028)	Sağlık altyapısını modernize etmek ve hizmet kalitesini artırmak	Tesis yenileme, güçlendirme (retro fit), iklim uyarlama (soğutma, drenaj, yedek enerji)	Yedek enerji kaynağı olan tesis oranı (%); şok dönemlerinde hizmet kesinti süresi (saat)	Sermaye (inşaat/güçlendirme); İşletme–bakım
Sağlığın Korunması ve Geliştirilmesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2023)	Koruyucu hizmetleri ve erken tanıyı güçlendirmek	Birinci basamak güçlendirme; tarama programları; erken uyarı/erken tanı sistemleri	Birinci basamak kapsayıcılığı; sevk zamanındalığı; tarama kapsamı (%)	Cari (birinci basamak işletimi); Eğitim; BT/IT desteği
Sağlık Bakanlığı Stratejik Planı (2024–2028)	Sağlık sisteminin etkililiğini ve hizmet sürekliliğini artırmak	İnsan kaynağı kapasitesi; operasyonel hazırlık; kalite yönetim sistemleri	Sağlık çalışanı yoğunluğu; olay/afet dönemlerinde devamsızlık; hizmet sürekliliği göstergeleri	Cari (İK); Eğitim; Kalite sistemleri
Sağlık Bakanlığı Stratejik Planı (2024–2028)	İklim'e duyarlı sürveyans ve erken uyarıyı güçlendirmek	Entegre sürveyans + iklim/çevresel veri entegrasyonu; Erken Uyarı Cevap Sistemi; laboratuvar hazırlığı	Erken Uyarı Cevap Sistemi raporlama tamlığı; salgın tespit süresi; laboratuvar sonuçlanma süresi	BT/dijital sistemler; Laboratuvar ekipmanı; Cari (sürveyans)

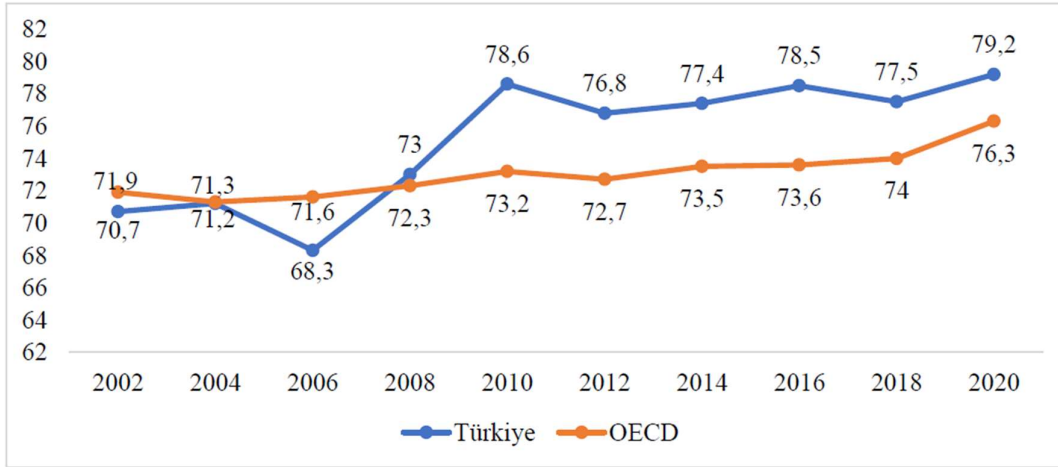
Kaynak: SBB, 2023a – SB, 2023

Bu nedenle, üretilen verilerin uluslararası karşılaştırılabilirliği oldukça düşüktür. Söz konusu belgede yer alan, Türkiye'deki yıllar itibariyle kişi başına düşen cari sağlık harcamalarında 2002 yılından itibaren 2024'e kadar önemli ölçüde bir artış olmasına rağmen, OECD ülkelerinin ortalamasının oldukça gerisinde olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 1 – Yıllar İtibarıyla Kişi Başına Düşen Cari Sağlık Harcaması (USD)

Kaynak: SBB, 2023b

Şekil 2 – Kamu Sağlık Harcamalarının Toplam Sağlık Harcaması İçindeki Payı (USD)



Kaynak: SBB, 2023b

Ancak buna karşılık olarak, kamu sağlık harcamalarındaki toplam sektör altındaki harcama içindeki payı ise 2008 itibarıyla OECD ülkelerinin ilerisinde olduğu gözlemlenmektedir (SBB, 2023b).

Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan Stratejik Plan'da ise (2024-2028), PESTLE matrisinde çevresel etkenlere yer verilerek, iklim değişikliklerinin yaşanması ve sağlığın üzerindeki olumsuz etkilerinden bahsedilerek, halk sağlığına olan olumsuz etkileri önleme çalışmalarına yer verilmiştir (SB, 2023).

Strateji belgesindeki tahmini maliyetlendirmelerde ise, Hedef 2.7 amacı altında ayrı bir bütçe planlaması tahsis edilmiştir. Ancak söz konusu bütçenin toplam sağlık bütçesine oranı yıllara göre sadece %0.08 olarak gözlemlenmektedir. Buna karşılık olarak Hedef 3.11 altında yer alan salgın ve afet durumlarına karşı sağlık kapasitelerinin artırılmasına yönelik bütçe tahsisi, toplam bakanlık bütçesindeki %2.51'lik bir paya sahiptir (SB, 2023).

Tablo 4 – Hedef 2.7 & 3.11’e Yönelik Bütçe Tahsisleri, 2024-2028

Amaç/Hedef	2024	2025	2026	2027	2028
Hedef 2.7 Çevresel tehlikelerin ve iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için çevre sağlığı hizmetlerinin kapasitesini artırmak	₺ 972,928,000.00	₺ 1,184,276,000.00	₺ 1,361,362,000.00	₺ 1,501,976,000.00	₺ 1,657,395,000.00
Hedef 2.7 Toplam Bütçe İçerisindeki Payı	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%
Hedef 3.11 Küresel salgın ve afet durumlarında sağlık hizmet sunumunun kapasitesini artırmak	₺ 31,869,794,000.00	₺ 38,846,093,000.00	₺ 44,579,776,000.00	₺ 49,216,073,000.00	₺ 54,354,230,000.00
Hedef 3.11 Toplam Bütçe İçerisindeki Payı	2.51%	2.51%	2.51%	2.51%	2.51%
Toplam Bütçe	₺ 1,271,562,776,000.00	₺ 1,549,970,220,000.00	₺ 1,778,746,893,000.00	₺ 1,963,799,263,000.00	₺ 2,168,982,740,000.00

Kaynak: SB, 2023

Özetle, strateji belgelerinde yer alan hedef ve amaçlara ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi maksadıyla hazırlanan bütçelerde, iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı olumsuz sonuçların azaltılmasına yönelik sağlık hizmetlerinin altyapısal ve insan kaynağı kapasitesinin geliştirilmesi ve bununla beraber sağlık ve afet durumlarına hazırlıklı olma durumlarında sağlık kapasitelerinin artırılması toplam bütçeden %2.59 olarak bir pay almaktadır.

Özetlenen politika belgeleri, sağlık yatırımlarında dayanıklılık, hizmet sürekliliği ve risk azaltma gibi hedeflerin giderek daha görünür hale geldiğini göstermektedir. Ancak bu hedeflerin uygulamada hangi müdahalelerle ve hangi sırayla karşılanacağı, sınırlı kaynaklar altında analitik bir önceliklendirme ihtiyacını doğurmaktadır. Bu nedenle bir sonraki alt bölümde, çalışmada kullanılan veri setleri, varsayımlar ve hesaplama adımları açıklanarak yatırım alternatiflerinin senaryo bazında nasıl karşılaştırıldığı ortaya konulacaktır.

2.3 Yatırım Planlamasında Belirsizlik ve Karar Alma Yaklaşımları

Bu alt bölüm, sağlık yatırımlarının iklim değişikliği kaynaklı belirsizlikler altında nasıl değerlendirilebileceğini ve karar alma yaklaşımlarını özetlemektedir. Amaç, belirsizliği senaryolar aracılığıyla yapılandırarak yatırım alternatiflerinin karşılaştırılmasını mümkün kılan temel kavramları açıklamaktır. Bu çerçevede, çalışmanın uygulama kısmında Excel tabanlı model ile yürütülen senaryo bazlı hesaplamaların kavramsal temelini oluşturmaktadır.

Sağlık yatırımları planlamasında uzun ömürlü ve uzun vadeli geri dönüşler beklendiğinden, tesisler ve laboratuvar sistemleri ile insan kaynağı açısından öngörülemezlik koşulları içerebilmektedir. İklimle ilgili olarak acil durum operasyonlarının sıklığı ve şiddeti ile, tedarik zinciri süreçlerinin yönetimi gibi birçok olasılığın belirsizlikler altında planlanması gerekmektedir (IPCC, 2023).

Örnek olarak, aşırı sıcak havalardan kaynaklı tedarik zincirlerindeki kırılmalar, tıbbi ilaçların bozulmasına, soğuk zincirin kırılmasına ve dolayısıyla insan sağlığı açısından riskler oluşturmaya ve sağlık sistemlerinin etkisiz hale gelmesine neden olabilmektedir (IPCC, 2023).

Söz konusu planlamalar yapılırken, olası senaryolar gözden geçirilerek tek bir plan altından değil, iklimle ilgili etkilerin azaltılmasına ilişkin çeşitli senaryolar aracılığı ile değerlendirilmesi gerekmektedir (Romanello et al., 2023).

Bunun temel nedeni, tek bir tahminin farklı gelecek koşullarını temsil etmekte yetersiz kalabilmesidir. Farklı projeksiyonlara ilişkin acil durum veya hazırlıklı olma senaryoları altındaki göstergelerin açıkça raporlanması önerilmektedir. Bu durum, olası senaryolar altında yapılan yatırım tahminlerinin stres testine tabi tutulmasına ışık

tutmakta ve olası acil durumlara karşı hazırlıklı olma süreçlerini pekiştirmektedir (Romanello et al., 2023).

Belirsizliğin yoğun olduğu alanlar açısından, talep dalgalanmaları sağlık sistemlerinde kırılganlığa yol açabilmektedir. Dolayısıyla, aşırı talepten kaynaklı hizmet yükündeki artışa sebep olan sıcak hava dalgaları, sel ve taşkınlar ile iklim kaynaklı epidemiyolojik olaylar doğrultusunda acil bakım ihtiyaçlarında artışlar saptanmaktadır (Romanello et al., 2023).

Hizmet kapasitelerindeki yetersizlik, tesislerin temel altyapı ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalabilir ve elektrik, su, ulaşım gibi temel ihtiyaçlara erişimde sıkıntılar yaşanabilmektedir. Ayrıca personel ve operasyon süreçlerindeki eksiklikler, sağlık sistemlerinin işlevlerini yeterli kapasitede sağlayamama riski oluşturmaktadır (DSÖ, 2020b).

DSÖ tarafından yayınlanan sağlık tesislerinin iklime dayanıklı, çevresel olarak uzun vadeli olmasına ilişkin kılavuza göre, ani iklim olaylarındaki başlıca dayanım kapasitesi yüksek tutulması gereken unsurlar insan kaynağı, temiz su, sanitasyon, atık yönetimi, enerji altyapısı ve bilişim teknolojileri olarak sıralanmaktadır (DSÖ, 2020b).

Tablo 5 – Sağlık Yatırımları Planlamasında Belirsizlik Durumları

Belirsizlik kanalı	Neyin değiştiği	Örnek stres faktörü	Değerlendirmede kullanılan tipik ölçütler
Talep oynaklığı	Hasta artışıdaki hız, vaka çeşitliliği, mevsimsellikteki kaymalar	Sıcak hava dalgaları, yerinden edilme ve göç, salgınlar	Eksik kapasite ve doluluk oranı, acil servis başvuruları, tespit süresi, DALY/QALY
Arz kırılganlığı	Kesinti süresi, erişim kısıtları, personel mevcudiyeti	Ulaşım yollarının su baskınına uğraması, elektrik şebekesi arızası, temiz su kıtlığı	Hizmet sürekliliği (% çalışma süresi), soğuk zincir bütünlüğü, stok tükenme günleri
Maliyet/fiyat belirsizliği	Yatırım ve işletme maliyetlerindeki artış, yakıt fiyatları, lojistik ve onarım giderleri	Afet sonrası yeniden inşa, enerji fiyatlarındaki dalgalanma	Net Bugünkü Değer (NBD), bütçe etkisi analizi, yaşam döngüsü maliyeti
İklim belirsizliği	Afet ve acil durumların sıklığı ve şiddeti	Farklı emisyon senaryoları	Senaryolar arası performans, kırılganlık, sağlamlık

Kaynak: DSÖ, 2020b

Belirsizlik durumlarının yapılandırılması karar analizleri açısından kritik görülmektedir. Söz konusu yapılandırılmaları sistematik biçimde kurgulayabilmek için senaryo ve projeksiyonların ortak sosyoekonomik olaylara ve senaryolar (SSP) temeline dayanarak yapılmalıdır (Romanello et al., 2023). SSP çalışmaları, iklim değişikliği bağlamında toplumların gelecekte nasıl gelişebileceğine ilişkin tutarlı bir çerçeve sunmaktadır.

Buna bağlı olarak belirsizlik durumlarının yapılandırılmasında, yatırım alternatifleri ile parasal ve parasal olmayan ölçütlerinde belirlenmesi, karar analizlerini doğrudan etkilemekte ve projeksiyonu güçlendirmektedir (DSÖ, 2020b).

Özetle, belirsizliği yapılandırmak ve karar analizini şeffaflaştırmak için temel yatırım değerlendirme formüllerinden yararlanılmaktadır (HM Treasury, 2008).

- 1) Senaryo altında net bugünkü değer (Yatırım hesaplamalarında bir projenin performansı, senaryoya göre tanımlanan net bugünkü değer (NPV) kullanılarak değerlendirilebilir.)

$$NPV_s = -C_0 + \frac{\sum_{t=1}^T (B_{s,t} - O_{s,t})}{(1 + r)^t}$$

C_0 : başlangıç sermaye maliyeti (ilk yatırım maliyeti)

$B_{s,t}$: fayda veya gelir

$O_{s,t}$: işletme giderleri

r : iskonto oranı

T : zaman veya dönem

Kamu sektöründe yaygın kullanılan kıyaslama amaçlı iskonto oranı, ilk 30 yıl için

$r = \%3.5$ 'dir (HM Treasury, 2008).

- 2) Beklenen Değer (Senaryolar ve projeksiyonlar öngörülemez olduğundan, yatırım kararını senaryolara dayandırmak yerine, net bugünkü değer yardımıyla olasılıklara daha bütünleşik bir yaklaşım sağlanmaktadır.)

$$E[NPV] = \sum_s p_s * NPV_s$$

- 3) Fırsat Kaybı Değeri (Fırsat kaybı değeri hesaplanarak alternatif olarak seçilen proje performansı ile mümkün olan en iyi proje alternatifinin performansı arasında fark, ölçümlenerek kararsız durumlarında karar alınabilmesi amaçlanmaktadır.)

$$Regret_{a,s} = NPV_s^* - NPV_{a,s}$$

- 4) Minimax Fırsat Kaybı Kararı (Belirsizlik durumlarında ihtiyatlı olunması gerektiğinden dolayı, tüm olasılıklar arasında meydana gelmesi en muhtemelen fırsat kaybı kararlarını en üst düzeye çıkartmaktadır.)

$$a^* = \underset{s}{\operatorname{argmin}}_a \max Regret_{a,s}$$

Belirsizlikler altında karar verme yaklaşımları, tek başına senaryo ve projeksiyonları tahmin etmek yoluyla değil, daha makul derecede iyi sonuçlar veren stratejilere ilişkin tahminleri optimize etmesi hedeflemektedir (Lempert, 2019).

Bu çalışmada “değer” kavramı, senaryo altında beklenen sağlık kazanımı ve maliyet bileşenlerinin birlikte değerlendirilmesiyle temsil edilmektedir. Bu yaklaşım uygulama bölümünde, müdahalelerin NPF üzerinden karşılaştırılması şeklinde somutlaştırılmaktadır. Bu karar mantığı, çalışmanın uygulama bölümünde sağlık kazanımı ve maliyet bileşenlerini bir araya getiren NPF yaklaşımına temel oluşturmaktadır.

2.4 Karar Teorisi ve Beklenen Değer Yaklaşımının Temelleri

Karar analizi, öncelikle seçim kümelerinin (alternatiflerin) yapılandırılması ve ardından bu alternatiflerin belirsizlik koşullarında doğuracağı sonuçların hesaplama mantığıyla değerlendirilmesi üzerine kuruludur. Karar teorisi, sağlık yatırımları planlamasında sıklıkla öngörülemeyen faktörleri görünür kılarak belirsizlik altında rasyonel tercih yapılmasına yardımcı olmaktadır. Belirsizlik durumlarında, “seçim” (hangi yatırım alternatifinin seçileceği) ile “durum” (hangi senaryonun gerçekleşeceği) arasında bir eşleştirme yapılabilmesi için alternatif kümelerinin tanımlanması gerekmektedir (Keeney & Raiffa, 1975).

Uygulamalı karar analizlerinde yaygın olarak kullanılan gösterim; eylemler (alternatifler), durumlar (senaryolar) ve sonuçlar (değer/çıktı) üçlüsü üzerinden kurulur. Bu çerçevede yatırım alternatifleri, senaryolar ve senaryo olasılıkları aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Keeney & Raiffa, 1975):

Alternatifler: A_1, A_2, A_3

Senaryolar: S_H, S_M, S_L

Olasılıklar: p_H, p_M, p_L $\quad p_H + p_M + p_L = 1$

Değer: $V(A_i, S_j)$

Alternatif yatırım seçenekleri belirlenirken, projeksiyonlara göre ileride yaşanması muhtemel iklim etkileri düşük, orta ve yüksek düzeylerde senaryolaştırılabilir. Böylece her bir alternatifin, her bir senaryo altında üreteceği sonuçlar tek bir karar çerçevesinde karşılaştırılabilir hale gelir; bu durum seçenekler arasında mukayese yapmayı mümkün kılar (Keeney & Raiffa, 1975).

Beklenen değer yaklaşımında ise, senaryolar tanımlandıktan sonra her bir senaryoya ilişkin olasılıklar belirlenir; ardından alternatiflerin maliyet ve fayda sonuçları birlikte değerlendirilerek sonuçların özeti oluşturulur (Keeney & Raiffa, 1975). Olasılık kavramları karar analizlerine uygulanırken tesadüfi değişkenlerden yararlanılması, belirsizliğin modele tutarlı biçimde taşınmasına yardımcı olmaktadır.

$$\text{Beklenen Değer: } E[V(A_i)] = \sum_{j \in U} p_j V(A_i, S_j)$$

Bu alışmada $V(A_i, S_j)$ değeri, yalnızca parasal getiriyle sınırlı tutulmamış; sağlık kazanımı (ör. önlenen DALY) ve maliyet bileşenlerinin birlikte değerlendirildiği bir çıktı yapısı olarak ele alınmıştır. Uygulama bölümünde alternatif müdahaleler, mevcut/2030/2050 senaryoları altında beklenen sağlık etkisi ve maliyet sonuçları üzerinden NPF yaklaşımıyla karşılaştırılmakta; böylece beklenen değer mantığı sağlık yatırımlarının önceliklendirilmesine doğrudan taşınmaktadır.

Bir sonraki bölümde, bu kavramsal çerçeve sağlık sistemlerinin dayanıklılığı perspektifinden tartışılarak uygulama tasarımına bağlanacaktır.

2.5 Sağlık Sistemlerinin Dayanıklılığı Açısından Yatırım Kararlarının Analizi

Bu alt bölüm, iklim değişikliği gibi stres faktörleri altında sağlık yatırımlarının neden yalnızca verimlilik göstergeleriyle değerlendirilemeyeceğini ve “dayanıklılık” perspektifinin karar alma açısından neden belirleyici olduğunu tartışmaktadır. Böylece uygulama bölümünde tanımlanan yatırım alternatifleri, yalnızca maliyet değil; hizmet sürekliliği ve sistem performansına katkı açısından da yorumlanabilecektir.

Sağlık yatırımlarında iklim değişikliği gibi stres faktörleri yer aldığında, mevcut verimlilik ölçütleri ile sonuç almak doğru olmayabilir. ıktı başına maliyetlendirme, acil

ve afet durumlarında hizmet kesintisi ve kapasite sınırları gibi faktörleri yeterince yansıtmayabildiğinden yanıltıcı sonuçlar üretebilir. Sağlık yatırımlarında karar alınırken öncelikli olarak sağlık sistemlerinin dayanıklılığını göz önünde bulundurmak ve sistem performansına ne gibi bir katkıda bulunduğunu anlamak gerekmektedir (DSÖ, 2023a).

İklim değişikliği yönünden aşırı hava olaylarının neden olduğu epidemiyolojik gelişmeler, sağlık sistemlerinin stresini denerken aynı zamanda temel sağlık hizmetlerinin hizmet sürekliliğinin güvence altına alınması amaçlanmaktadır (OECD, 2023).

Sağlık sistemi ve altyapı çalışmalarının sürdürülebilirliğinde, sağlık tesislerinin dayanıklılığının önemi esastır. İklim ile mücadele kapsamında söz konusu tesislerin altyapı yatırımlarına ilişkin ölçütler önemli ölçüde sağlık tesislerinin geleceğini etkilemektedir. AB ve DSÖ'nün sağlık tesislerine ilişkin yönergelerine göre, iklim koşullarına ve aşırı hava olaylarına uyum önlemleri içermeyen sağlık tesislerinin uzun vadeli hizmet verebilirliğinin risk altında olabileceği belirtilmektedir. Dolayısıyla, iklim dirençliliğinin önemi fizibilite çalışmalarında çevre ve çevreye bağlı iklim olayları gerçekleştiği durumlarda ne gibi sonuçlar doğuracağına ilişkin de ayrıca yer verilmesi önem arz etmektedir (Health Care Without Harm Europe, 2024).

Sağlık sistemlerinde adaptasyon süreçlerine ilişkin yapılan çalışmalarda, özellikle insan kaynağı eksikliğinde, kırılganlık en önemli etkenlerden birisini oluşturmaktadır. İş gücü dayanıklılığı sağlığın korunması ve geliştirilmesi açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. İklim boyutunda ise altyapı kaynaklı eksikliklerin hava olayları ve vektör kaynaklı hastalıklar sebebi ile insan kaynaklarını zorladığı ve kaliteli bakım hizmetlerini yerine getiremediği anlaşılmaktadır (Myhre et al., 2025).

Tesis, altyapı ve insan kaynaklarına yapılan yatırımlar kadar, sağlık bilgi sistemlerine yapılan yatırımlarda, erken tanı süreçlerine olanak sağlayarak gözetim ve tanı süreçlerine destek olmaktadır. Sağlık bilgi sistemlerindeki yatırımlar veri işleme,

bilgi ve gözetim yoluyla hastalıkların takibini ve buna bağı olarak da yerinde ve zamanında müdahale çalışmalarına olanak sağlamaktadır (World Resources Institute, 2025).

Sağlık bilgi sistemlerine harcanan her 1 ABD Doları, on yılda 10 ABD Doları'ndan fazla fayda sağlayarak, fayda-maliyet analizi yapıldığında %78 oranında geri dönüş sağlamaktadır (World Resources Institute, 2025). Bu durum bilgi sistemlerine yapılan yatırımların ne kadar önemli olduğunu açıkça göstermektedir.

İklim dirençliliğindeki kayda değer etkenlerden diğeri ise hastalıkların erken tanı ve önlenabilir olmasıdır. Ancak ölüm oranlarındaki artışlar ile hastalıkların oranı ve yayılma hızı, tesislerin gördüğü zararlar ile operasyonel olarak sağlık sistemlerindeki hizmetlerin aksaması önlenen kayıplar arasında yer alır ve mali açıdan bir projeksiyon verebilir (Bouttier-Stref, 2025).

Buna bağı olarak yapılan projeksiyonlarda 2050 yılına kadar iklime bağı sağlık sorunlarının neden olacağı hastalıklar dünya çapında toplam 14.5 milyon ek ölüme neden olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca söz konusu hastalıkların yol açacağı ekonomik kaybın ise 12.5 trilyon Amerikan Doları boyutunda olduğu düşünülmektedir. Özetle, sağlığın korunması ve yatırımların sürdürülebilirliği açısından iklim dirençliliğine karşı atılacak olan her adım toplum sağlığının korunmasını sağlamaktadır (Bouttier-Stref, 2025).

Kamu sağlığı hedefleri boyutunda ele alınacak olunursa, sağlık yatırımlarına ilişkin yapılan her yatırım çok önemlidir. Ancak yatırımların sağlık sistemlerindeki dirençliliği boyutu oldukça önem arz etmektedir. Kırılgan sağlık sistemlerinde ani olaylara karşı hazırlıklı olma geleneksel verimlilik ile uzun vadeli sağlamlık konusundaki dengeyi vurgulamaktadır. Bu nedenle, Türkiye için yatırım alternatiflerinin iklim olaylarına karşı dayanıklılığı boyutunda değerlendirilmesi gerekmektedir.

3. UYGULAMA VE VAKA ÇALIŞMASI

Bu bölüm, Türkiye örneği üzerinden sağlık yatırımlarının iklim riski altında nasıl önceliklendirilebileceğini uygulamalı olarak göstermektedir. Öncelikle Türkiye’de sağlık harcamalarının genel görünümü ve kaynak yapısı özetlenmekte; ardından yatırım alternatifleri ve iklim riski senaryoları tanımlanarak karar analizi modeli kurulmaktadır. Hesaplamalar Excel tabanlı bir model üzerinden yürütülmüş; senaryo bazında beklenen sağlık kazanımları ve maliyet bileşenleri birlikte değerlendirilerek sonuçlar tablolar ve şekillerle sunulmuştur.

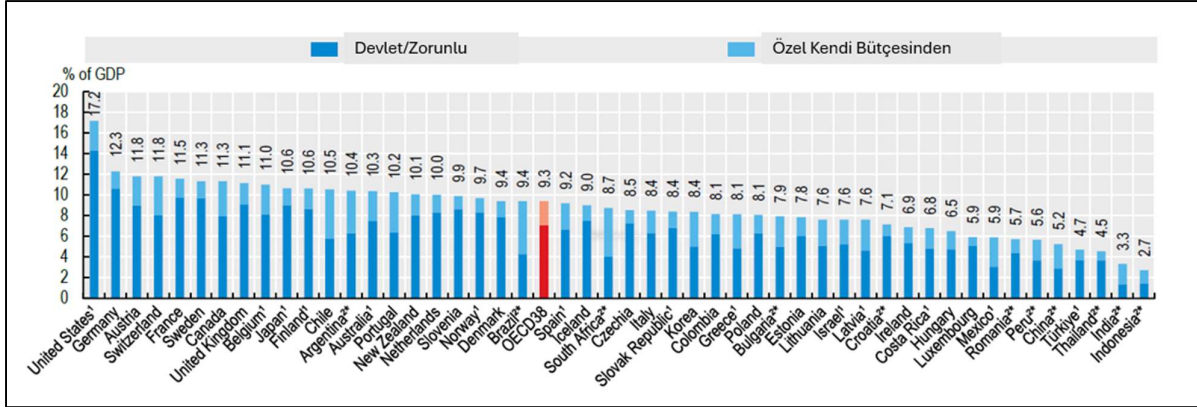
3.1 Türkiye’de Sağlık Harcamaları

Türkiye 2000’li yılların başında genel sağlık sigortası uygulamasına geçiş yaparak, sağlık harcamaları, beşerî kalkınmanın da etkisiyle önemli ölçüde artış kaydetmiştir. Demografik değişimler ve sosyoekonomik kalkınma, kurumsal reformların da hızlanması bu artışa katkı sağlamıştır. Sağlık harcamalarının boyutu değişerek yatırımların hızlanmasına ve sağlığın tabana yayılan bir sağlık sistemine dönüşmesine olanak sağlamıştır (ILO, 2025).

Bununla birlikte, özellikle kapsamlı sağlık sektörü reformları ile hizmet kapasiteleri artmış ve buna bağlı olarak sağlığa erişim önceki yıllara nazaran daha kolay olmuştur. Özetle, bu değişim ve dönüşüm sağlık dirençliliğine katkıda bulunarak stratejik yatırımların önceliklendirme açısından bir süreç olarak kaydedilmiştir. (ILO, 2025).

Bu çerçeve, Türkiye’de sağlık finansmanının ölçeğini ve kaynak yapısını anlamayı; sonraki alt bölümlerde kurulacak yatırım önceliklendirme modeline bağlamayı amaçlamaktadır.

Şekil 3 –2024 (veya en yakın yıl) için GSYİH İçindeki Sağlık Harcamalarının Payı



Kaynak: OECD, 2025a

OECD verilerine göre, kişi başına düşen sağlık harcaması (satın alma gücü paritesine göre) kişi başına 5967 ABD Doları’dır (OECD, 2025a). Buna karşılık olarak Türkiye’nin aynı pariteye göre kişi başına düşen sağlık harcamaları 2309 ABD Doları olarak seyretmektedir. Sağlık harcamalarındaki oran toplam kamu bütçesinde Türkiye’de %4.7 iken, OECD ülkelerinde bu oran yaklaşık olarak %9.3’e tekabül etmektedir. Ayrıca, AB ülkelerinde yine GSYİH’ye göre bu oranın %9-12 bandında seyrettiği gözlemlenmektedir (OECD, 2025a).

OECD ülkeleri arasında, Türkiye sağlık finansman kaynağının kamu sektörü tarafından sağlanan ülkelerin başında gelmektedir. Bu nedenle, sağlık sistemlerine harcanan finansmanın planlaması ve önceliklendirilmesi önem arz etmektedir (OECD, 2025b).

Sağlık harcamalarında, finansmanın %76.1’i kamu tarafından sağlanırken, kalan %23.9’luk oran hane halkının cebinden veya özel kaynaklar vasıtasıyla harcanmaktadır (TÜİK, 2025).

Cari sağlık harcamaları 2023 yılında yaklaşık olarak 52 milyar Amerikan Doları olarak kaydedilirken, 2024 yılında yaklaşık olarak 72 milyar Amerikan Doları olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu harcamaların hastanelere olan payları ise sırasıyla %52.5 ve %54.6'tır (TÜİK, 2025).

Ancak hastanelere yapılan harcamaların ne kadarı iklim dayanıklılığına karşı yapıldığına yönelik bir kırılım mevcut değildir. Bununla birlikte 2023 yılında yaşanan Kahramanmaraş Depremleri neticesinde zarar gören hastanelere yönelik ek bina, yenileme, güçlendirme, cihaz-ekipman ile hastane harcamalarındaki artışın neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada iklim dayanıklılığına ayrılan pay doğrudan harcama kalemlerinden ayrıştırılamadığı için, yatırım etkisi senaryo bazlı sağlık kazanımı ve maliyet bileşenleri üzerinden dolaylı olarak değerlendirilmektedir.

İnsan kaynakları açısından bakıldığında ise, Türkiye'de kişi başına düşen sağlık personeli sayısı da yine OECD ülkelerinin gerisindedir (OECD, 2025b).

Tablo 6 - Türkiye ve OECD Ülkelerinde Nüfus Başına Düşen Doktor ve Hemşire Sayıları

1000 Nüfus Başına düşen	Doktor	Hemşire
Türkiye	2.40%	2.90%
OECD	3.90%	9.20%

Kaynak: OECD, 2025b

Özetle, Türkiye'de sağlık sistemine yapılan harcamalar, hizmet kapasitesi genişletilmesi amacıyla kalkınma öncelikli olsa da iklim dirençliliğine yapılan harcamaların kırılımına ilişkin ölçek düzeyini etkileyecek bir veri bulunmamaktadır.

Bu bölümde sunulan harcama ve kapasite göstergeleri, Türkiye'de yatırım önceliklendirmesinin neden kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Bir sonraki alt bölümde, değerlendirmeye alınan yatırım alternatifleri ve iklim riski senaryoları tanımlanacak; ardından karar analizi modeli kurularak senaryo bazında karşılaştırılabilir sonuçlar üretilecektir.

3.2 Yatırım Alternatiflerinin ve İklim Riski Senaryolarının Belirlenmesi

Yatırım analizleri yapılırken, mümkün olduğunca uluslararası kıyaslama ölçütlerinden faydalanılarak yatırım tercihleri ve risk senaryoları tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada yatırım alternatifleri; (i) iklim risklerinin sağlık üzerindeki etkisini azaltma potansiyeli, (ii) sağlık sisteminde hizmet sürekliliği ve erken müdahale kapasitesine katkısı ve (iii) uygulanabilirlik açısından politika belgelerinde öne çıkan alanlarla uyumu dikkate alınarak seçilmiştir. İklim riski senaryoları ise mevcut durum ile 2030 ve 2050 projeksiyonlarını temsil edecek şekilde yapılandırılmıştır. Böylece alternatifler, farklı gelecek koşullarında karşılaştırılabilir bir çerçevede değerlendirilebilmektedir.

Tablo 7 - Sağlık Yatırım Alternatiflerinin İklim Değişikliği İçin Karşılaştırılması

Kategori	A1 - Referans Laboratuvarları Altyapı Yatırımları	A2 - Kamu ve Özel Erken Uyarı ve Cevap Sistemleri	A3 - Özel Sektör Sağlık Hizmetleri Yatırımları
Stratejik Hedef	Mikrobiyoloji ve referans laboratuvarlarının güçlendirilmesi	Kamu-Özel sağlık kurumları ortaklığında erken uyarı bilgi sistemlerinin tahsisi	İklim uyumlu özel hastaneler ve tanı merkezlerinin kurulması
Temel Dayanıklılık İşlevi	Erken tanı, gözetim, bulaşlara hızlı yanıt	Risk tahminleri ve anında müdahale	Kapasite esnekliği, arz-talep dengesini karşılama, hizmet sürekliliği
Yatırım Kalemleri	Laboratuvar ekipman ve sarf malzemeleri tedariki, laboratuvar bilgi sistemleri ve tanı cihazları	Sağlık bilgi sistemlerine iklim verisi entegrasyonu, erken uyarı sistemleri	Hastane altyapısı, uzmanlaşmış klinikler, iklim dayanımlı tasarımlar
Ölçülebilir Hedefler	*sürveyans laboratuvar kapsamı %30-40 *Teşhis süresi ≤ 24 saat *≤ %90 Sağlık Bilgi Sistemleri entegrasyonu	*Tahmin hassasiyeti ≤ %85 *81 ilde sistem altyapısı *Cevap süresi ≤ 48 saat	*Tesislerin %60-70'i iklim uyumlu * ≥ %15 ek yatak kapasitesi * ≥ %90 veri entegrasyonu
Beklenen Değer/Katkı	Erken tanı kapasitesi, bölgesel risk haritalandırması	Hızlı mobilite, önleyici halk sağlığı sistemleri	Kamu hastanelerine olan yükün azaltılması, hizmet sürekliliği, coğrafi yaygınlık
DSÖ ve OECD ile Uyum	*DSÖ Laboratuvar kapasite hedefleri *IHR 2005 *OECD: Epidemilere karşı merkezi laboratuvarlar	AB'deki sağlık-ısı alarm sistemleri örnek alınmıştır OECD: Sağlık bilgi izleme sistemleri	OECD ülkelerinde özel sektör acil durum planlamasında aktiftir DSÖ: Tesis dayanıklılığı standardı vurgulanır

Kaynak: DSÖ, 2021; 2022 – WB, 2025 – OECD, 2021 – BMİDÇS, 2025

Örnek olarak, mikrobiyoloji ve referans laboratuvarları sağlık sisteminde epidemiyolojik bulguların ve buna bağlı hastalıkların tanısında önemli bir faktördür. Salgınlarla mücadele kapsamında mikrobiyoloji laboratuvarları ve tanı merkezlerinin rolü, erken teşhis ile hızlı müdahale ve önleme çalışmalarında oldukça etkilidir. Sağlık yatırımlarındaki belirsizliği değerlendirmek için senaryo tabanlı bir yaklaşım kullanımı olası projeksiyonların tahmini açısından önem arz etmektedir. Laboratuvar ağlarının genişletilmesi, birbiriyle iletişim kurabilen entegre sistemler sayesinde, hizmet sunumunun yalnızca ekipman ve cihazlarla değil, aynı zamanda bilişim sistemleri üzerinden de gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. (DSÖ, 2023a).

Bu alt bölümde tanımlanan alternatifler ve senaryo yaklaşımı, bir sonraki alt bölümde kurulacak karar analizi modelinin girdilerini oluşturmaktadır. İzleyen kısımda, tehlike olasılıkları, beklenen sağlık kazanımı ve maliyet bileşenleri kullanılarak alternatiflerin senaryo bazında karşılaştırılması gösterilecektir.

3.3 Karar Analizi ve Beklenen Değer Modellemesi

Bu alt bölümde, yatırım alternatiflerinin iklim tehlikeleri altında beklenen sağlık kazanımı ve maliyet bileşenleri üzerinden nasıl karşılaştırıldığı gösterilmektedir. Model, ülke-senaryo-tehlike parametreleri ile müdahale etkinliği/kapsama varsayımlarını birleştirerek her alternatif için beklenen sonuçları üretmesi beklenmektedir.

Sağlık sektörü yatırımlarını önceliklendirmek için karar analizi modeli kullanılmaktadır. İklim değişikliği gibi bilinmeyen durumların sebep olduğu senaryolarda, yatırımların önceliklendirilmesi için kullanılan karar modelleri, sağlık ekonomisinde kanıtları üzerinden belirsizlikleri yapılandırmak ve çeşitli alternatifleri

tahmin etmek maksadıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. (Briggs, Sculpher, & Claxton, 2006)

Karar ağaçlarının gösterimindeki model yapısında her aday yatırım için i kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak i 'nin tanımlanan bir zaman dilimi içerisinde iklimde ilgili bir ani olay, tehlike veya afet durumunun olup olmayacağını temsil eden bir karar noktası ile basit bir karar ağacı tanımlanmaktadır. (Briggs, Sculpher, & Claxton, 2006)

- Tehlike olasılığı $p_{\{h,s,c\}}$ (tehlike h , senaryo s , ülke c)
- Tehlike şu olasılıkla meydana gelmez $1 - p_{\{h,s,c\}}$

İklime bağlı ani olay, afet ve tehlike durumlarının meydana gelmesi durumunda, müdahalenin sağlıklı yaşama olan olumsuz etkisi azalacağından dolayı olumlu yönde etkilemektedir. Bu durumun pozitif yönde olması demek daha az DALY yani sağlıklı yaşam yılları kaybı olarak ölçülebilmektedir (Briggs, Sculpher, & Claxton, 2006). Söz konusu tehlike durumları belirli bir periyotta meydana gelmez ise, bu koşulda pozitif olma durumu ikiye ayrılabilir.

- Temkinli varsayım: Tehlike gerçekleşmezse müdahalenin ek faydası 0 (sıfır) kabul edilir.
- Gerçekçi varsayım: Kanıt varsa, tehlike gerçekleşmese bile müdahalenin ek faydaları (yan faydalar) olabilir.

Bu açıdan ele alındığında karar ağacına göre tehlike durumu olur veya tehlike durumu olmaz. İklimle bağlı sağlık yatırımlarının karşılaştırılmasında uygun karar analizi buna bağlı olarak Excel aracılığıyla kurgulanabilmektedir (Briggs, Sculpher, & Claxton, 2006).

İklime bağlı ani durum ve tehlike olasılıkları parametrelerinin tanımlanması için kaydı tutulan tarihsel olaylar baz alınarak, gelecekteki iklim koşullarına göre uyarlama

yapılabilmektedir. Yıllar içerisinde kaydedilen afet olayları uluslararası afet olay veritabanlarından elde edilebilmektedir (Husereau et al., 2022).

$N_{h,c}$ ülke c 'de tehlike h için kaydedilen olay sayısı

T gözlenen yıllar sayısı

$$\text{Baz olasılık (tarihsel kayıt)} p_{h,c}^{base} = \frac{N_{h,c}}{T}$$

CCKP'den elde edilebilecek olan aşırı sıcak günler, aşırı yağış istatistikleri vb. iklim projeksiyonlarına ilişkin göstergeler ile bir senaryo çarpanı üretilebilmektedir. Buna istinaden, söz konusu senaryo çarpanlarıyla karar modellerindeki eşleşme ve duyarlılık analizi yapmasına olanak sağlanmaktadır (Hunink et al., 2014).

$m_{h,s,c}$ senaryo çarpanı (CCKP projeksiyonlarından türetilir)

$$\text{Senaryo Çarpanı ile Güncelleme } p_{h,s,c} = \min\{1, p_{h,c}^{base} * m_{h,s,c}\}$$

Temel sağlık yükü, hastalıklar ile buna bağlı veya bağlı olmayan risk faktörleri nedeniyle bireylerin sağlıklı yaşam sürelerinde meydana gelen kaybın ölçüsünü belirlemektedir. Müdahale etkinliği ise tıbbi müdahaleler sonucunda hastanın sonraki aşamada, ölüm, sakatlık, hastalığın nüksetme sıklığı ile risk düzeylerine ilişkin ölçülebilir iyileşme derecesini belirlemektedir (Martinez et al., 2022).

GBD'ye ilişkin veriler ile DALY bilgilerini verebilmekte ve ülkeler arasında tutarlı karşılaştırmalar yapılabilmektedir (Martinez et al., 2022). Beklenen sağlık kazanımı, tehlikeye bağlı temel sağlık yükü ile müdahalenin etkinliği ve kapsama varsayımlarının çarpımı olarak temsil edilmektedir.

$B_{h,c}$ Tehlike h 'ye duyarlı Temel Sağlık Yükü

$e_{i,h}$ Müdahale Etkiliği

$k_{i,h}$ Kapsama Alanı

$$\Delta B_{i,h,c} = B_{h,c} * e_{i,h} * k_i$$

Hastalık müdahalelerine yönelik etkinlik ölçütlerinin belirlenmesinde, güvenilir ve bilimsel kaynakların esas alınması gerekmektedir. DSÖ Avrupa Bölge Ofisi'nin ısı-sağlık eylem planları ve uyarı sistemlerine ilişkin yönergeleri bulunmaktadır. Söz konusu yönergelerde aşırı sıcakların olduğu durumlarda neler yapılmasına ilişkin detaylar bulunmaktadır (Martinez et al., 2022).

$$\text{Senaryo Altında Önlenen Beklenen Yük } E[\Delta B_{i,h,c,s}] = p_{h,s,c} * \Delta B_{i,h,c}$$

Senaryolara ilişkin maliyetlendirme yapılırken, WHO-CHOICE kullanılarak birim maliyet kaynakları ve hizmet sunum maliyetlerine ilişkin tahminler oluşturulabilmektedir (DSÖ, 2021b).

Başlangıç Yatırım Maliyeti C_i^{capex}

Yıllık İşletme Maliyeti C_i^{opex}

Faydalı Ömür L_i

İskonto Oranı r

İşletme maliyetlerinin değeri yıllık periyotlar halinde modellendiğinde;

$$PV(C_i^{opex}) = C_i^{opex} * \frac{1 - (1 + r)^{-L_i}}{r}$$

$$\text{Toplam İndirimli Maliyet } C_i = C_i^{capex} + PV(C_i^{opex})$$

Bu durumda, birbirine yakın iki karar ölçütü olan Beklenen Net Değer ile Net Parasal Fayda karar kriteri olarak kullanılabilir.

$$\text{Beklenen Net Değer: } BND_i = E[Fayda_i] - C_i$$

$E[Fayda_i]$ burada önlenen sağlık yükünün parasal değerini göstermektedir.

$$\text{Net Parasal Fayda: } NPF_i = \lambda * E[\Delta B_{i,h,c,s}] - C_i$$

Bu çalışmada sağlık kazanımı DALY üzerinden ifade edildiği için, λ parametresi DALY başına ödeme isteğini (USD/DALY) temsil etmektedir (Barton et al., 2008).

Yukarıdaki çalışmaya istinaden, öncelik verilmesi gereken müdahalelerin belirlenmesi için basit bir karar modeli üzerinde çalışılmıştır. Buradaki en önemli amaç net fayda ilkesini gözeterek, söz konusu modelin temelini kurgulamak olmuştur. Beklenen sağlık kazanımları DALY ile ölçüldüğünden dolayı, her müdahale için ekonomik değeri olan, karşılaştırılabilir ve puanlama yöntemiyle metodolojik bir yaklaşım oluşturulmuştur. Bu kapsamda, mevcut veri setleri yardımıyla senaryo ve duyarlılık analizleri yapılacaktır.

Bu model çerçevesinde her müdahale için senaryo bazında beklenen önlenen DALY, indirgenmiş toplam maliyet ve NPF değerleri hesaplanmaktadır. İzleyen alt bölümde, Türkiye ve karşılaştırmalı ülke seti için senaryo girdileri kullanılarak sonuçlar özet tablolar ve görsellerle sunulacaktır.

3.4 Net Beklenen Değer ile İklim Değişikliğine Dayanıklı Yatırımlar

İleriye dönük iklim projeksiyonlarının ampirik açıdan senaryoların oluşturulması ve buna bağlı olarak etkililik, maliyet ve finansman varsayımlarını bir çerçevede test etmek amacıyla Türkiye ile yedi ülkenin (İtalya, İspanya, Portekiz, Yunanistan, Romanya ve Hırvatistan) karşılaştırılmalı olarak analizi yapılmıştır. Seçilen ülkeler, sıcaklar, yangın, hava olaylarından en çok etkilenen Akdeniz ülkeleri (Ali et al., 2022) ile, Türkiye'ye komşu olan AB üyesi ve aday ülkeleri arasından seçilmiştir. Senaryo tanımları CCKP aracılığıyla sağlanan iklim projeksiyonları kullanılarak yapılmıştır.

NPF birincil karar alma ölçütü olarak sağlık yatırımlarının değerlendirilmesinde, belirsizlik altında karar verme mekanizmalarını desteklemek yaygın olarak

kullanılmaktadır (Stinnett & Mullahy, 1998). Senaryo tanımları hazırlanırken iklim projeksiyonlarına uygun resmi veri setlerinden türetilen çarpanlar kullanılarak mevcut durum ile, 2030 ve 2050 yıllarına ilişkin karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır (Husereau et al., 2022).

Türkiye ile seçilen ülkelerin tercih edilmesinin temel nedeni, bu ülkelerin risk profillerinin tehlikeye maruz kalma, kırılganlık ve başa çıkma kapasiteleriyle doğrudan ilişkili olmasıdır. Modelleme çalışması yapılırken INFORM'a bağlı kalınarak ülke afet ve iklim riskinin ölçülebileceği endekslerden faydalanılmıştır. ND-GAIN'in kırılganlık, uyum uygulama kapasiteleri endekslerinden yararlanılmıştır (University of Notre Dame Global Adaptation Initiative [ND-GAIN], 2025).

Bu çalışmada kullanılan karar destek modeli Microsoft Excel üzerinde modüler bir yapı ile kurulmuştur. Modelin amacı; ülke karşılaştırması, iklim tehlikesi olasılıkları, DALY, müdahale etkililiği/kapsama varsayımları ve maliyet bileşenlerini aynı çerçevede birleştirerek her müdahale için NPF çıktısını üretmektir. Bu yaklaşım, girdilerin izlenebilirliğini artırmak ve hesaplamaların yeniden üretilebilirliğini sağlamak üzere, veri girişleri ile hesaplama adımlarını ayrı sekmelere ayırmaktadır.

Modelin Excel dosyası üç ana katmandan oluşmaktadır:

- (i) Veri Girdileri (ham veri ve parametreler):
 - T_INFORM: INFORM endeksi ve alt bileşenleri (tehlike-maruziyet, kırılganlık, başa çıkma kapasitesi).
 - T_NDGAIN: ND-GAIN kırılganlık ve hazırlık değerleri (2023).
 - T_COUNTRIES: Analize dahil edilen ülke seti (Türkiye + 6 ülke).
 - EMDAT: 2000–2023 arasında afet/tehlike kayıtları (sel, orman yangını, aşırı sıcaklar vb.).

- CCKP: İklim projeksiyon göstergeleri (ör. aşırı sıcak günler gibi) ve 2030/2050 senaryo değerleri.
- GDB Data: “non-optimal temperature” risk faktörüne bağlı temel DALY yükü (2023).
- Interventions: Müdahalelere ait parametreler (etkililik e, kapsama k, CAPEX, yıllık OPEX, faydalı ömür).
- Lambda: DALY başına ödeme isteği (λ) varsayımı ve karşılaştırma notları.

(ii) Ara Hesaplamalar (verinin modele dönüştürülmesi):

- Master / Table_3_4_1 / TABLE1: INFORM ve ND-GAIN göstergeleri ile Türkiye’ye benzerlik (mesafe) hesabı ve ülke setinin gerekçelendirilmesi.
- EMDAT_Pivot / Hazard p Pivot: EMDAT olay sayılarının pivotlanması ve özetlenmesi.
- Hazard_p_base: Her ülke-tehlike için temel olasılık (p_base) üretimi ve CCKP’den gelen çarpanlarla 2030/2050 olasılıklarına taşınması.
- Pivot CCKP: CCKP göstergelerinden senaryo çarpanlarının (m_2030s, m_2050s) özetlenmesi.
- GDB_Model: GBD’den gelen DALY verisinin ülke-tehlike anahtarına bağlanması.

(iii) Model Çıktıları (NPF ve sıralama):

- Model_Current: Her ülke için müdahale bazında beklenen DALY azaltımı, indirgenmiş maliyet ve NPF (mevcut/2030/2050) hesapları; ayrıca sıralamalar (Rank).
- Pivot Current/2030/2050 Intervention: Senaryo bazlı sonuçların özet pivotları (tablo üretimi için).

- Sensitivity / Tornado_TR: Parametre değişimlerine duyarlılık çıktıları (tornado mantığı).
- Model_Output: Türkiye odaklı özet çıktı tablosu ve senaryolar arası farklar ($\Delta 2030$, $\Delta 2050$).

Hesaplama mantığı (Excel’de adım adım)

Model, her ülke için aşağıdaki sırayı izler:

- i) Tehlike olasılığı: EMDAT kayıtlarından p_base türetilir; CCKP projeksiyon çarpanları ile 2030/2050 olasılıkları üretilir.
- ii) Temel sağlık yükü: GBD verisinden 2023 “non-optimal temperature” DALY değeri alınır.
- iii) Müdahale etkisi: Müdahale etkililiği (e) ve kapsama (k) ile beklenen önlenen DALY hesaplanır.
- iv) Maliyet: CAPEX + (OPEX’in faydalı ömür boyunca indirgenmiş bugünkü değeri) ile toplam indirgenmiş maliyet hesaplanır.
- v) NPF: λ varsayımı altında beklenen sağlık kazanımı parasallaştırılarak maliyetten düşölür ve her müdahale için NPF üretilir.
- vi) Sıralama: NPF büyüklüğüne göre her senaryoda öncelik sıralaması elde edilir.

Bu yapı sayesinde model hem girdilerin açık biçimde izlenmesin, hem de farklı senaryolar altında aynı metodolojiyle karşılaştırma yapılmasına olanak tanımaktadır.

Tablo 8 – Türkiye ve Çok Boyutlu İklim Benzerliği Gösteren Ülkeler

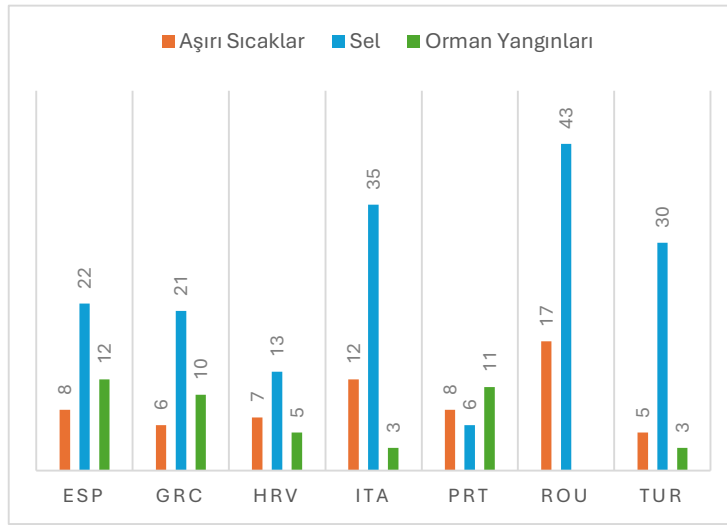
ISO3	Ülke	INFORM Tehlike & Maruziyet	INFORM Kırılabilirlik	INFORM Başa Çıkma Kapasitesi Eksikliği	ND-GAIN Kırılabilirlik (2023)	ND-GAIN Hazırlık (2023)	Türkiye'ye Uzaklık
TUR	Türkiye	6.9	4.6	4.5	0.3746	0.4527	0
GRC	Yunanistan	3	2.6	3.1	0.3369	0.4979	3.96
ITA	İtalya	2.9	2.8	3.4	0.3419	0.5179	3.83
ESP	İspanya	2.3	3.2	2.4	0.3047	0.5064	4.77
PRT	Portekiz	1.9	2.2	1.7	0.3185	0.5481	5.89
ROU	Romanya	2.3	2.8	3.6	0.4118	0.4407	3.86
HRV	Hırvatistan	2.7	2	2.9	0.3798	0.4525	4.33

Kaynak: ND-GAIN, 2025 (Yazar Hesaplamaları)

Türkiye'ye ilave olarak seçilen ülkelerin, INFORM Risk Endeksi ve ND-GAIN Ülke Endekslerinden türetilen beş ana iklim risk-uyum boyutu, Türkiye ile olan benzerlik esaslarına dikkat edilmiştir.

Çalışma kapsamında çalışılan Excel tabanlı karar modeli, modüler bir yapıda çalışılmış olup her bir çalışma sayfası analiz sürecinin farklı bir bileşenini yansıtmaktadır. Çalışma sayfaları ayrıca girdilerin izlenebilirliğini, varsayımların açıklığını ve sonuçların yeniden üretilebilirliğini sağlamaktadır.

Şekil 4 – 2020-2023 Yılları Arasında Yaşanan İklimle Bağlı Çevre Olayları



Kaynak: ND-GAIN, 2025 (Yazar Hesaplamaları)

Veri bütünlüğü ve politik bağlamı içermesi açısından, 2023 yılı çalışmada bilinçli olarak seçilmiştir. İlgili yıl EM-DAT ve GBD gibi veri setlerindeki en güncel ve eksiksiz yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 2023 yılından yaşanan Kahramanmaraş depremleri, Türkiye'nin sağlık sistemi açısından çoklu ani olaylara karşı iklim tehlikeleri boyutunda da önemli bir perspektif kazandırmaktadır.

Tablo 9 – Ülke ve Afet Türlerine Göre Gerçekleşme Olasılıkları

Ülke	Mevcut Olasılık	2030'lar Olasılığı	2050'ler Olasılığı
Hırvatistan	28.64%	33.39%	35.96%
Aşırı Sıcaklar	25.30%	39.55%	47.24%
Sel	41.82%	41.82%	41.82%
Orman Yangını	18.81%	18.81%	18.81%
Yunanistan	38.17%	41.71%	43.64%
Aşırı Sıcaklar	22.12%	32.75%	38.52%
Sel	58.31%	58.31%	58.31%
Orman Yangını	34.08%	34.08%	34.08%
İtalya	42.61%	49.33%	52.54%
Aşırı Sıcaklar	39.35%	59.49%	69.13%
Sel	76.74%	76.74%	76.74%
Orman Yangını	11.75%	11.75%	11.75%
Portekiz	29.08%	31.71%	33.21%
Aşırı Sıcaklar	28.35%	36.24%	40.74%
Sel	22.12%	22.12%	22.12%
Orman Yangını	36.77%	36.77%	36.77%
Romanya	44.70%	50.95%	53.95%
Aşırı Sıcaklar	50.75%	69.53%	78.51%
Sel	83.33%	83.33%	83.33%
Orman Yangını	0.00%	0.00%	0.00%
İspanya	42.57%	45.30%	46.69%
Aşırı Sıcaklar	28.35%	36.55%	40.72%
Sel	60.02%	60.02%	60.02%
Orman Yangını	39.35%	39.35%	39.35%
Türkiye	33.97%	36.03%	37.21%
Aşırı Sıcaklar	18.81%	24.99%	28.53%
Sel	71.35%	71.35%	71.35%
Orman Yangını	11.75%	11.75%	11.75%

Kaynak: ND-GAIN, 2025 (Yazar Hesaplamaları)

Tablo 9'da sunulan olasılıklar, yorumlamayı kolaylaştırmak için yüzde olarak (%) ilgili riskin bir yıl içinde en az bir kez ortaya çıkma olasılığını göstermektedir.

Karar destek modelleri oluştururken Excel tabanlı bir yöntem kullanılmıştır. Çalışkan modeller, ekonomik değerlendirme aşamalarını birbirlerine bağlı olarak çeşitli çalışma sayfaları üzerinden yürütmüştür. Bunun amacı, risk olasılıklarının oluşturulması ve sağlık yükünün ölçülmesi gibi iklime bağlı olumsuz durumların ülkeler bazında dikkate alınmasıdır.

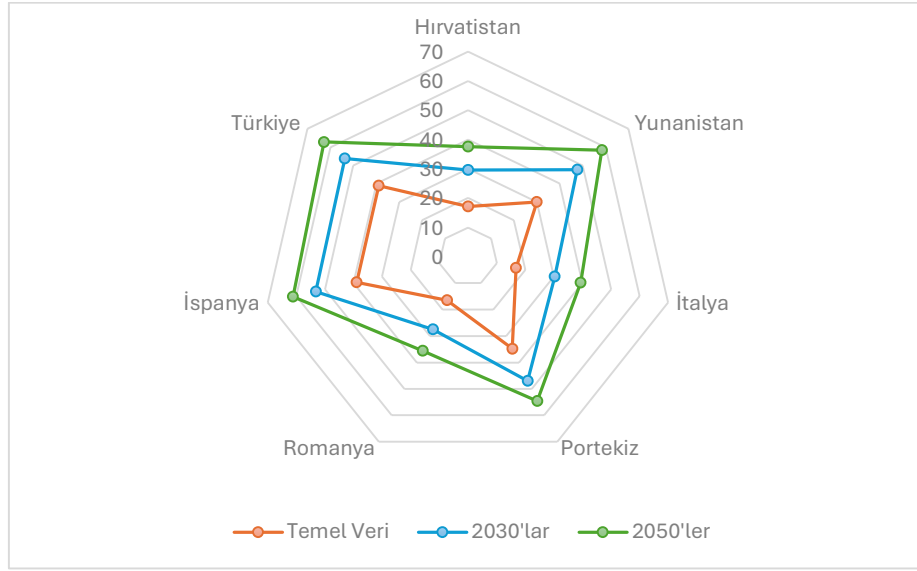
Tablo 9'a göre aşırı sıcaklıklar yıllar içerisinde bütün ülkeler için artmış ve gelecek projeksiyonlarına göre de hızlı bir şekilde artacağı görünmektedir. Bununla beraber, orman yangını ve sellere ilişkin afetlerin oranı daha sabit olasılıklı olarak seyretmektedir. Sağlık yatırımları açısından ise, iklim nedeniyle aşırı sıcak havaların sebebiyet verdiği risklere odaklanılmasının gerektiğine işaret etmektedir. Sağlık yatırımları için ise iklim değişikliğine bağlı aşırı sıcak havaların neden olduğu tehlikelere dikkat edilmelidir.

Risk göstergelerinin kullanımı (INFORM ve ND-GAIN endekslerinden) yoluyla karşılaştırmalı ülke setleri belirlenmiştir. İklime duyarlı "optimal olmayan sıcaklık" risk faktörüne dayalı DALY göstergesi kullanılarak, baz sağlık yükü, EM-DAT afet kayıtlarından ve CCKP'den alınan iklim projeksiyonlarının senaryo çarpanlarına dönüştürülmesi yoluyla ve 2030&2050 yıllarının entegre edilmesi maksadıyla kullanılmıştır.

Her lke ve senaryo için beklenen nlenen DALY'ler, indirgenmiş maliyetler ve NPF, müdahale parametrelerini içeren ayrı bir tabloda hesaplanmıştır. Model ıktıları, duyarlılık analizleri ile desteklenmiştir ve sonuçlar zet tablolar ve görseller olarak sunulmuştur.

Aşağıdaki tablo, iklime bağlı olarak, ülkeler bazında aşırı sıcaklık riskinin nasıl artacağını göstermekte ve buna bağlı artışın karar modellerinde kullanılabilir çarpanlara dönüştürülmesini göstermektedir.

Şekil 5 –Aşırı Sıcaklık Göstergesi ve Ülke Bazlı Senaryo Girdileri



Kaynak: CCKP, 2025 (Yazar Hesaplamaları)

DALY başına ödeme isteği (λ), sağlık sisteminin fırsat maliyetini yansıtacak şekilde 3.000 ABD Doları'dır. Sağlık sisteminin marjinal üretkenliği yerine kişi başı GSYİH katları, mevcut literatürde maliyet-etkinlik eşiklerinin oluşturulması gerektiğini savunmaktadır (Claxton et al., 2015; Woods et al., 2016). Geleneksel olarak, bu tür eşikler 1.000 ila 5.000 ABD doları/DALY arasında yer alır ve düşük ve orta gelirli ülkeler için önerilmektedir (Ochalek et al., 2020).

Tablo 10, aşırı sıcaklık tehlikesi altında değerlendirilen sağlık sistemlerinde müdahalelerinin ülke ve senaryo bazında beklenen ekonomik sonuçlarını ve etkilerini göstermektedir. Tehlike gerçekleşme olasılıkları, baz sağlık yükü, müdahale etkililiği ve kapsama varsayımları, hesaplamaların yapılmasına yardımcı olmaktadır. NPF göstergesi, müdahalelerin mevcut durumunu, 2030 ile 2050'ler için iklim senaryoları altında karşılaştırılabilir bir tablo sunmuştur.

Tablo 10 – Aşırı Sıcaklık Tehlikesi Altında Ülke Bazında Öncelikler

2030'lar senaryosu ($\lambda = 3.000$ \$/DALY, NPF'ye göre)

Ülke	1. Öncelik (En yüksek NPF)	NPF (2030, \$)	2. Öncelik	NPF (2030, \$)2
Türkiye	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	-9,730,661.08	Sürveyans	-22,455,005.61
Yunanistan	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	2,522,497.45	Sürveyans	-14,052,839.76
İtalya	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	11,085,990.90	Sürveyans	-8,180,729.97
İspanya	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	8,081,793.79	Sürveyans	-10,240,750.84
Portekiz	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	-11,125,547.94	Sürveyans	-23,411,499.46
Romanya	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	-5,591,220.12	Sürveyans	-19,616,531.81
Hırvatistan	Sıcaklık-Sağlık Eylem Planı	529,255.35	Sürveyans	-15,419,634.34

Kaynak: CCKP – 2025 (Yazar Hesaplamaları)

Türkiye için NPF sonuçları, indirgenmiş toplam maliyetleri ve müdahalelerin beklenen sağlık kazanımları (beklenen DALY azaltımı) değerlendirilmektedir. Mevcut iklim koşulları altında müdahalelerin NMB büyüklüğüne göre sıralandığı görülmektedir.

SONUÇ

Sağlık sektörüne ilişkin yatırımların nasıl önceliklendirileceği, iklimle ilgili riskler ve belirsizliklerin tanımlanması ve iklim sağlığı politikalarının uygulanması ile mümkün kılınmaktadır. Sağlık yatırım politikalarının nasıl önceliklendirileceği, üst politika belgeleri ve dünyadaki örnekler ile çalışma boyunca anlatılmaya çalışılmıştır. Türkiye’deki stratejik politika belgeleri boyutunda ise, farkındalık ve hazırlıklı olmaya ilişkin kapasite geliştirme çalışmalarına yönelik eğilimlerin olduğu gözlenmektedir.

İklim eylem planları, sistem dirençliliğini önemli ölçüde vurgulamakta, aşırı hava olaylarına karşı hazırlıklı olmayı ve müdahale kapasitesinin çok yönlü olarak artırılmasına ilişkin taahhütler sunmaktadır. Sağlık sunumunun etkili bir şekilde yürütülmesi için uluslararası kuruluşlar tarafından hazırlanan kılavuzların, iklime bağlı sağlık riskleriyle mücadelede arz-talep dengesini karşılamasını işaret etmektedir.

Halk sağlığının korunmasında, sadece resmi kurum ve kuruluşların değil, aynı zamanda, yapılan anketler ile halkın da farkındalığının önemli olduğu, özellikle yapılan anketlerin iklime bağlı insan ve çevre sağlığını etkileyen faktörlere yönelik tedbirler alınması vurgulanmıştır. Alınacak olan önemlerin hangi doğrultuda olacağı, sağlık yatırım stratejilerini rastgele yatırım seçimlerinden ziyade sistematik olarak önceliklendirilmesi bu durumu desteklemektedir.

Bu çalışmada, iklime bağlı afet risklerini karşılaştırılabilir yatırım girdilerine dönüştürmeye yönelik, beklenen değer temelli bir karar modeli çerçevesi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında; endekslerden elde edilen afet ve acil durum verileri, iklim duyarlı sağlık yükleri ile geleceğe yönelik iklim projeksiyonları senaryo çarpanları aracılığıyla birlikte değerlendirilerek net parasal faydanın hesaplanmasına ilişkin bir analiz yaklaşımı

uygulanmıştır. Bu yaklaşım aracılığıyla, iklime bağı sağık yatırımlarının planlanmasında hangi alanlara öncelik verilmesi gerektiğı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Model oluşturulurken seçilen ölkelerin, Türkiye ile coğrafi benzerlik, nüfus yapısı, sağık kapasitesi gibi bir dizi benzerlik kriterlerinden yararlanılmış, endeksler yardımıyla karşılaştırılmalı iklim-sağık projeksiyonları oluşturulmuştur.

Modele ilişkin çıktılar incelendiğinde, negatif çıkan net parasal fayda sonuçlarının, yatırım politikasının başarısızlığı değil, kaynakların kısıtlılığı olduğı durumlarda hangi alana öncelik verilmesine ilişkin ipuçları vermektedir. İklim risklerinin yatırım planlamalarına entegrasyonu birim maliyetler sabit kalsa bile, zaman içerisinde sağık sistemlerinin beklenen değeri artırarak etkin planlamanın önemi vurgulanmıştır.

Çalışmadan çıkarılan bulgular doğrultusunda, altyapı dayanıklılığı ve hizmet sürekliliğı gibi kırılğanlıkların, 2023 Kahramanmaraş depremleri gibi ani olaylar olduğunda, çoklu tehlikelere karşı dayanıklılığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, politika yapıcılarının karar mekanizmalarında küresel olarak karşılaştırılabilir, veriye dayandırılarak beklenen değeri modelleriyle bir çerçeve oluşturulması çalışmada ortaya koyulmuştur. Sağık yatırımı kararlarında stratejik olarak karar alma mekanizmalarında üst politika belgeleri ile veri setlerine bağı projeksiyonların dahil edilmesi belirsizlik koşulları altında kanıta dayalı önceliklendirmeyi desteklemektedir.

KAYNAKÇA

- 1) Birleşmiş Milletler. (2025). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Raporu 2025 [The Sustainable Development Goals Report 2025]. Birleşmiş Milletler. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/>
- 2) T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- 3) T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). İklim Değişikliği ve Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024–2030). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- 4) World Health Organization. (2025). Health system strengthening interventions to improve the health of displaced and migrant populations in the context of climate change (Global Evidence Review on Health and Migration Series). World Health Organization.
- 5) T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). 12. Kalkınma Planı: Sağlıkın Korunması ve Geliştirilmesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- 6) T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). Sağlık Bakanlığı Stratejik Planı 2024–2028. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı.
- 7) World Health Organization. (2023). Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems. World Health Organization.
- 8) Sehgal, A. R. (2022). Climate change and health system financial investments. *Journal of General Internal Medicine*, 38(3), 804–805.
- 9) Wątróbski, J., Bączkiewicz, A., & Rudawska, I. (2023). A strong sustainability paradigm based analytical hierarchy process (SSP-AHP) method to evaluate sustainable healthcare systems.
- 10) Ragsdale, C. T. (2021). *Spreadsheet modeling and decision analysis: A practical introduction to management science* (9th ed.). Cengage Learning.
- 11) Clemen, R. T., & Reilly, T. (2014). *Making hard decisions with decision tools* (3rd ed.). Cengage Learning.
- 12) World Health Organization. (2023). Climate change and health country profile: Türkiye. World Health Organization.
- 13) European Commission. (2025). *Special Eurobarometer 565: Climate change* [Infographic]. Publications Office of the European Union.
- 14) Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- 15) World Health Organization. (2021). *Climate change and health*. World Health Organization. (Erişim Tarihi 10 Kasım 2025)
- 16) European Commission. (2024). *Special Eurobarometer 524: Attitudes of Europeans towards air quality* [Infographic]. Publications Office of the European Union.

- 17) Abbasi, E. (2025). The impact of climate change on travel-related vector-borne diseases: A case study on dengue virus transmission. *Travel Medicine and Infectious Disease*
- 18) Petrino, R., Garcia-Castrillo, L., Uccheddu, G., Meucci, L., & Codecà, R. (2024). Awareness and preparedness of health systems and emergency medicine systems to the climate change challenges and threats: An international survey. *European Journal of Emergency Medicine*, 32, 100–108.
- 19) World Health Organization. (2014, December 5). *Health and the environment: Climate and health—Outcome of the WHO Conference on Health and Climate* (Executive Board 136th session, Provisional agenda item 7.2, Document No. EB136/16). World Health Organization.
- 20) McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. (2006). *Climate change and human health: Present and future risks*. *The Lancet*, 367, 859–869.
- 21) Zimmermann, J., McKee, C., Karanikolos, M., Cylus, J., & members of the OECD Health Division. (2024). *Strengthening health systems: A practical handbook for resilience testing*. WHO Regional Office for Europe; Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing.
- 22) Kruk, M. E., Myers, M., Varpilah, S. T., & Dahn, B. T. (2015). *What is a resilient health system? Lessons from Ebola*. *The Lancet*, 385(9980), 1910–1912.
- 23) World Health Organization. (2022). *Strengthening health system resilience: Technical brief*. World Health Organization.
- 24) World Health Organization. (2020, December 3). *Health workforce policy and management in the context of the COVID-19 pandemic response: Interim guidance*. World Health Organization.
- 25) Hess, J. J., Ebi, K. L., & Watkiss, P. (2017). *Health risks and costs of climate variability and change*. In C. Mock, R. Nugent, O. Kobusingye, & K. Smith (Eds.), *Disease control priorities* (3rd ed., Vol. 7, *Injury prevention and environmental health*). World Bank.
- 26) Greer, S. L., Wismar, M., & Figueras, J. (Eds.). (2016). *Strengthening health system governance: Better policies, stronger performance*. Open University Press.
- 27) World Bank. (2021). *COVID-19 and climate-smart health care: Country case studies*. World Bank.
- 28) World Bank. (2017). *Climate-smart healthcare: Low-carbon and resilience strategies for the health sector*. World Bank.
- 29) Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Ready for the next crisis? Investing in health system resilience* (OECD Health Policy Studies). OECD Publishing.
- 30) World Bank Group. (2019). *World Bank Group action plan on climate change adaptation and resilience: Managing risks for a more resilient future*. World Bank.
- 31) Organisation for Economic Co-operation and Development. (n.d.). *Infrastructure governance*. <https://www.oecd.org/infrastructure/infrastructure-governance/> (Erişim Tarihi 16 Kasım 2025)

- 32) Hallegatte, S., Shah, A., Lempert, R., Brown, C., & Gill, S. (2012). *Investment decision making under deep uncertainty: Application to climate change* (Policy Research Working Paper No. 6193). World Bank.
- 33) Lempert, R. J., Popper, S. W., & Bankes, S. C. (2010). *Robust decision making: Coping with uncertainty*. The Futurist, 44(1), 47–53.
- 34) Morgan, M. G., & Henrion, M. (1990). *Uncertainty: A guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis*. Cambridge University Press.
- 35) World Health Organization Regional Office for Europe. (2025). *Co-benefits of climate mitigation action for health in the WHO European Region: Policy brief* (WHO/EURO:2025-13052-52826-82194). World Health Organization Regional Office for Europe.
- 36) Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2015). *İklim değişikliğinin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması ulusal programı ve eylem planı*. T.C. Sağlık Bakanlığı. (Bakanlık Yayın No: 998; ISBN 978-975-590-602-7).
- 37) Ebi, K. L., & Hess, J. J. (2020). *Health risks due to climate change: Inequity in causes and consequences*. Health Affairs, 39, 2056–2062.
- 38) Dehnhardt, A., & Grothmann, T. (2011). *Cost–benefit analysis: What limits its use in policy making and how to make it more usable? A case study on climate change adaptation in Germany*. Environmental Science & Policy, 14(8), 1091–1100.
- 39) World Health Organization. (2010). *The world health report: Health systems financing—The path to universal coverage*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44371>
- 40) Hallegatte, S. (2009). *Strategies to adapt to an uncertain climate change*. Global Environmental Change, 19(2), 240–247.
- 41) Türkiye İstatistik Kurumu. (2025, 4 Aralık). *Sağlık harcamaları istatistikleri, 2024* (Haber Bülteni No. 54188). <https://data.tuik.gov.tr>
- 42) World Bank. (2020). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity*. World Bank.
- 43) United Nations Development Programme. (2018). *Climate change adaptation in Europe and Central Asia: Adapting to a changing climate for resilient development*. UNDP Istanbul Regional Hub, Regional Bureau for Europe and the CIS. <https://www.undp.org>
- 44) Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Sixth assessment report (AR6): Working Group II – Impacts, adaptation and vulnerability: Fact sheet – Health*. IPCC
- 45) Romanello, M., di Napoli, C., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., ... Costello, A. (2023). *The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: The imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms*. The Lancet, 402(10419), 2346–2394.
- 46) World Health Organization. (2020). *WHO guidance for climate-resilient and environmentally sustainable health care facilities*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris>

- 47) HM Treasury. (2008). *Intergenerational wealth transfers and social discounting: Supplementary Green Book guidance*. HM Treasury.
- 48) Lempert, R. J. (2019). *Robust decision making (RDM)*. In V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper (Eds.), *Decision making under deep uncertainty* (pp. 23–51). Springer.
- 49) Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1975, May). *Decision analysis with multiple conflicting objectives: Preferences and value tradeoffs* (Preface, Chapters 1 & 2; Working Paper No. WP-75-53). Harvard University.
- 50) Health Care Without Harm Europe. (2024). *Practical guide for building climate-resilient health systems*. Health Care Without Harm Europe.
- 51) Myhre, S. L., Frønsdal, K. B., Ames, H. M. R., & Papadopoulou, E. (2025). *A scoping review of climate resilient health system strategies in low-resource settings*. Public Health.
- 52) World Resources Institute. (2025, June 3). *WRI study finds climate adaptation investments yield massive returns—Over \$10 for every \$1 spent* [Press release]. World Resources Institute. <https://www.wri.org/news> (Erişim Tarihi 02 Aralık 2025)
- 53) Bouttier-Stref, S. (2025). *Ensuring the resilience of health systems in the face of the effects of climate change*. Field Actions Science Reports, *Special Issue 27*, 94–99. Institut Veolia. <https://journals.openedition.org/factsreports/7793>
- 54) International Labour Organization. (2025). *Extending social health protection: Accelerating progress towards universal health coverage in Türkiye*. International Labour Organization.
- 55) OECD. (2025). *Health at a glance 2025: OECD indicators* [PDF]. OECD Publishing.
- 56) OECD. (2025). *Health at a glance 2025: Country note – Türkiye*. OECD Publishing.
- 57) World Health Organization. (2021). *Climate change and health: Building climate-resilient health systems*. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/climate-change-and-health/country-support/building-climate-resilient-health-systems>
- 58) World Bank. (2025). *Climate change and health: Country support and climate-resilient health systems for Türkiye*. World Bank.
- 59) Organisation for Economic Co-operation and Development. (n.d.). *Health system resilience*. OECD. <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/health-system-resilience.html> (Erişim Tarihi 30 Kasım 2025)
- 60) Briggs, A., Sculpher, M., & Claxton, K. (2006). *Decision modelling for health economic evaluation*. Oxford University Press.
- 61) Husereau, D., Drummond, M., Augustovski, F., de Bekker-Grob, E., Briggs, A. H., Carswell, C., Caulley, L., Chaiyakunapruk, N., Greenberg, D., Loder, E., Mauskopf, J., Mullins, C. D., Petrou, S., Pwu, R.-F., & Staniszevska, S. (2022). Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards 2022 (CHEERS 2022) statement: Updated reporting guidance for health economic evaluations. *BMJ*, 376, e067975.

- 62) Hunink, M. G. M., Weinstein, M. C., Wittenberg, E., Drummond, M. F., Pliskin, J. S., Wong, J. B., & Glasziou, P. P. (2014). *Decision making in health and medicine: Integrating evidence and values* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- 63) Martinez, G. S., Kendrovski, V., Salazar, M. A., de'Donato, F., & Boeckmann, M. (2022). Heat-health action planning in the WHO European Region: Status and policy implications. *Environmental Research*, 214, Article 113709. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113709>
- 64) World Health Organization. (2021, October 15). *New cost-effectiveness updates from WHO-CHOICE*. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/new-cost-effectiveness-updates-from-who-choice> (Erişim Tarihi 02 Aralık 2025)
- 65) Barton, G. R., Briggs, A. H., & Fenwick, E. A. L. (2008). Optimal cost-effectiveness decisions: The role of the cost-effectiveness acceptability curve (CEAC), the cost-effectiveness acceptability frontier (CEAF), and the expected value of perfect information (EVPI). *Value in Health*, 11(5), 886–897. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4733.2008.00358.x>
- 66) Stinnett, A. A., & Mullahy, J. (1998). Net health benefits: A new framework for the analysis of uncertainty in cost-effectiveness analysis. *Medical Decision Making*, 18(2 Suppl), S68–S80.
- 67) Ali, E., Cramer, W., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Hilmi, N. J. M., Le Cozannet, G., & Lionello, P. (2022). Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 2233–2272). Cambridge University Press.
- 68) European Commission, Joint Research Centre. (2025). *INFORM Risk Index Mid 2025* (v071) [Data set]. DRMKC–INFORM (Disaster Risk Management Knowledge Centre). https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/Portals/0/InfoRM/2025/INFORM_Risk_Mid_2025_v071.xlsx (Erişim Tarihi 06 Aralık 2025)
- 69) Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2025). Emergency Events Database (EM-DAT) [Data set]. Université catholique de Louvain (UCLouvain). Retrieved December 26, 2025, from <https://www.emdat.be/> (Erişim Tarihi 06 Aralık 2025)
- 70) World Bank Group. (n.d.). *Spatially aggregated data*. Climate Change Knowledge Portal. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/download-data/spatially-aggregated-data> (Erişim Tarihi 10 Aralık 2025)
- 71) Husereau, D., Drummond, M., Augustovski, F., de Bekker-Grob, E., Briggs, A. H., Carswell, C., Caulley, L., Chaiyakunapruk, N., Greenberg, D., Loder, E., Mauskopf, J., Mullins, C. D., Petrou, S., Pwu, R. F., Staniszewska, S., & Wolff, J. (2022). *Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards 2022 (CHEERS 2022) statement: Updated reporting guidance for health economic evaluations*. *BMJ*, 376, e067975.

- 72) Claxton, K., Martin, S., Soares, M., Rice, N., Spackman, E., Hinde, S., Devlin, N., Smith, P. C., & Sculpher, M. (2015). Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold. *Health Technology Assessment*, 19(14), 1–503.
- 73) Woods, B., Revill, P., Sculpher, M., & Claxton, K. (2016). Country-level cost-effectiveness thresholds: Initial estimates and the need for further research. *Value in Health*, 19(8), 929–935.
- 74) Ochalek, J., Lomas, J., & Claxton, K. (2020). Estimating health opportunity costs in low-income and middle-income countries: A novel approach and evidence from cross-country data. *BMJ Global Health*, 5(2), e002568.

EKLER

Hesaplama Modelinde Kullanılan Excel Formüllerinin Özeti

Bu bölümde, çalışmada kullanılan hesaplama modelinin Excel ortamında nasıl işletildiği, temsil edici formüller üzerinden özetlenmektedir. Amaç, modelin mantığını şeffaflaştırmak olup, tüm hücre yapısının birebir aktarılması hedeflenmemiştir.

1. Veri Eşleştirme ve Ana Risk Girdileri (Master Tab)

Modelin merkezi olan Master sekmesi, ülke bazlı tüm risk göstergelerinin tek bir tabloda toplanmasını sağlar. Bu amaçla, farklı veri tablolarından (ND-GAIN, INFORM vb.) değerler ISO3 ülke kodu ve yıl filtresi kullanılarak çekilmektedir.

Örnek: ND-GAIN Kırılganlık Göstergesinin Çekilmesi

Master!F3 hücresinde kullanılan formül:

```
=XLOOKUP(  
  
1,  
  
(T_NDGAIN[ISO3]=[@ISO3])*(T_NDGAIN[Year]=2023),  
  
T_NDGAIN[Vulnerability],  
  
""  
)
```

Formülün işlevi:

- ISO3 ülke kodu ve Year = 2023 koşulları aynı anda sağlandığında
- İlgili ülkenin ND-GAIN Vulnerability değeri getirilir
- Çoklu koşul mantığı, mantıksal çarpım (*) ile sağlanır

Bu yapı sayesinde, farklı yıllar ve ülkeler için tek bir formül yapısı korunmaktadır.

2. Standartlaştırma (Z-Skor) Hesaplamaları

Risk göstergeleri farklı ölçeklerde olduğu için, karşılaştırılabilirlik sağlamak amacıyla standartlaştırma (Z-skor) uygulanmıştır.

Örnek: INFORM Alt Bileşenlerinin Standartlaştırılması

Master!H3 hücresinde kullanılan formül:

$$=(C3-AVERAGE(\$C\$3:\$C\$10))/STDEV.S(\$C\$3:\$C\$10)$$

Benzer biçimde diğer sütunlar için:

$$=(D3-AVERAGE(\$D\$3:\$D\$10))/STDEV.S(\$D\$3:\$D\$10)$$

$$=(E3-AVERAGE(\$E\$3:\$E\$10))/STDEV.S(\$E\$3:\$E\$10)$$

Formülün işlevi:

- İlgili göstergenin ülke bazlı değeri
- Örneklem ortalaması ve standart sapması kullanılarak normalize edilir
- Böylece farklı kaynaklardan gelen endeksler aynı referans çerçevesine taşınır

3. Afet Olasılıklarının Hesaplanması (EMDAT & Hazard Tabs)

Afet verileri, tarihsel olay sıklıklarına dayalı olarak modellenmiştir. Bu aşamada Pivot tablolar aracılığıyla frekanslar hesaplanmış, ardından olasılıklara dönüştürülmüştür.

Örnek: Afet Türüne Göre Olasılık Hesabı

Hazard_p_base sekmesinde kullanılan tipik yapı:

$$= \text{Event_Count} / \text{SUM}(\text{Event_Count_Range})$$

Bu yaklaşım ile:

- Her afet türünün tarihsel gözlem sayısı
- Toplam afet sayısına bölünerek normalize edilir
- Elde edilen değerler, beklenen değer hesaplarında ağırlık olarak kullanılır

4. Senaryo Çarpanları ve Zaman Uyarlaması (Lambda Tab)

İklim değişikliğinin etkisini yansıtmak amacıyla, zaman bazlı senaryo çarpanları (λ) tanımlanmıştır.

Örnek: Risk Seviyesinin Zaman Uyarlaması

$$= \text{Base_Risk} * \text{Lambda_2030}$$

$$= \text{Base_Risk} * \text{Lambda_2050}$$

Bu yapı:

- Mevcut risk seviyesini temel alır
- 2030 ve 2050 için artan risk varsayımlarını modele entegre eder
- Aynı metodoloji farklı zaman ufuklarına uygulanır

5. Net Beklenen Değer (NBD) Hesaplamaları (Model Current / Model Output)

Modelin ana çıktısı olan Net Beklenen Değer, olasılık-ağırlıklı fayda ve maliyet bileşenlerine dayanır.

Temsili Formül Yapısı

=SUMPRODUCT(Probability_Range, Benefit_Range)

- Investment_Cost

Bu yapı ile:

- Her senaryonun olasılığı ile beklenen faydası çarpılır
- Tüm senaryolar için toplanır
- Başlangıç yatırım maliyeti düşülerek net değer elde edilir

Aynı mantık, 2030 ve 2050 senaryoları için ayrı sekmelerde tekrar edilmektedir.

6. Duyarlılık Analizi (Sensitivity Tab)

Model sonuçlarının belirli varsayımlara duyarlılığını ölçmek amacıyla, temel parametreler belirli aralıklarda değiştirilmiştir.

Örnek: Etki Katsayısı Değişimi

=Base_NBD * (1 + Sensitivity_Adjustment)

Bu analiz, sonuçların yönsel tutarlılığını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır; mutlak değerlerden ziyade sıralama mantığı ön planda tutulmuştur.

ÖZET

İklimle ilgili belirsizlikler altında sağlık yatırımlarının nasıl önceliklendirilebileceğine bu çalışmada yer verilmiştir. İklim değişikliği, sağlık sistemlerinde hizmetlerin etkin bir biçimde yerine getirilmesini ve yatırım performansını etkileyen bir risk olarak kabul edilmektedir. Risklere bağlı belirsizliklerle mücadele ve müdahale kapasitesinin geliştirilmesi, şeffaf ve sürdürülebilir bir yatırım planlama çerçevesinin oluşturulmasıyla çözülebilmektedir.

İklimle ilgili afetlerin sonuçları olarak oluşturulan veri ve projeksiyonlar, sağlık sistemlerindeki mevcut ve gelecekte oluşabilecek olan yüklerin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Senaryoların oluşturulması ve beklenen değer temelli karar modelleri, sağlık yatırımlarında belirsizlik altında risklerin indirgenmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında analitik araçların kanıta dayalı olarak, hizmet sürekliliğine odaklı sağlık sistemlerinde, iklimle dirençli sağlık yatırımlarının nasıl önceliklendirilebileceğine ilişkin modeli üzerinde çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: İklim değişikliği, sağlık yatırımları, sağlık sistemleri, karar analizi, beklenen değer, sağlık politikası

ABSTRACT

This study addresses how health investments can be prioritized under climate-related uncertainties. Climate change is recognized as a risk that affects the effective delivery of services in health systems and investment performance. Addressing uncertainties related to risks and developing intervention capacity can be achieved by establishing a transparent and sustainable investment planning framework.

Data and projections generated as a result of climate-related disasters enable the calculation of current and future burdens on health systems. Scenario development and expected value-based decision models allow for the reduction of risks in health investments under uncertainty.

Within the scope of this study, analytical tools were used to develop an evidence-based model on how climate-resilient health investments can be prioritized in health systems focused on service continuity.