

<b>Üniversite</b>	<b>: İstanbul Kültür Üniversitesi</b>
<b>Enstitüsü</b>	<b>: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü</b>
<b>Anabilim Dalı</b>	<b>: İnşaat Mühendisliği</b>
<b>Programı</b>	<b>: Proje Yönetimi</b>
<b>Tez Danışmanı</b>	<b>: Doç. Dr. Mehmet Nurettin UĞURAL</b>
<b>Tez Türü ve Tarihi</b>	<b>: Yüksek Lisans Tezi – Aralık 2025</b>

## ÖZET

### DİJİTAL ALTYAPI SİSTEMLERİNDE İKLİM ADAPTASYON AÇIĞININ TERMODİNAMİK EŞİK KAVRAMI İLE FİYATLANDIRILMASI

Geleneksel iklim risk çerçeveleri, Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) derecelendirmeleri ile Entegre Değerlendirme Modelleri (IAM'ler) gibi sistemler, altyapı arızalarını yöneten doğrusal olmayan fizik ilkelerini göz ardı ederek fiziksel riskleri sistematik olarak hafife almaktadır. Bu üst-üst model yaklaşımları, iklim değişikliğini yönetilebilir bir operasyonel maliyet olarak—gelirler üzerindeki bir 'vergi'—görme eğilimindedir ve böylece küresel sıcaklıklar arttıkça sistem güvenilirliğini sürdürebilmek için gereken önemli sermaye yatırımlarını gizler. İklim etkisini nakit akışının doğrusal bir aşınması olarak ele alan mevcut değerlemeler, termal stresin felaketle sonuçlanan donanım bozulmasına yol açtığı 'kırılma noktalarını dikkate almamaktadır.

Bu tez, 'Uyum Açığını nicelendirmek için fizik öncelikli bir çerçeve önerir: bu, temel arıza toleransını korumak veya güçlendirmek için gereken ek yatırımı temsil eden, önceden hesaba katılmamış ölçülebilir bir sermaye yükümlülüğüdür. Geleneksel metrikler tarihsel olasılıklara dayanırken, bu metodoloji termodinamik kısıtlamaları kullanarak yapısal kırılma eğilimi öngörür.

Belirli coğrafya ve varlık bağlamında, ampirik analizimiz, defter değeri ile iklim ayarlı gerçeklik arasında çarpıcı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Yeni ekipmanlar için arıza toleransını yeniden sağlamak, %19,7 artışla sermaye harcamalarını (CapEx) gerektirmektedir. Bu ihtiyaç, ortalama hizmette olan varlıklar için Adaptasyon Açığını %28,7'ye yükseltir, çünkü kümülatif termal yorgunluk mevcut dayanıklılığı azaltır. Yaşlanan altyapı için, hizmet sürekliliğini sağlamanın gerçek maliyeti toplam varlık değerinin %25 ile %30'u arasında potansiyel olarak artabilir.

Bu nicel bulgular bölgesel olsa da metodolojik çerçeve—soyut ESG puanlamasından açıkça üstün olan—küresel uygulama için tasarlanmıştır. Termal veya mekanik kısıtlamalara sahip tüm altyapı sektörlerinde adaptasyon açığını fiyatlandırmak için ölçeklenebilir bir plan sunar. Sonuç olarak, bu araştırma belirsiz fiziksel riskleri somut ve denetlenebilir bir sermaye yükümlülüğüne dönüştürerek, küresel piyasalarda iklim ayarlı değerlendirme için yeni bir standart belirler.

**Anahtar Kelimeler;** Fiziksel İklim Riski, Varlık Değerlemesi, Sermaye Harcaması, Başarısızlık Fiziği, Altyapı Dayanıklılığı, Doğrusal Olmayan Sistemler, İnşaat Yönetimi, Proje Yönetimi.

**University** : Istanbul Kültür University  
**Institute** : Institute of Graduate Studies  
**Department** : Civil Engineering  
**Programme** : Project Management  
**Thesis Supervisor** : Assoc. Prof. Dr. Mehmet Nurettin UĞURAL  
**Degree Awarded and Date** : M.Sc. – December 2025

### ABSTACT

#### THE THERMODYNAMIC CLIFF: PRICING THE CLIMATE ADAPTATION GAP IN DIGITAL INFRASTRUCTURE

Conventional climate-risk frameworks, ranging from Environmental, Social, and Governance (ESG) ratings to Integrated Assessment Models (IAMs), systematically underestimate physical risks by overlooking the non-linear physics that govern infrastructure failure. These top-down models frequently perceive climate change as a manageable operational expense—a "tax" on earnings—thereby obscuring the substantial capital requirements necessary to sustain system reliability as global temperatures escalate. By treating climate impact as a linear erosion of cash flow, current valuations fail to account for the "tipping points" where thermal stress leads to catastrophic hardware degradation.

This study proposes a physics-first framework to quantify the "Adaptation Gap": a measurable, previously unaccounted-for capital liability representing the additional investment required to upgrade or harden assets to maintain baseline fault tolerance. Unlike traditional metrics that rely on historical probability, this methodology utilizes thermodynamic constraints to predict structural vulnerability.

Within this specific geographic and asset context, our empirical analysis reveals a stark discrepancy between book value and climate-adjusted reality. It has been determined that restoring fault tolerance for new equipment necessitates a 19.7% increase in capital expenditure (CapEx). This requirement escalates the Adaptation Gap to 28.7% for typical in-service assets, as cumulative thermal fatigue diminishes existing resilience. For aging infrastructure, the true cost of maintaining service continuity potentially surges to between 25% and 30% of total asset value.

While these quantitative findings are localized, the methodological framework—demonstrably superior to abstract ESG scoring—is designed for global application. It offers a scalable blueprint for pricing the Adaptation Gap across all infrastructure sectors with thermal or mechanical constraints. Ultimately, this research transforms vague physical risks into a tangible, auditable capital liability, establishing a new standard for climate-adjusted valuation in global markets.

**Keywords:** Physical Climate Risk, Asset Valuation, Capital Expenditure (CapEx), Physics-of-Failure, Infrastructure Resilience, Non-linear Systems, Construction management, Project Management.

